

Efeitos da radiação gama em fitoterápicos *Baccharis trimera* e *Maytenus ilicifolia* visando a descontaminação

Autores:

Edmilson Jovino Antunes

Mestre em Tecnologia Nuclear - Aplicações, Professor do Centro Paula Souza, Itapetininga, São Paulo

Valter Arthur

Professor Doutor, Centro de Energia nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo

DOI: 10.58203/Licuri.22185

Como citar este capítulo:

ANTUNES, Edmilson Jovino; ARTHUR, Valter. Efeitos da radiação gama em fitoterápicos *Baccharis trimera* e *Maytenus ilicifolia* visando a descontaminação. In: Jaily Kerller Batista (Org.). **Pesquisas e inovações em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 53-65.

ISBN: 978-65-85562-21-8

Resumo

O ser humano desde sempre buscou retirar da natureza recursos para melhorar sua qualidade de vida; no Brasil, século XIX, o processo de produção industrial de medicamentos cresceu vertiginosamente, deixando para traz os processos de cura por meio de ervas medicinais. Alguns autores constataram que as plantas medicinais possuem alta carga microbiana, com microrganismos provenientes do solo, e presentes na superfície dos vegetais, ou decorrentes de más condições de manipulação e armazenamento, existindo a necessidade de um tratamento eficaz no processo de desinfecção das plantas, tanto para consumo “in natura” como para os produtos em estoque. Os alimentos são irradiados com as mais diversas finalidades tais como: desinfecção de agentes causadores de doenças, prolongar o tempo de vida útil do produto, inibir o brotamento, inativação de organismos que degradam o alimento, retardo da maturação, entre outros. O presente trabalho teve por objetivo validar a eficiência do processo de irradiação gama, na descontaminação de duas espécies (cultivar) de plantas Carqueja, (*Baccharis trimera* (Less.) e espinheira santa (*Maytenus ilicifolia* (Schrad.)). As amostras foram irradiadas no irradiador multipropósito instalado no IPEN. As doses foram de 0 controle, 2,5; 5,0 e 7,5 kGy sob uma taxa de dose de 7,5 kGy. Após a irradiação foram feitas as análises microbiológicas das amostras. Pelos resultados obtidos foi possível concluir que a dose de 5,0 kGy, foi suficiente para controlar os micro-organismos utilizados no experimento.

Palavras-chave: Radiação ionizante, Ervas medicinais, Fitoterápicos, Desinfestação.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios o homem utilizou-se das plantas para sua sobrevivência, existindo relatos de sua utilização 3000 a.C na China. O ser humano desde sempre buscou retirar da natureza recursos para melhorar sua qualidade de vida; no Brasil, século XIX, o processo de produção industrial de medicamentos cresceu vertiginosamente, deixando para traz os processos de cura por meio de ervas medicinais. No Brasil, partir de 2006 ocorreu um movimento incentivado pelo Governo Federal de inserção das plantas medicinais no Sistema Único de Saúde.

No entanto, a grande preocupação está relacionada à saúde alimentar que envolve desde o plantio, o manejo, a manipulação e estocagem do produto. Segundo ZARONI et al., 2004, constatou-se que as plantas medicinais possuem alta carga microbiana, com microrganismos provenientes do solo, e presentes na superfície dos vegetais, ou decorrentes de más condições de manipulação e armazenamento, existindo a necessidade de um tratamento eficaz no processo de desinfecção das plantas, tanto para consumo “in natura” como para os produtos em estoque.

Com o intuito de estabelecer as diretrizes para a atuação do governo na área de plantas medicinal e fitoterápico, foi elaborada a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que constitui parte essencial das políticas públicas de saúde, meio ambiente, desenvolvimento econômico e social bem como um dos elementos fundamentais de transversalidade na implementação de ações capazes de promover o desenvolvimento na qualidade de vida da população brasileira (MINISTERIO DA SAUDE 2016).

