

MEDICINA:

Aspectos Epidemiológicos, Clínicos e Estratégicos de Tratamento **4**



Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2021

Medicina: aspectos epidemiológicos, clínicos e estratégicos de tratamento 4

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Benedito Rodrigues da Silva Neto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M489 Medicina: aspectos epidemiológicos, clínicos e estratégicos de tratamento 4 / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-059-6

DOI 10.22533/at.ed.596211405

1. Medicina. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da (Organizador). II. Título.

CDD 610

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

CAPÍTULO 11.....87

ESTUDO DESCRITIVO DE LÂMINAS POSITIVAS PARA MALÁRIA ENTRE OS ANOS DE 2015 A 2018 NO ESTADO DE RONDÔNIA

Henrique Feitosa Dias
Jaqueline Arebalo Cuêvas
Diogo Vicente Ferreira de Lima
Vinicius Antonio Hiroaki Sato
Maria Lais Devólio de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.59621140511

CAPÍTULO 12.....94

IRRADIAÇÃO EM ALIMENTOS: AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES QUÍMICAS E PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

Ana Cristina Mendes Ferreira da Vinha
Anabela Machado Macedo
Carla Alexandra Lopes Andrade de Sousa e Silva

DOI 10.22533/at.ed.59621140512

CAPÍTULO 13.....109

LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DAS INTOXICAÇÕES EXÓGENAS NO BRASIL ENTRE 2007 E 2017

Gabriel Antunes Sousa Silva
Nicole Nogueira Cardoso
Andressa Ribeiro da Costa
Virgínia Braz da Silva Vaz
Daniel Martins Borges
Bárbara Matos de Moraes
José Pires Pereira Neto
Leonardo Marcuzzo Vieira
Pedro Ivo Galdino da Costa
João Victor de Jesus Franco
Regiane da Silva Souza
Lara Cândida de Sousa Machado

DOI 10.22533/at.ed.59621140513

CAPÍTULO 14.....119

LIPODISTROFIA DE DUNNIGAN COMO DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DA SÍNDROME DE CUSHING: RELATO DE CASO

Arthur Suzano Mengarda
Bruno de Cezaro
Catherine Muttes Medeiros
Eduardo Guimarães Camargo

DOI 10.22533/at.ed.59621140514

CAPÍTULO 15.....125

OS BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA NO COMBATE À COVID-19: UMA REVISÃO DE LITERATURA INTEGRATIVA

Maine Virgínia Alves Confessor

IRRADIAÇÃO EM ALIMENTOS: AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES QUÍMICAS E PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

Data de aceite: 01/05/2021

Ana Cristina Mendes Ferreira da Vinha

Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, Portugal. 2FP-ENAS ((Unidade de Investigação UFP em Energia, Ambiente e Saúde), CEBIMED (Centro de Estudos em Biomedicina), Universidade Fernando Pessoa)
Porto, Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-6116-9593>

Anabela Machado Macedo

Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, Portugal.

Carla Alexandra Lopes Andrade de Sousa e Silva

Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, Portugal. 2FP-ENAS ((Unidade de Investigação UFP em Energia, Ambiente e Saúde), CEBIMED (Centro de Estudos em Biomedicina), Universidade Fernando Pessoa),
Porto, Portugal.
<https://orcid.org/0000-0001-6467-4766>

RESUMO: São inúmeras as técnicas de conservação de alimentos descritas atualmente na literatura, todas visando o aumento de tempo de vida útil dos alimentos, sem perdas nutricionais significativas dos mesmos. A utilização da energia ionizante para a preservação dos géneros alimentares tem vindo a ser amplamente

estudada pela indústria. Nesse sentido, a tecnologia alimentar está a progredir de forma a aumentar a preservação alimentar e a contribuir para a diminuição da incidência de doenças relacionadas com a ingestão de alimentos contaminados. A irradiação consiste na exposição do alimento a uma radiação ionizante, de forma a minimizar a flora microbiana e a diminuir a velocidade das reações químicas intrínsecas no alimento. Inerentes a essas condições, a presença de certos compostos químicos, correntemente designados como bioativos, onde se incluem os compostos fenólicos, são reconhecidos pelos seus efeitos biológicos na promoção da saúde. Quando ingeridos em quantidades adequadas, atuam na captação de radicais livres nocivos ao organismo e evitam a oxidação de substâncias facilmente oxidáveis. No presente trabalho foram estudados dois alimentos submetidos à técnica de irradiação. As sementes de abóbora e os grãos de feijão mungo foram submetidos a doses crescentes de radiação ionizante, de forma a avaliar a atividade antioxidante proveniente dos compostos fenólicos e dos flavonoides totais presentes nestas matrizes alimentares, tendo sempre em consideração um grupo controlo. Concluiu-se que a irradiação das amostras testadas é favorável, até uma determinada dose, garantindo o seu teor em polifenóis e, conseqüentemente, as propriedades biológicas reconhecidas por estes compostos.

