

Radiação gama em alimento de origem vegetal x contaminação

Ivanesa Gusmão Martins Soares ^{1*}

Cláudia Patrícia Varela Valença ^{2*}

Lídia Pinheiro da Nóbrega ^{3*}

Tatiana de Lima Nunes ^{4*}

Germann Louanne Neves Carvalho Leitão ^{5*}

Resumo: Mudanças nos hábitos de consumo alimentares, em prol da saúde, têm levado a um aumento da demanda por alimentos de origem vegetal, o que acarretou no aumento da preocupação com as qualidades nutricionais, sensoriais e microbiológicas destes alimentos. Apesar da evolução tecnológica das últimas décadas quanto às técnicas de conservação e higiene dos alimentos, as doenças por eles transmitidas têm sido consideradas, em escala mundial, um grave problema de saúde pública. Com a utilização de alimentos de origem vegetal em larga escala, se faz necessária a adoção de métodos de conservação que permitam controlar a qualidade biológica, visando o tratamento sanitário, sem que as propriedades sensoriais, nutricionais e fitoquímicas sejam afetadas e, conseqüentemente, aumente o tempo de prateleira, dentre esses métodos destaca-se o uso da radiação gama. O método de exposição do alimento a radiação gama é um método preventivo de segurança alimentar que deve ser empregado de forma racional e como um complemento às boas práticas de higiene, e não um substituto. Sabido da importância desta tecnologia de ponta, esta pesquisa consistiu em uma análise de vários estudos direcionados à avaliação da influência da radiação gama nas qualidades físico - química e microbiológica de alimentos de origem vegetal, visando o aumento do tempo de prateleira, bem como a segurança alimentar.

Palavras Chaves: alimento de origem vegetal, radiação ionizante, segurança alimentar.

1* Professora Mestre do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: ivanesagusmao@ymail.com

2* Professora Mestre do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: Claudia.cpvv@gmail.com

3* Professora Especialista do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: lidiapinheiro03@gmail.com

4* Professora Mestre do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: esminharocha@hotmail.com

5* Cirurgiã-dentista pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Diagnóstico bucal pela UFPB. Doutora em Odontologia pela UNICSUL-SP. Professora doutora do Curso de Bacharelado em Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: germanalouanne@gmail.com

Abstract: Changes in food consumption habits for health have led to an increase in the demand for food of plant origin, which has led to an increase in the concern with the nutritional, sensorial and microbiological qualities of these foods. In spite of the technological evolution of the last decades regarding the techniques of conservation and hygiene of food, the diseases transmitted by them have been considered, on a world scale, a serious public health problem. With the use of plant foods on a large scale, it is necessary to adopt conservation methods that allow the biological quality control, aiming at the sanitary treatment, without affecting the sensorial, nutritional and phytochemical properties and, consequently, shelf life, among these methods the use of gamma radiation stands out. The method of food exposure to gamma radiation is a precautionary method of food safety that should be used rationally and as a supplement to good hygiene practices, not a substitute. Knowing the importance of this state - of - the - art technology, this research consisted of an analysis of several studies aimed at evaluating the influence of gamma radiation on the physical - chemical and microbiological qualities of foods of vegetable origin, aiming at increasing shelf life, as well as safety to feed.

Key words: food of plant origin, ionizing radiation, food safety.

Introdução

Alimentos de origem vegetal, como as hortaliças, frutas e cereais desempenham importante papel na dieta humana, visto que, além de apresentarem baixos teores de gordura e baixas calorias, são também fontes de fibras, carboidratos, micronutrientes e ainda apresentam uma considerável variedade de compostos funcionais (RAUPP et al., 2009; PALOMO et al., 2010; JÚNIOR; FARIAS, 2012; SÃO JOSÉ, 2014).

É importante salientar, que devido à mudança no estilo de vida da população, o consumo de vegetais frescos vem aumentando significativamente. Desta forma, surge o processamento mínimo de vegetais, a fim de proporcionar praticidade e economia de tempo no preparo. Por definição o produto minimamente processado é qualquer hortaliça ou combinação delas, que tenha sido fisicamente alterada, mas permanece no seu estado in natura (SANTOS; OLIVEIRA, 2012).