A espinheira-santa é uma planta medicinal da espécie *Maytenus ilicifolia*, rica em flavonóides, taninos e triterpenos, que têm propriedades antioxidantes, cicatrizantes e protetoras gástricas, sendo, por isso, popularmente utilizada como remédio caseiro para auxiliar no tratamento de úlcera gástrica, azia, gastrite, acne ou eczema. A parte normalmente utilizada da espinheira-santa são as folhas de onde são extraídas as substâncias ativas que podem ser usadas na forma de chá, compressas, extrato fluido ou cápsulas, encontradas em ervanárias ou lojas de produtos naturais. Embora tenha benefícios para a saúde, o uso desta planta medicinal não substitui o tratamento médico e deve ser sempre feito com orientação médica, ou de outro profissional de saúde que tenha experiência com o uso de plantas medicinais. A espinheira-santa é rica taninos, como a epigalocatequina, e polissacarídeos, como o arabinogalactano, com forte ação

antioxidante, anti-inflamatória e protetora gástrica, que ajudam a melhorar problemas de estômago como úlcera gástrica, azia, gastrite, má digestão ou dor de estômago.

A carqueja é uma planta medicinal, da espécie *Baccharis trimera*, muito utilizada como remédio caseiro para regular a pressão arterial e os níveis de açúcar no sangue, além de ajudar a fortalecer o sistema imunológico. Devido à sua ação anti-inflamatória e diurética, a carqueja também pode ser usada para melhorar a digestão, combater os gases e ajudar a emagrecer, por exemplo. O chá de carqueja, preparado com as hastes, é a forma mais utilizada para consumir a planta, que pode ser encontrada em lojas de produtos naturais e algumas farmácias de manipulação. Outra forma de usar a carqueja é na forma de cápsulas. Embora tenha diversos benefícios para a saúde, o uso da carqueja também pode causar efeitos colaterais, principalmente quando é consumida em quantidade excessiva, além de ser contraindicada para mulheres grávidas ou em amamentação. Por isso, o uso da carqueja deve ser sempre feito com orientação de um médico ou outro profissional de saúde que tenha experiência com o uso de plantas medicinais.

Pode se definir irradiação de alimentos como sendo um processo físico de emissão e propagação de energia, num determinado espaço dentro de um material, este podendo ser composto de diversas substâncias como os alimentos, com o objetivo de induzir a esterilização ou preservação pela destruição de microrganismos, parasitas, insetos e outras pragas (GERMANO e GERMANO, 2015)

Com relação a estes aspectos foi criado um Comitê Misto de especialista em irradiação de alimentos da FAO/OIEA/OMS e *Codex Alimentarius*, decidiu em 1980, recomendar como fontes de irradiação de alimentos aquelas com baixos níveis de energias (ORDONEZ, 2005).

É muito importante destacar o papel econômico e social deste processo de conservação e preservação dos alimentos, vindo de encontro ao padrão de consumo vivido pela sociedade atualmente, que vem buscando um alimento de qualidade do ponto de vista nutricional, de saúde e microbiológico, sendo que os alimentos devem apresentar segurança alimentar e evitar a ocorrência das doenças transmitidas pelos alimentos (DTA) (MODANEZ, 2012; FELLOWS, 2006).

Segundo o Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiação de Alimentos (ICGFI, 1999) afirmaram que os benefícios da irradiação podem ser resumidos em: segurança alimentar, eliminação de micro-organismos, diminui o desperdício de

alimentos, aumento da vida útil de prateleira, preserva os nutrientes, reduz as perdas pós colheita, inclusive diminui a utilização de agrotóxico para controle de pragas e insetos.

Várias nações já usam o processo de irradiação de alimentos para melhorar a segurança dos alimentos que são fornecidos à população. Aproximadamente 38 países estão utilizando este método de conservação e preservação, entre eles podem-se citar os Estados Unidos, Japão, China, Holanda, Rússia e França, inclusive o Brasil e sabe-se que existem cerca de 160 irradiadores no mundo, sendo que 140 deles em funcionamento para a irradiação dos alimentos (LADEIRA, 1999).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 21 de 26/01/2001 (BRASIL, 2001), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Decreto nº 72.718 de 29/08/1973, normatizam o uso da irradiação ionizante, no país, para garantir a qualidade sanitária dos alimentos e um padrão de qualidade e identidade e a inocuidade para o consumo humano do alimento irradiado.

Os alimentos são irradiados com as mais diversas finalidades tais como: desinfecção de agentes causadores de doenças, prolongar o tempo de vida útil do produto, inibir o brotamento, inativação de organismos que degradam o alimento, retardo da maturação, entre outros (DIEHL, 2002; VILLAVICENCIO et al., 2007). A característica da radiação de alta energia é causar ionização no meio em que é absorvida, ou seja, é capaz de remover elétrons de seus orbitais, seja em átomos ou moléculas (ICGFI, 1995; IAEA, 2001).