PALAVRAS - CHAVE: Abóbora (*Cucurbita pepo*), Feijão mungo (*Vigna radiata*), irradiação, compostos bioativos, propriedades biológicas.

FOOD IRRADIATION: EVALUATION ON CHEMICAL CHANGES AND BIOLOGICAL PROPERTIES

ABSTRACT: There are many techniques for food preservation described in the literature, all aimed to increase the “life” of the food, without significant nutritional losses. The use of ionizing energy for preservation has been widely studied by the food industry. In this regard, food technology is making progress towards increasing food preservation and contributing to a reduction in the incidence of food-related diseases. Irradiation consists of exposing the food to an ionizing radiation in order to minimize microbial flora and slow the intrinsic chemical reactions of the microbial flora. Inherent in these conditions, the presence of certain chemical compounds, commonly referred to as bioactive, which include phenolic compounds, are recognized for their biological effects on health promotion. When ingested in adequate quantities, they act in the capture of free radicals that are harmful to the organism and avoid the oxidation of easily oxidisable substances. In the present study, two foods were submitted to the irradiation technique. Pumpkin seeds and mung bean were tested at increasing doses in order to evaluate the antioxidant activity from phenolic compounds and flavonoids total in these food matrices, always taking into account a control group. It was possible to conclude that the irradiation of the samples tested favors, up to a certain dose, ensuring their content of polyphenols and hence the biological properties of these compounds.

KEYWORDS: Pumpkin (*Cucurbita pepo*), Mung beans (*Vigna radiata*), irradiation, bioactive compounds, biological properties.

1 | INTRODUÇÃO

A alimentação é essencial à vida e os hábitos alimentares são uma condicionante das sociedades e das culturas das diversas civilizações. O conceito de “modernidade alimentar” sintetiza e representa os impactos que a alimentação tem vindo a sofrer, motivada em grande parte por um aumento populacional, e pela transição para dietas com mais calorias, com alimentos de origem animal e ultraprocessados. Embora dietas mais saudáveis e predominantemente à base de vegetais sejam essenciais para o cumprimento das metas ambientais, as barreiras sociais, económicas e culturais dificultam estas mudanças (Clark et al., 2020; Fonseca et al., 2011). Nesse contexto, a tecnologia alimentar tem evoluído no sentido de aumentar a conservação dos alimentos e, consequentemente, o tempo de vida útil dos mesmos, tornando-os mais acessíveis ao consumidor em geral e evitando o desperdício (Salmas et al., 2020; Sridhar et al., 2020). No entanto, os problemas de saúde e segurança alimentar também ocupam um lugar de destaque nas preocupações dos seres humanos (Evans e Lawson, 2020; Sade e Peleg, 2020; Matias et al., 2013). Por esse motivo, os processos de conservação dos alimentos têm sido cada vez mais estudados. Congelação, pasteurização, refrigeração, desidratação e fermentação são exemplos de técnicas atuais usadas na preservação dos alimentos (Salmas et al., 2020; Kalyani e Manjula, 2014; Modanez, 2012).

A irradiação é outra técnica de conservação, atualmente já muito estudada, embora

introduzida na indústria alimentar mais recentemente. Esta técnica de conservação foi utilizada pela primeira vez em 1905 por cientistas britânicos, e posteriormente usada nos Estados Unidos da América, na conservação da carne de porco, pela inativação da *Trichinella spiralis* (Baer et al., 2013). A irradiação dos alimentos consiste na exposição dos mesmos, sejam de origem vegetal e/ou animal, à radiação ionizante, proveniente tanto de uma máquina de feixes de elétrons como de fontes radioativas. Este processo de irradiação usa iões de raios beta ou gama para inativar ou destruir as pragas responsáveis pela deterioração dos alimentos, microrganismos e suas toxinas, sem aumentar significativamente a temperatura do produto tratado. Vários fatores intrínsecos e extrínsecos estão envolvidos na determinação da eficácia da irradiação de ionização contra esses organismos, sendo a dose de radiações recomendada de acordo com o tipo de irradiação, substrato e microrganismo (Munir e Federighi, 2020). Segundo a Agência Internacional para a Energia Atômica, a radiação ionizante para o tratamento de alimentos pode ser aplicada com segurança se houver limitação de energia das fontes (FDA, 2019). Esta técnica é cientificamente aceite por órgãos internacionais, tais como a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a Administração Federal de Alimentos e Medicamentos (FDA), sendo capaz de inativar microrganismos patogénicos em alimentos crus, congelados ou descongelados (Ornellas et al., 2006). A irradiação coopera significativamente tanto na conservação e inocuidade do alimento, como na promoção da saúde do consumidor final (Silva e Roza, 2010). Embora ainda haja muita discordância no recurso à irradiação em alimentos e desconhecimento da população sobre esta técnica (Galati et al., 2019), ensaios toxicológicos e nutricionais mostram que a mesma é cada vez mais segura (Couto e Santiago, 2010).