Apesar dos benefícios que estimulam seu cultivo, os alimentos de origem vegetal estão sujeitos a diversos processos de biodegradação durante seu plantio, colheita, transporte e armazenamento, ocasionados por ataques de pragas e microrganismos (TEZOTTO- ULIANA et al., 2013; MOHÁCSI - FARKAS et al., 2014; MUSTAPHA et al., 2014).

De acordo com a Food and Agriculture Organization FAO (2011), produzir alimentos que não são consumidos gera emissões desnecessárias de dióxido de carbono, além de perda do valor econômico dos alimentos produzidos.

Neste sentido, técnicas inovadoras de conservação pós-colheita que garantam a qualidade, a segurança e a durabilidade alimentar são de fundamental importância e interesse de empresas, consumidores e da comunidade científica, principalmente se sua aplicação puder proporcionar expansão do mercado para os produtores brasileiros em nível nacional e internacional.

Koike et al. (2012), Iqbal et al. (2013), Nunoo et al. (2014), Frimpong et al. (2015) e Chatterjee et al. (2015) mostraram através de suas pesquisas que entre as técnicas de conservação pós-colheita destaca-se o uso da irradiação gama, uma vez que este método garante eficiência, melhor qualidade e segurança dos alimentos por ser adequado para desinfestação, redução de microrganismos patogênicos ou esterilização e aumento do tempo de prateleira.

É importante salientar, que além do uso preventivo da radiação na conservação de alimentos de origem vegetal com o objetivo de eliminar agentes infectantes e proporcionar uma dieta com uma carga de agentes patogênicos reduzidos, o uso da irradiação gama em alimentos também é considerado uma boa alternativa frente a agentes químicos utilizados com o propósito de desinfestação, como é o caso do brometo de metila e de compostos inorgânicos de cloro, que produzem subprodutos nocivos à saúde humana por causar irritações do trato respiratório e serem potencialmente cancerígenos (CHEMAT et al., 2011; FAVA et al., 2011).

Quando se trata de conservação de alimentos, é importante levar em consideração três importantes características: físicas (cor, odor, textura e sabor), químicas (composição de carboidratos, proteínas, lipídeos, etc.) e microbiológicas (presença de microrganismos ou de suas toxinas que podem causar doenças de ordem alimentar aos consumidores). Importante salientar, que durante a irradiação, assim como em todo processo de conservação alimentar, podem existir alterações de ordem nutricional e sensorial. Diante disto, e obedecendo ao que estabelece a ANVISA na sua RDC nº 21 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), sobre todo processamento alimentar, faz-se necessária uma avaliação da ação da radiação sobre o alimento no que se refere às suas características físicas, químicas e microbiológicas.

Entretanto, dada à importância desse método de conservação pós-colheita, a presente pesquisa discutiu a influência da radiação gama em alimento de origem vegetal objetivando o aumento do tempo de prateleira e a segurança alimentar.

Metodologia

A metodologia desta pesquisa consistiu em uma revisão bibliográfica, a partir de livros e artigos nacionais e internacionais. Na busca dos artigos foram usadas as palavras chaves: alimento de origem vegetal, conservação por radiação ionizante, segurança alimentar, tempo de prateleira.

Resultados e Discussão

Segundo o Comitê Misto de Especialistas em Segurança Alimentar da Organização Mundial das Nações Unidas para Agricultura e da Organização Mundial de Saúde (FAO/OMS), as doenças oriundas de alimentos contaminados são "talvez o maior problema de saúde do mundo contemporâneo e constituem um importante fator de redução da atividade econômica".

Tomando como ponto de partida a pesquisa realizada por Mohacsis-Farkas e colaboradores (2014), os autores estudaram os efeitos da radiação gama em tomate e cenoura, ambos irradiados com doses de 1,0, 1,5 e 2,0 kGy e armazenados durante 8 dias a 5 °C com o intuito de melhorar a segurança microbiológica e manutenção da qualidade sensorial e nutricional destes alimentos.