O processo de irradiação pode inibir a divisão de células vivas, como microrganismos, promovendo uma alteração em sua estrutura molecular (BRASIL, 2001a). As células vegetativas são, geralmente, mais sensíveis à radiação ionizante do que bolores e leveduras que, por sua vez, são mais resistentes do que os esporos bacterianos (DIEHL, 2002; MONK et al., 1995).

A radiação ionizante quando é absorvida por um material biológico, pode ter ação direta ou indireta sobre o material que recebeu este processamento. O mecanismo primário no qual a radiação destrói os microrganismos é dado pela quebra das fitas duplas de DNA causando inativação dessa célula. Esse processo é dominante quando esporos secos de microrganismos são irradiados. Já o efeito indireto é responsável por 70% de todo efeito da radiação e é ocasionado pela interação da radiação com a molécula de água, o que acaba por gerar os chamados radicais livres. Estes irão interagir com outros constituintes do material biológico tratado com radiação, de maneira similar aos que reagem nos

alimentos. Esse efeito é importante em células vegetais, que possuem uma abundante quantidade de água (HAYES et al., 1995; MONK et al., 1995; MOREHOUSE, 1998).

Esses radicais livres são produzidos, mesmo quando são utilizadas baixas doses. A interação da água com o oxigênio pode aumentar intensamente a produção desses radicais, principalmente o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que é conhecido por ser um agente oxidante (DIEHL, 2002). Por muito tempo os alimentos irradiados foram estudados, até que se chegou à conclusão que os alimentos submetidos ao processamento por radiação, cuja dose utilizada não interferir nas propriedades sensoriais e na composição do alimento, do ponto de vista toxicológico, são seguros para o consumo humano (DELINCEE ; POOLI-ZOBEL, 2002; WHO, 1994). O ICGFI (2002) recomenda entre 1 e 10 kGy para a descontaminação de especiarias.

A irradiação de alimentos é um dos tratamentos mais estudados e avaliados; a técnica consiste da exposição dos alimentos a uma fonte controlada de radiação ionizante, durante um determinado período de tempo. O propósito é esterilizar ou reduzir a contaminação de micro-organismos patogênicos, desinfetar os vegetais de insetos e parasitas, retardar o amadurecimento de frutos e inibir o brotamento de raízes. Tais efeitos contribuem para o aumento da vida útil dos alimentos e o seu suprimento nos períodos de entressafra. (TEZOTTO et al.,2015). O presente trabalho teve por objetivo validar a eficiência do processo de irradiação gama, na desinfecção de duas espécies de plantas medicinais.

METODOLOGIA

Os materiais utilizados foram as drogas vegetais frescas de Carqueja, (*Baccharis trimera* (Less.) e espinheira santa (*Maytenus ilicifolia* (Schrad.)), aproximadamente 1500 g de cada espécie, provenientes de produtores rurais locais, embalagens para armazenamento do produto “in natura” e sacos plásticos de polietileno com fechamento hermético para preparar o vegetal para o tratamento de irradiação.

As amostras foram higienizadas seguindo protocolo relacionado às Boas Práticas de Fabricação dos Alimentos (BPF) segundo a Resolução da Diretoria Colegiada nº 216, Figura 1, (BRASIL, 2004). Depois foram separadas por espécie tipo e colocadas em sacos de polietileno com lacre de zíper na parte superior e todos identificados para o processo de irradiação. O material em estudo foi separado em duas partes no laboratório do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Escola Técnica Darcy Pereira de Moraes.

Localizado na Rodovia Gladys Bernardes Minhoto, Km 11, Capão Alto, Itapetininga, SP., Brasil.