Outro problema atual incide no crescimento da população mundial e na carência generalizada de proteína vegetal, o que estimula um maior interesse pelas leguminosas, sementes e grãos vegetais, reconhecidos pelo seu aporte proteico. A procura de grãos de leguminosas ricas em proteína vegetal é cada vez maior, havendo um reconhecimento crescente das suas propriedades nutricionais e benefícios para a saúde. Desse modo, algumas informações sobre o tipo de colheita, secagem e armazenamento são fundamentais na manutenção da qualidade dos grãos para o consumo humano. O desenvolvimento de fungos nestas matrizes alimentares é propício, sendo que a humidade, temperatura, período de armazenamento, nível inicial de contaminação, impurezas, insetos, concentração de dióxido de carbono intergranular e condições físicas e sanitárias dos grãos, são condicionantes para o desenvolvimento de fungos. Os fungos tóxicos pertencem basicamente aos géneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, os quais são responsáveis pela produção da maioria das micotoxinas até hoje conhecidas e estudadas (Ismail e Papenbrock, 2015; Sawane e Sciences, 2014). As espécies *Fusarium* são patogénicas para as plantas, produzindo micotoxinas antes da colheita ou imediatamente após a mesma, enquanto os géneros *Penicillium* e *Aspergillus* são mais comumente

encontrados como contaminantes de produtos alimentares, desenvolvendo-se durante o período de secagem e armazenamento (Freire et al., 2007). Pelos motivos referidos, os grãos e as sementes vegetais utilizadas para consumo humano são exemplos de alimentos que devem ser irradiados. Segundo Ismaiel e Papenbrock (2015), a principal via de exposição dos animais às micotoxinas é feita através da ingestão de alimentos contaminados, apesar de existirem casos esporádicos de contaminação por inalação de micotoxinas e por contacto cutâneo. As culturas agrícolas, especialmente os cereais, são suscetíveis à contaminação fúngica, no campo ou durante o período de armazenamento. Os níveis de micotoxinas nos alimentos podem flutuar grandemente e variar de ano para ano, consoante as condições para o crescimento de fungos (Samuel e Valentine, 2014). Assim, neste trabalho, estudou-se o efeito da irradiação no teor de fenólicos e flavonoides totais, e avaliou-se o seu potencial antioxidante, de duas sementes alimentares, abóbora e feijão mungo, vulgarmente consumidas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostras

As sementes de abóbora e de feijão mungo foram adquiridas numa área comercial localizada na cidade de Nova York, Estados Unidos da América. Cada kit de amostragem era constituído por uma amostra controlo (sem irradiação) e amostras irradiadas com intensidades de K Gy diferentes. Após a receção das amostras, as mesmas foram armazenadas em frascos de amostragem e conservadas ao abrigo da luz e humidade. Seguidamente foram trituradas num moinho (Grindomix GM200, Retch, Alemanha) até à obtenção de um pó fino e homogéneo. As amostras foram armazenadas a 4°C até serem realizados os ensaios experimentais.

2.2 Determinação de compostos bioativos

2.2.1 Preparação dos extratos

Para a obtenção dos extratos, adicionou-se cerca de 1 g de amostra a 50 mL de etanol, usado como solvente extrator. O método de extração foi baseado no estudo validado por Costa et al. (2014), modificado e publicado por Macedo et al. (2018).

2.2.2 Compostos fenólicos totais

A determinação do conteúdo em fenólicos totais seguiu a metodologia espectralométrica descrita por Wootton-Beard et al (2011), recorrendo ao reagente de Folin-Ciocalteu e usando o ácido gálgico como padrão (macedo et al., 2018). A correlação entre a absorvência das amostras e a concentração do padrão foi obtida através da curva

de calibração (gama de linearidade: 5-100 ppm, $R^2 = 0,9924$). Os resultados obtidos foram expressos em miligramas de equivalentes em ácido gálico por grama de extrato (mg EAG / g de extrato seco).