As doses de irradiação utilizadas pelos autores do referido trabalho, estão em conformidade com a Food and Agriculture Organization (FAO), a qual concluiu que alimentos irradiados até 10 kGy não apresentam risco toxicológico, visto que a irradiação de alimentos pode produzir uma variedade de resultados, dependendo do tipo do alimento e da quantidade de energia ionizante absorvida pelo mesmo (HARDER et al., 2016). É importante ressaltar ainda que, para alguns alimentos como vegetais desidratados, especiarias e condimentos, a radiação é mundialmente reconhecida como a única técnica capaz de reduzir a carga microbiana sem modificar o sabor e sem oferecer riscos para a saúde. São irradiados geralmente em doses de até 10 kGy, porém existem

autorizações para até 30 kGy em algumas especiarias como noz-moscada, pimenta do reino e canela (EMBRARAD, 2015).

De acordo com a RDC nº 21 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), regulamentada pela ANVISA, estabelece que qualquer alimento pode ser tratado por radiação desde que seja observado que a dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometa as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais do alimento.

- *Análise Sensorial*

Segundo Teixeira (2009), no setor de alimentos, a análise sensorial é de grande importância por avaliar a aceitabilidade mercadológica e a qualidade do produto, sendo parte inerente ao plano de controle de qualidade de uma indústria. São por meio dos órgãos dos sentidos que se procedem tais avaliações, sendo importante um criterioso preparo das amostras testadas e adequada aplicação do teste para se evitar influência de fatores psicológicos.

No artigo em estudo, Mohacsis-Farkas e colaboradores (2014), foram observadas diferenças significativas entre as amostras não irradiadas e as irradiadas apenas na análise de textura das cenouras. Resultado semelhante foi verificado em trabalho realizado por Akter e Khan (2012) ao avaliarem os efeitos da radiação gama na qualidade de tomates armazenados sob diferentes temperaturas (4, 12 e 25°C) e com doses de 0,25; 0,50 e 0,75 kGy após oito e treze dias de armazenamento, quando relataram que nas temperaturas de 4 e 25°C houve maior perda de firmeza, principalmente para as doses de 0,50 e 0,75 kGy para ambos os períodos de avaliação. É importante salientar, que a textura é a principal característica percebida pelo tato. Ela é o conjunto de todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e, eventualmente, pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993).

Tezotto-Uliana et al. (2013) ao analisarem o efeito da radiação gama na pós-colheita de Framboesas Autumn Bliss, nas doses de 1,0 e 2,0 kGy, associado com armazenamento a frio, verificaram que a dose de 1 kGy não alterou a textura dos frutos. Lima et al.,(2001) ao analisarem o efeito da radiação gama na pós-colheita de cenouras da cultivar Nantes, nas doses de 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 kGy, verificaram que não houve diferença significativa a 5% para a textura. Também Chaudry et al. (2004), observaram

que a dose de 2,0 kGy foi efetiva para a manutenção de cenouras minimamente processadas.

- Teor de ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi verificado apenas nas amostras controle e irradiadas com 1,0 kGy. Os autores do artigo em questão chegaram à conclusão de que a dose de 1,0 kGy não causou alteração significativa. É sabido que a vitamina C é uma substância redutora facilmente oxidada e pode sofrer inativação quando exposta ao calor, ar e luz (HUE et al., 2012; KLIMCZAK et al., 2007).