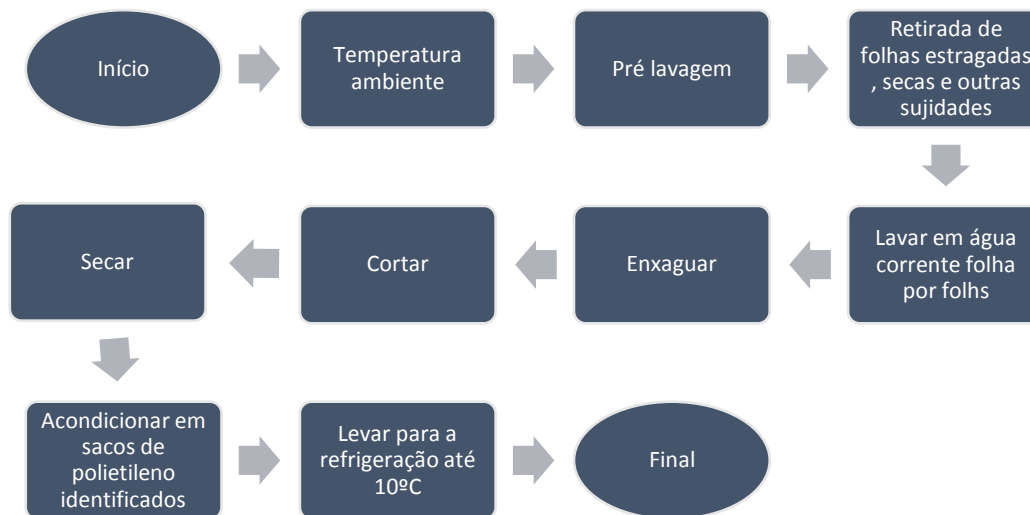


Figura 1. Processo de higienização das amostras. Fonte; Regioli, 2020.

Uma das embalagens foi destinada à montagem das amostras controle (testemunhas) para cada uma das especiarias, sempre foram feitas em triplicata; e as outras três partes foram destinadas à montagem das triplicatas para cada uma das doses de irradiação utilizadas: 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy. E foram processadas no Irradiador multipropósito de Cobalto 60, sob uma taxa de dose de 7,5 kGy (Figura 4), instalado no Centro de Tecnologia das Radiações (IPEN/CNEN/USP). Para aferir o as doses utilizadas foram utilizadas dosímetros da marca Gammachrome YR Batch 530 nm (Figura 4). Após o processo de irradiação foram armazenados em refrigerador a temperatura a 8°C para posterior análise microbiológica.

As amostras controle foram colocadas em sacos de polietileno e identificadas por especiaria da seguinte forma: carqueja controle amostra-1, carqueja controle amostra-2, carqueja controle amostra-3, e assim por diante até todas as especiarias terem sido identificadas e colocadas nesses sacos. Após esse procedimento, as amostras controle e as testemunhas foram armazenadas em refrigeração e, em seguida, transportadas até o irradiador multipropósito no IPEN. As amostras controle foram deixadas em uma área de descanso próxima ao irradiador, e as amostras que seriam irradiadas foram levadas ao irradiador para serem processadas.



Figura 2. Irradiador multipropósito (imagem à esquerda) do Centro de Tecnologia das Radiações (IPEN/CNEN/USP) e Dosímetro Gammachrome YR Batch 530 nm (imagem à direita). Fonte: IPEN (2019). Fonte: IPEN (2019).

As análises microbiológicas das amostras de *Salmonella* spp, *Shigella* spp e Coliformes termotolerantes e totais foram determinadas a partir da RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001a). Em almofariz previamente esterilizado, foram adicionadas 25 g da amostra de alimento a ser analisado e 225 mL de água peptonada. Com o auxílio do pistilo, essa mistura foi macerada de forma vigorosa. Ao final desse processo, a amostra estava pronta para diluição seriada seguida de inoculação e incubação, já contando com uma diluição de 1:10, ou seja, 10^{-1} . A diluição seriada é aplicada quando o grau de contaminação presente na amostra de alimentos não é de conhecimento do analista. Devido a isso, para as amostras controles, foi necessário diluí-las mais vezes para, em caso de um grau muito alto de contaminação, ser possível contar as UFC da placa inoculada e incubada. Foram preparados tubos de ensaio com tampão contendo 9 mL de salina 0,9% e esterilizados em autoclave a 120 °C/15min. Com os tubos estéreis e resfriados, foi transferido 1 mL da amostra macerada com diluição 10^{-1} para o primeiro tubo de salina, obtendo-se uma diluição de 1:100, ou seja, 10^{-2} . Do primeiro tubo com diluição de 10^{-2} , foi transferido 1 mL da solução para um segundo tubo de solução salina, obtendo-se uma diluição de 1:1000, isto é, 10^{-3} . Das diluições preparadas, foram realizadas as inoculações e incubações.