2.2.3 Flavonoides totais

O teor de flavonoides totais foi determinado recorrendo a um ensaio colorimétrico baseado na formação de complexos flavonoide-alumínio, previamente validado por Rodrigues et al. (2013), ajustado por Macedo et al. (2018). As leituras das absorvências foram efetuadas no leitor de Microplacas, recorrendo-se à catequina como padrão. A curva de calibração foi obtida através de diferentes concentrações de catequina, tendo-se obtido a gama de linearidade 5-300 ppm e $R^2 = 0,9982$. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de catequina por grama de extrato (mg EC/ g de extrato seco).

2.3 Atividade antioxidante pelo método do radical DPPH[•]

O princípio do método baseia-se na capacidade de um agente antioxidante reduzir o radical livre DPPH[•] quando em contacto com este, convertendo-o em hidrazina, através da transferência de eletrões. Quando uma determinada substância dadora de átomos de hidrogénio é adicionada a uma solução de DPPH, a hidrazina é obtida com a mudança simultânea na coloração de violeta para amarelo pálido (Silva et al., 2017; Sucupira et al, 2012). Como controlo positivo utilizou-se uma solução-mãe de Trolox. Foram usadas diferentes concentrações de extrato para avaliar a percentagem de inibição do radical livre. Os resultados foram expressos como percentagem da redução do DPPH[•] a difenil-picril-hidrazina.

2.4 Análise Estatística

Todos os resultados obtidos estão apresentados em média±desvio padrão resultante dos ensaios realizados em triplicado. O tratamento estatístico dos resultados foi processado no programa informático Microsoft Office Excel® 2013, SPSS® versão 24.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os antioxidantes podem ser definidos como substâncias que evitam a oxidação através do domínio de radicais livres, impedindo que estes se tornem nocivos à saúde. O poder antioxidante advém dos compostos fenólicos, dos quais os flavonoides fazem parte (Silva et al., 2017). O efeito do sequestro de radicais é determinado não somente pela reatividade do antioxidante com o radical, mas também pela sua concentração.

3.1 Abóbora (*Cucurbita pepo*)

3.1.1 Teores de fenólicos e de flavonoides totais

As sementes de abóbora são consideradas fontes ricas em nutrientes (Ramoni et al., 2014), bem como de compostos não-nutrientes, onde se incluem os ácidos fenólicos, flavonoides, carotenoides, ácidos gordos polinsaturados, entre outros (Montesano et al., 2018). Na Tabela 1 estão apresentados os teores de fenólicos e flavonoides totais presentes nas diferentes amostras usadas neste estudo, tendo em consideração a irradiação submetida a cada amostra.

Sementes de Abóbora (<i>Cucurbita pepo</i>)		
Amostras	Fenólicos totais (mg EAG/g)	Flavonoides totais (mg EC/g)
Controlo	0,51±0,02 ^b	0,095±0,003 ^b
Irradiadas (0,5KGy)	0,58±0,03 ^b	0,090±0,005 ^b
Irradiadas (1,5KGy)	0,82±0,04 ^a	0,127±0,004 ^a
Irradiadas (5,0KGy)	0,36±0,05 ^c	0,028±0,004 ^c

Tabela 1. Teores de fenólicos e de flavonoides totais nas sementes de abóbora.