Por outro lado, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), cada alimento possui características particulares, resultado de fatores intrínsecos e extrínsecos. Desta forma, é importante a avaliação dos efeitos das demais doses supracitadas para uma maior acurácia do teor de ácido ascórbico. Segundo Tezotto-Uliana et al. (2013), ao analisarem a influencia da radiação em Framboesas nas doses de 0,5 , 1,0 e 2,0 kGy, concluíram que houve uma diminuição do teor de ácido ascórbico de todos os tratamentos, especialmente aqueles que receberam a maior dose de radiação, porém, as doses de 0,5 e 1,0 kGy não diferiram para esta variável. Resultado semelhante também foi encontrado por Hussain et al. (2014), ao verificar o efeito da radiação gama no ácido ascórbico e na qualidade microbiológica e físico - química em berinjelas minimamente processadas, quando observaram que a dose de 1,0 kGy se mostrou eficaz para a manutenção das qualidades estudadas.

- Investigação microbiológica

Quanto à investigação microbiológica, foi observado que a dose de 1,0 kGy melhorou suficientemente a segurança microbiológica dos tomates e cenouras estudados, além de eliminar *Listeria monocytogenes*, que de acordo com Cruz et al. (2008), é um o agente infeccioso responsável pela doença de origem alimentar denominada listeriose. Já em pesquisas realizadas por Frimpong et al. (2015) ao analisarem a influência da radiação na qualidade microbiológica de cenoura e alface minimamente processados nas doses de 1,0, 2,0 e 3,0 kGy, concluíram que a dose de 2,0 kGy foi mais eficaz para o tratamento de cenoura e alface minimamente processadas, e que as amostras de alface irradiadas em 3,0 kGy tiveram uma contagem total microbiana maior do que aquelas amostras irradiadas com 1,0 e 2,0 kGy. Segundo esses autores, uma possível explicação para isto é que a dose elevada de 3,0 kGy pode

ter removido a microflora, abrindo caminho para os microrganismos oportunistas colonizarem as amostras. Informaram ainda, que a dose elevada de 3,0 kGy pode ter resultado na quebra das células das amostras, o que gerou mais nutrientes disponíveis para o crescimento de microrganismos. Em contra partida, estudos realizados por Mustapha et al. (2014) sobre o efeito da radiação gama nas propriedades microbiológicas, físico-químicas e antioxidantes do Milheto Tunisiano nas doses de 1,0 , 2,0 , 3,0 e 5,0 kGy, constataram que nas doses mais baixas de 2,0 e 3,0 kGy não apresentaram perdas significativas nas propriedades bioquímicas e garantiram a boa qualidade microbiológica do milheto.

Koike et al. (2012), ao avaliarem a estimativa da radiação de baixa dose na qualidade microbiológica de cenouras brancas e feijões de corda, concluíram que houve uma redução de fungos microbianos nas amostras irradiadas com 1,5 kGy, enquanto as irradiadas com a dose de 2,0 kGy mostraram a ausência completa de microrganismos. Resultados parecidos também foram encontrados por Martinsa et al. (2004), em que a combinação de processamento mínimo e exposição a radiação gama com uma dose de 1,7 kGy deram origem a uma redução de *Salmonella* spp. em agrião. O emprego de baixas doses de radiação para tratamento microbiológico dos alimentos também foi estudado por Trigo et al. (2009), estes autores observaram que a dose de radiação necessária para a redução da população de *Escherichia coli* foi de 0,55 e 0,8 kGy, enquanto que para *Listeria innocua* foi de 0,95 e 1,55 kGy.

- **Antioxidantes**

De acordo com pesquisas realizadas por Boni et al. (2010), Dimenstein et al. (2011), Pereira e Cardoso (2012), o estudo da ação dos antioxidantes, bem como da sua relação com radicais livres, é de grande importância para combater a produção excessiva de radicais livres que podem conduzir a diversas formas de dano celular e, conseqüentemente, o desenvolvimento de diversas doenças. Estas lesões celulares, causadas pelos radicais livres, podem ser prevenidas ou minimizadas por meio da ação de antioxidantes, sendo estes encontrados principalmente em alimentos de origem vegetal. Em seus estudos, Oliveira et al. (2013), relatam que os carotenoides são excelentes antioxidantes e que, juntamente com a vitamina C e os tocoferóis, constituem um dos principais mecanismos de defesa endógena do organismo.