Para a inoculação e incubação foram preparadas placas de meio de cultura Agar MacConkey (MC) e *Salmonella* e *Shigella* (SS) previamente esterilizadas para identificação de *Salmonella* spp e Coliformes termotolerantes e totais e inoculado 0,1 mL de cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) utilizando-se da técnica de espalhamento em superfície, a qual foi realizada em triplicata, ou seja, três inoculações por diluição. Esse processo foi

realizado tanto para identificação dos Coliformes termotolerantes totais quanto para *Salmonella* spp. Depois de inoculadas as placas para identificação de Coliformes termotolerantes e totais, foram incubadas em estufa a 45 °C, e as placas para identificação de *Salmonella* spp foram incubadas em estufa a 35-37 °C por um período de 24 horas. Todos os procedimentos descritos anteriormente foram realizados dentro de uma capela de fluxo laminar que se encontrava previamente desinfetada com álcool 70% e na qual foi aplicada luz UV por 20 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constam nas Tabelas 1 e 2 os resultados médios das análises microbiológicas das amostras sem irradiação (0 kGy) (testemunhas) e as amostras irradiadas com as doses de radiação gama de: 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy. Os parâmetros seguidos para conformidade das amostras presuntivas foram de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Para hortaliças e similares - “Frescas, ‘in natura’, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, com exceção de cogumelos” (BRASIL, 2001a).

Tabela 1 - Resultados da análise microbiológica (em UFC/g) das amostras da carqueja com e sem tratamento de irradiação

Amostra Doses	<i>Salmonella</i> spp	<i>Shigella</i> spp	Coliformes termotolerantes	Coliformes totais
0 kGy	$\geq 10^4$	$\geq 10^4$	$2,2 \times 10^5$	$\geq 10^5$
2,5 kGy	$\geq 10^3$	$\geq 10^3$	$2,2 \times 10^5$	$\geq 10^5$
5,0 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
7,5 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Tabela 2. Resultados da análise microbiológica das amostras de espinheira santa com e sem tratamento de irradiação.

Amostra Doses	<i>Salmonella</i> spp	<i>Shigella</i> spp	Coliformes termotolerantes	Coliformes totais
0 kGy	$\geq 10^4$	$\geq 10^4$	$2,2 \times 10^5$	$\geq 10^5$
2,5 kGy	$\geq 10^3$	$\geq 10^3$	$2,2 \times 10^5$	$\geq 10^5$
5,0 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
7,5 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Podemos observar pelos resultados das Tabelas 1 e 2, que a carga microbiana inicial dessas amostras estava relativamente alta, não apresentando conformidade com a legislação. Na primeira dose de radiação gama com 2,5 kGy aplicada nas amostras não foi suficiente para a descontaminação da carqueja e da espinheira santa. Houve uma redução na carga microbiana na ordem de 10% para *Salmonella* spp e para *Shigella* spp, porém ainda como o material estava em desacordo com a legislação para coliformes termotolerantes e totais. Já para essa classe de bactérias, a dose de 2,5 kGy não foi suficiente para a descontaminação das amostras irradiadas.

Quando o material foi submetido à dose de 5,0 kGy, observou-se que essa dose de radiação gama foi efetiva na descontaminação das amostras, estando de acordo com a legislação sanitária para todos os microrganismos analisados, portanto estando as especiarias próprias para o consumo humano.

O Brasil não possui uma legislação em relação à contaminação por fungos em plantas de chá. A resolução vigente sobre os padrões de contaminação microbiológica de alimentos (RDC 12/2001) apenas inclui valores para *Salmonella* sp. e Coliformes (BRASIL, 2001b). A Organização Mundial da Saúde recomenda que as plantas que serão utilizadas em infusões quentes tenham uma contaminação fúngica de até 10^5 UFC/g na planta (WHO, 1998). Os valores encontrados nesse trabalho estão dentro do recomendado pela OMS.

Diversos autores encontraram níveis altos de contaminação de fungos em diversos tipos de plantas utilizada em infusões (AQUINO et al., 2010; ARAUJO, OHARA, 2000; ALMEIDA 2012; MARTINS et al., 2001) e mesmo aqueles em que a contaminação foi baixa, a maioria dos fungos eram produtores de micotoxinas como os do gênero *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* e *Fusarium* (BERNARDI et al., 2005; BUGNO et al., 2005; CARVALHO et al., 2009; ROCHA et al., 2005).

A dose de 5,0 kGy, que foi a dose mínima para que não apresentasse crescimento de fungos nos chás com A_w baixa, está de acordo com a literatura. Kayusin-Razem et al. (2001) relataram que a faixa de dose entre 5,0 a 8,0 kGy é suficiente para descontaminar diversos materiais vegetais secos. Mishra et al. (2006) verificaram que a dose mínima de 5,0 kGy foi necessária para eliminar o crescimento de fungos, principalmente do gênero *Aspergillus* em *C. sinensis*. Aquino et al. (2010) observaram que *C. sinensis* com A_w de 0,58 irradiadas com 5,0 kGy tiveram a carga fúngica diminuída a níveis não detectados. Thomas et al. (2008) descreveram que dois tipos de chá preto irradiado com 7,0 kGy tiveram seus níveis de contaminação diminuídos ao nível não detectado, porém

nenhuma dose mais baixa foi utilizada. Com o aumento da A_w , as células microbianas aumentaram seus metabolismos, entrando na fase Log e nessa fase, devido à alta velocidade de reprodução e metabolismo, essas células são mais sensíveis à radiação (TORTORIA et al., 2002). A sinergia desse fenômeno com a radiólise faz com que a dose de radiação seja menor para diminuir a contaminação microbiológica em plantas de chá com alta A_w . Fanaro (2013) concluiu que a dose de 5,0 kGy foi suficiente para o controle microbiológico em chá verde e chá preto de *Camellia sinensis*. Reggiolli (2020) concluiu que a dose de 5,0 kGy foi eficiente na descontaminação microbiana das especiarias estudadas.

CONCLUSÕES

A dose de 5,0 kGy foi suficiente para fazer a desinfecção das duas espécies de planta carqueja, *Baccharis trimera* (Less.) e espinheira santa *Maytenus ilicifolia* (Schrad.).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.C. *Efeitos do processamento por radiação em espécies da família zingiberaceae: açafrão (Curcuma longa L.), gengibre (Zingiber officinale Roscoe) e zedoária (Curcuma zedoaria (Christm.)Roscoe)*. 2012. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

AQUINO, S. *Efeitos da radiação gama no crescimento de Aspergillus flavus produtor de aflatoxinas e no emprego da técnica da reação em cadeia de polimerase (PCR) em amostras de grãos de milho inoculadas artificialmente*. 2003. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

AQUINO, S.; GONÇALEZ, E.; ROSSI, M.H.; NOGUEIRA, J.H.C.; REIS, T.A.; CORREA, B. Evaluation of fungal burden and aflatoxin presence in packed medicinal plants treated by gamma radiation. *J. Food Protec.*, v. 73, p. 932-937, 2010.

ARAÚJO, A.L.D.; OHARA, M.T. Qualidade microbiológica de drogas vegetais comercializadas em feira de São Paulo e de infusos derivados. *Rev. Bras. Cienc. Farmac.*, v. 36, p. 129-137, 2000.

BERNARDI, E.; CALDEIRA, M.F.; NASCIMENTO, J.S. Identificação de fungos filamentosos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. Hil.). *Arq. Inst. Biol.*, v. 72, p. 489-493, 2005.

BRASIL. **Regulamento técnico para irradiação de alimentos**. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n° 21, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2001a.

BRASIL. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC n° 12, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2001b.

BUGNO, A.; BUZZO, A.A.; NAKAMURA, C.T.; PEREIRA, T.C.; MATOS, D.; PINTO, T.J.A. Avaliação da contaminação microbiana em drogas vegetais. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v. 41, p. 491-497, 2005.

CARVALHO, S.; STUART, R.M.; PIMENTEL, I.C.; DALZOTO, P.R.; GABARDO, J.; ZAWADNEAK, M.A.C. Contaminação fúngica em chás de camomila, erva-doce e erva-mate. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v. 68, p. 91-5, 2009.

LINCÉE, H.; POOL-ZOBEL, B. L. Genotoxic properties of 2-dodecylcyclobutanone, A compound formed on irradiation of food containing fat. *Radiat. Phys. Chem.*, v. 52, p. 39-42, 1998.

DIEHL, J.F. Food irradiation - past, present and future. *Radiat. Phys. Chem.*, v. 63, p. 211-215, 2002.