Sabendo desta importância, foi verificado no artigo em estudo que as concentrações de α -tocoferol e carotenoides em ambos os vegetais, tomate e cenouras,

irradiados com a dose de 2,0 kGy resultou em perdas de aproximadamente um terço das suas concentrações, e que as doses mais baixas de 1,0 e 1,5 kGy apresentaram resultados satisfatórios. Estes achados estão em conformidade com pesquisas realizadas por diversos autores, em que é possível verificar que o uso de doses baixas de radiação gama não afeta significativamente a atividade antioxidante e as concentrações de carotenoides, além de preservar as vitaminas mais sensíveis encontradas em alimentos de origem vegetal (LIMA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013; HUSSAIN et al., 2014; SHAHBAZ et al., 2014).

Considerações Finais

Diante dos estudos apresentados e com o intuito de melhorar a segurança microbiológica e manutenção da qualidade sensorial e nutricional em alimentos de origem vegetal, pode-se afirmar que a tecnologia de radiação gama consegue reduzir as perdas que ocorrem durante o armazenamento, além de proporcionar maior manutenção da qualidade geral dos alimentos de origem vegetal por conservar suas qualidades sensoriais e controlar a infestação de microrganismos, ao mesmo tempo que mantém a qualidade nutricional para os consumidores, também prioriza o valor econômico e social destes alimentos a nível de utilização tanto no mercado interno quanto externo. Desta forma, justifica-se a aplicação da radiação ionizante na conservação de alimentos de origem vegetal, sendo importante salientar que deve ser levado em consideração as características intrínsecas e extrínsecas de cada alimento para que seja empregada a dose ideal a fim de garantir tanto o aumento do tempo de prateleira quanto a segurança alimentar.

Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**, p. 8, 1993.

AKTER H.; KHAN, S. A. KHAN. Effect of Gamma Irradiation on the Quality (Colour, Firmness and Total Soluble Solid) of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Stored at Different Temperature. **Asian Journal of Agricultural Research**, n. 6, p. 12-20, 2012.

ALAM KHAN, K.; ABRAHEM, M. Effect of irradiation on quality of spices. **International Food Research Journal**, Selangor, v.17, p. 825 - 836, 2010.

BONI, A.; PUGLIESE, C.; CHIANTELLI, C.; PATIN, R. P, OLIVEIRA, F. L.; Vitaminas antioxidantes e prevenção da arteriosclerose na infância. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 4, n. 28, p.373-80, 2010.

BRASIL. 2001. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001**, da Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde.

CHATTERJEE, S.; KUMAR, V.; KHOLE, S.; SANYAL, B.; MURALI, T. S.; VARIYAR, P. S. Radiation processing: An effective quality control tool for hygienization and extending shelf life of a herbal formulation, Amritamehari churnam. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, p. 1 -10, 2015.

CHAUDRY, M. A.; BIBI, N., KHAN, M., BADSHAH, A.; QURESHI. Irradiation treatment of minimally processed carrots for ensuring microbial safety. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 71, p.169-173, 2004.

CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA, KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. **Ultrasonic Sonochemistry**, v.18, n.4, p.813 - 835, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, p. 785, 2005.

CRUZ, C. D. ; MARTINEZ, M. B.; DESTRO, M. T. Listeria monocytogenes: um agente infeccioso ainda pouco conhecido no Brasil. **Alim. Nutr. Araraquara**, v.19, n. 2, p. 195-206, 2008.

DIMENSTEIN, R.; LIRA, L.; MEDEIROS, A. C. P.; CUNHA, L. R. F.; STAMFORD, T. L. M. Efeito da suplementação com vitamina E sobre a concentração de alfa-tocoferol no colostro humano. **Rev. Panam. Salud. Publica**, v.29, n.6, p.399-403, 2011.

EMBRARAD, Empresa Brasileira de Radiação. Disponível em: <<http://www.embrarad.com.br>>. Acesso em 06 dez. 2015.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - **Estatísticas agrícolas**. 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 20jan. 2016.

FARKAS, J. Irradiation for better foods. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.17, n.4, p.148-152, 2006.