DIEHL, J.F. **Safety of irradiated foods**. New York: Marcel Dekker, 1995. FANARO, G. B. **Efeito da radiação ionizante na formação de voláteis em chás da planta *Camellia sinensis* (L)**. 2009. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

FANARO, G. B. **Efeito da radiação ionizante em chás da planta *Camellia sinensis* irradiados com diferentes atividades de água**. Tese de Doutorado IPEN, 2013, 90 p.

FANARO, G.B.; ARAÚJO, M.M.; THOMAZ, F.S.; DUARTE, R.C.; VILLAVICENCIO, A.L.C.H. Comparison of treatment in soybean grains between ⁶⁰Co and e-beams applications. In: International Nuclear Atlantic conference (INAC) - VIII ENAN, 2007. **Proceedings...** Santos, SP. Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN), 2007.

GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. 5ªed. Barueri: Manole,2015.

HAYES, D.J.; MURANO, E.A.; MURANO, P.S.; OLSON, D.G.; SAPP, S.G. **Food Irradiation: A Sourcebook**. 1 ed. [S.I]: Ames, 1995.

IAEA. International Atomic Energy Agency - Food irradiation with emphasis on process control and acceptance in Asia. **IAEA TEC.DOC-871**, 2001.

ICGFI. The development of X-ray machines for food irradiation. Vienna, Austria, 1995.

KATUSIN-RAZEM, B.; NOVAK, B. RAZEM, D. Microbiological decontamination of botanical raw materials and corresponding pharmaceutical products by irradiation. *Radiat. Phys. Chem.*, v. 62, p. 261-275, 2001.

LADEIRA, L.C.D. O que é irradiação de alimentos. Revista Eco 21, Rio de Janeiro. Edição 42, setembro-outubro de 1999. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=695>. Acesso em 9 de julho de 2016.

MARTINS, H.M.; MARTINS, M.L.; DIAS, M.I.; BERNARDO, F. Evaluation of microbiological quality of medicinal plants used in natural infusions. *Int. J. Food Microb.*, v. 68, p. 149-151, 2001.

MODANEZ, L. Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação. 2012. 104p. Tese (Doutorado) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2012.

MOREHOUSE, M. Food irradiation: the treatment of foods with ionizing radiation. *Food Test. Anal.*, v. 4, 1998.

MISHRA, B.B.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Microbial decontamination of tea (*Camellia sinensis*) by gamma radiation. *J. Food Sci.*, v. 71, p. M151-M156, 2006.

MONK, J. D.; BEUCHAT, L. R.; DOYLE, M. P. Irradiation inactivation of food-borne microorganisms. *J. Food Protec.*, v. 58, p. 197-208, 1995.

MOREHOUSE, M. Food irradiation: the treatment of foods with ionizing radiation. *Food Test. Anal.*, v. 4, 1998.

ORDONÊZ, J.A. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. V. 1. Porto Alegre Artmed, 2005.

REGGIOLLI, M. R. *Os efeitos da irradiação gama sobre as especiarias*. Tese doutorado IPEN, 2020, 109 p.

ROCHA, L.O.; SOARES, M.M.S.R.; CORRÊA, C.L. Análise da contaminação fúngica em amostras de *Cassia acutifolia* (sene) e *Peumus boldus* (Molina) Lyons (boldo-do-chile) comercializados na cidade de Campinas, Brasil. *Rev. Bras. Cien. Farmac.*, v. 40, p. 521-527, 2004.

TUA SAUDE. Disponível em : <https://www.tuasaude.com/carqueja/espinaheira-santa#:~:text=A%20carqueja%20%C3%A9%20rica%20em,gripes%20e%20resfriados%2C%20por%20exemplo>. Acesso em 25/05/2022.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. *Microbiologia*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SLIVA, P. P. M.; KLUGE, R. A.; SPOTO, M. H. F. Radiação Gama em Produtos de Origem Vegetal. *Rev. Virtual Quim.*, 2015, 7 (1), 267-277.

VILLAVICENCIO, A.L.C.H.; FANARO, G.B.; ARAÚJO, M.M.; AQUINO, S.; SILVA, P.V.; MANCINI-FILHO, J. Detection of *Phakopsora pachyrhizi* by polymerase chain reaction (PCR) and use of germination test and DNA comet assay after e-beam processing in soybean. *Radiat. Phys. Chem.*, v. 76, p. 1878-1881, 2007.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Quality control methods for medicinal plant materials*. World Health Organization: Geneva, 1998. 122p.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Safety and nutritional adequacy of irradiated food*. Geneva, 1994.