FARKAS, J.; MOHÁCSIFARKAS, C. History and future of food irradiation. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.22, n.23, p.121-126, 2011.

FAVA, J., HODARA, K., NIETO, A., GUERRERO, S., ALZAMORA, S. M., CASTRO, M. A. Structure (micro, ultra, nano), color and mechanical properties of *Vitis labrusca* L. (grape Berry) fruits treated by hydrogen peroxide, UV-C irradiation and ultrasound. **Food Research International**, v. 44, n.9, p. 594 – 595, 2011.

FRIMPONG, G. K., KOTTOH, I. D.; DO LARB, O. D. Gamma radiation's effect on the microbiological quality carrot and minimally processed lettuce: A study case in the region of Greater Accra Ghana. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 110, p. 1216, 2015.

HARDER, M.N.C.; ARTHUR, V.; ARTHUR, P.B. Irradiation of Foods: Processing Technology and Effects on Nutrients: Effect of Ionizing Radiation on Food Components. Reference Module in Food Science. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 476 – 481, 2016.

HUE, S.; BOYCE, A.N.; SOMASUNDRAM, C. Antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents in the leaves of different varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Australian Journal of Crop Science**, v.6, n.3, p. 375-380, 2012.

HUSSAIN, P. R.; OMEERA, A.; SURADKAR, P. P.; DAR, M. A. Effect of combination treatment of gamma irradiation and ascorbic acid in the physicochemical quality and microbiological minimally processed eggplant (*Solanum melongena L.*). **Radiation Physics and Chemistry**, v.103, p. 131- 141, 2014.

IQBAL, S. Z.; BHATTI, I. A.; ASI, M. R., ZUBER, M.; SHAHID, M.; PARVEEN, I. Effect of gamma irradiation on fungal load and aflatoxins reduction in red chillies. **Radiation Physics and Chemistry**, v.82, p. 80–84, 2013.

JÚNIOR, A. P. S.; FARIAS, L. M. Efeito do licopeno do tomate na prevenção do câncer de próstata. **Revista Interdisciplinar NOVAFAPI**, v. 5, n. 2, p.50-54, 2012.

KLIMCZAK, I.; MALECKA, M.; SZLACHTA, M.; SWIGLO, A. G. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 313-322, 2007.

KOIKE, A. C. R.; AMANDA, G. ; RODRIGUES, F. T.; DUARTE, R. C.; VILLAVICENCIO, ANNA LUCIA, C. H. Evaluation of low-dose irradiation on microbiological quality of white carrots and string beans. **Radiation Physics and Chemistry**, v.81, n.8, p. 1068–1070, 2012.

LIMA, k. S. C.; GROSSI, J. L. S.; LIMA, A. L. S.; ALVES, P. F. M. P.; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O. ; SABAA, A. U. O. Efeito da irradiação ionizante na qualidade pós-colheita de cenouras (*daucus carota L.*) cv. Nantes.. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n.2, 2001.

MARTINS, C.G.; BEHRENS, J.H.; DESTRO, M.T.; FRANCO, B.D.G.M.; VIZEU,D.M.; HUTZLER, B.; LANDGRAF, M. Gamma radiation in the reduction of Salmonella spp. inoculated on minimally processed watercress (*Nasturtium officinalis*). **Radiation Physics and Chemistry**, v.71, n.1-2, p. 89-93, 2004.

MOHÁCSI-FARKAS, CS.; NYIRÓ-FEKETE, B.; DALMADI, H.; KISKÓ, G. Improving microbiological safety and maintaining sensory and nutritional quality of pre-cut tomato and carrot by gamma irradiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v.. 99, p. 79–85, 2014.

MUSTAPHA, M. B.; BOUSSELMI, M.; JERBI, T.; BETTAÏEB, N. B.; FATTOUCH, S. Gamma radiation effects on microbiological, physico-chemical and antioxidant properties of Tunisian millet (*Pennisetum Glaucum L.R.Br.*). **Food Chemistry**, v. 154, p. 230–237, 2014.

NUNOO, J.; E. K.; AMOATEY, H. M. ; KLU, G. Y. P. Effect of recurrent irradiation on the improvement of a variant line of wild tomato (*Solanum pimpinellifolium*). **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 7, p. 377 - 383. 2014.

OLIVEIRA, J. S.; SOSTISSO, Q. C. B.; JUNQUEIRA, C. R.; LIBRELOTTO, C. S.; POSSENTI, C. G. R.; CATTANEO, R. Níveis indesejáveis de colesterol total no organismo humano e a ocorrência de estresse oxidativo. **Revista Biomotriz** ,v.7, n. 02, 2013.

OLIVEIRA, J.; CASTELUCCI, A. C. L.; SILVA, P. P. M.; SILVA, G. M.; SPOTO, M. H. F. Polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) submetida à radiação gama. **Acta Agronômica**, v. 6, n. 1, p. 7-12, 2013.

PALOMO, I. MOORE-CARRASCO, R.; CARRASCO, G.; VILLALOBOS, P.; GUZMÁN, L. El consumo de tomates previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer:

antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. **Idesia**. Chile, v. 28, n. 3, p.121- 129, 2010.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**.v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PLAZA, L., CRESPO, I., PASCUAL-TERESA, S., DE ANCOS, B., SÁNCHEZ-MORENO, C., MUÑOZ, M. Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated. **Food Chemistry**, v. 124,n.2, p. 646 - 651.,2011.

PRADO, G.; LEAL, A. S.; OLIVEIRA, M. S.; MORAES, V.A.D.; MADEIRA, J. E. G. C.; VIEIRA, I. F. R.; LIMA, A. S.; MOREIRA, A. P. A.; ANDRADE, M. C. **Influência da radiação gama (⁶⁰Co) na Ocratoxina a e na microbiota fúngica de café (*Coffea arabica* L.)**. R. Bras. Armaz., Viçosa - Especial Café, MG, n. 10, p. 42 - 48, 2008.

RAUPP, D. S.; GARDINGO, J. R.; SCHEBESKI, L. S.; AMADEU, C. A.; BORSATO, A. V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 415-422, 2009.

ROCHA, M. A. A.; SOUSA, Q-H. F. **O uso de alimentos irradiados no tratamento de pacientes com baixa imunidade**. Brasília-DF, set 2007. Disponível em: <<http://www.crr01.org.br/html/pdf/irradiacao.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2015.

SANTOS, J.S.;OLIVEIRA, M.B.P.P. Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. **Braz. J. Food Technol.** Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-14, 2012.

SÃO JOSÉ, J. F. B, ANDRADE, N. J. A., RAMOS A. M., VANETTI, M. C. D., STRINGHETA, P. C., CHAVES, J. B. P. Descontamination by ultrasound application in fresh fruits and vegetables. **Food Control**, v. 45, p. 36 - 50, 2014.

SHAHBAZ, H. M.; AHN, J. J.; AKRAM, K.; KIM, H.Y.; PARK, E. J.; KWON, J. H. Chemical and sensory quality of fresh pomegranate fruits exposed to gamma radiation as quarantine treatment. **Food Chemistry**, v. 145, p. 312–318, 2014.

TEIXEIRA, L. V. Sensory analysis in the food industry. **Rev. Inst. Latic.** , v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

TEZOTTO-ULIANA, J. V.; BERNO, N. D. ; SAJI, F. R. Q.; KLUGE, R. A. Gamma radiation: An efficient technology to conserve the quality of fresh raspberries. **Scientia Horticulturae**, v.164, p. 348 –352, 2013.

TRIGO, M. J.; SOUSA, M. B.; SAPATA,M. M.; FERREIRA, A.; CURADO, T.; ANDRADA, L.; BOTELHO, M. L.; VELOSO, M. G. Radiation processing of minimally processed vegetables and aromatic plants. **Radiation Physics and Chemistry**, v.78, n.7-8, p. 659- 663, 2009.