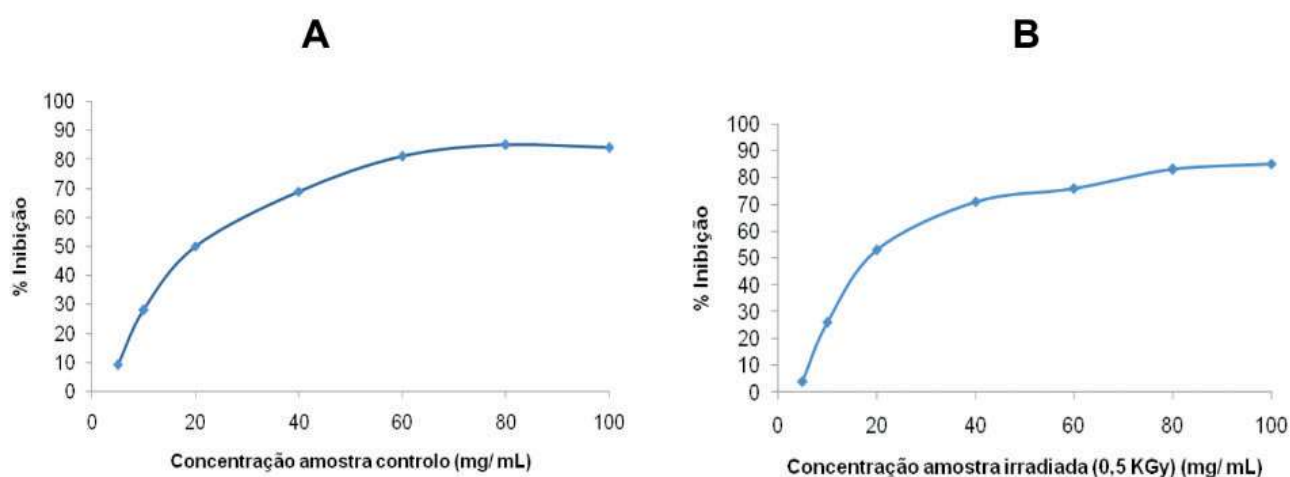
Média ± Desvio Padrão (n=3). ^{a,b,c}Letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas (p < 0,05).

Pela análise da Tabela 1, verificam-se diferenças significativas entre as amostras estudadas no que toca à avaliação da intensidade de radiação. De uma maneira geral, as intensidades baixas não afetam significativamente o teor de fenólicos totais, sendo que a amostra controlo (isenta de radiação) apresentou um teor idêntico à amostra irradiada com 0,5 KGy (menor dosagem). Contudo, o teor de fenólicos totais foi significativamente superior na amostra irradiada com 1,5 KGy (0,82 mg EAG/g) e para 5,0 KGy os teores encontrados foram os mais baixos de todos. Estes resultados presumem que a intensidade da irradiação interfere diretamente no teor de fenólicos totais, sendo que, para as sementes de abóbora, a intensidade de 1,5 KGy mostrou-se mais favorável. No entanto, mais determinações deveriam ser realizadas, com amostras irradiadas entre 1,5 e 5,0 KGy, de forma a fundamentar os resultados experimentais obtidos. Relativamente aos teores de flavonoides totais obtidos, os resultados mostraram-se idênticos ao perfil tendencial observado para os fenólicos totais, não no que se refere a teores, mas à influência da radiação nas sementes. Os teores de flavonoides totais foram significativamente inferiores aos teores de fenólicos totais, o que era expectável, uma vez que os flavonoides integram o grupo dos compostos fenólicos que, por sua vez, apresentam uma diversidade de outros compostos. Outros estudos semelhantes confirmam a superioridade em fenólicos totais,

em relação aos teores de flavonoides totais (Ammar et al., 2014; Valenzuela et al., 2014). Uma vez mais, verifica-se que a radiação de 0,5 KGy não interfere de forma significativa nos teores de flavonoides, sendo que a 1,5 KGy observa-se um aumento dos seus teores. De facto, a amostra irradiada a 1,5 KGy apresentou maior concentração destes compostos (0,127 mg EC/g) e a amostra irradiada a 5,0 KGy obteve teores inferiores à amostra controlo (0,028 e 0,095 mg EC/g, respetivamente). Estes resultados indicam, uma vez mais, que o controlo da radiação em matrizes alimentares é fundamental, na medida é que esta pode diminuir os teores de nutrientes e não-nutrientes presentes no alimento sujeito à irradiação.

3.1.2 Atividade antioxidante

Os compostos antioxidantes, quando ingeridos em quantidades adequadas, promovem a diminuição de radicais livres em excesso, evitando mesmo, em quantidades mínimas, a oxidação de substâncias facilmente oxidáveis e diminuem a incidência de doenças relacionadas com o stresse oxidativo (Lee et al., 2020; Silva et al., 2017; Sucupira et al., 2012). Os antioxidantes podem ser benéficos para a melhoria da qualidade de vida, devido às reconhecidas propriedades biológicas na prevenção de diversas doenças, tais como cardiovasculares, neoplasias, aterosclerose, artrite reumática, hipertrofia muscular e neurodegenerativas (e.g. Alzheimer) (Hrelia e Angeloni, 2020). Assim, neste trabalho foi avaliada a atividade antioxidante das amostras em estudo, usando-se diferentes concentrações de extratos, de forma a averiguar se o aumento dos teores de compostos bioativos interferia na atividade antioxidante. Na Figura 1 estão representadas as percentagens de inibição do radical livre DPPH[•], em função das concentrações de extrato para cada amostra proposta neste trabalho.



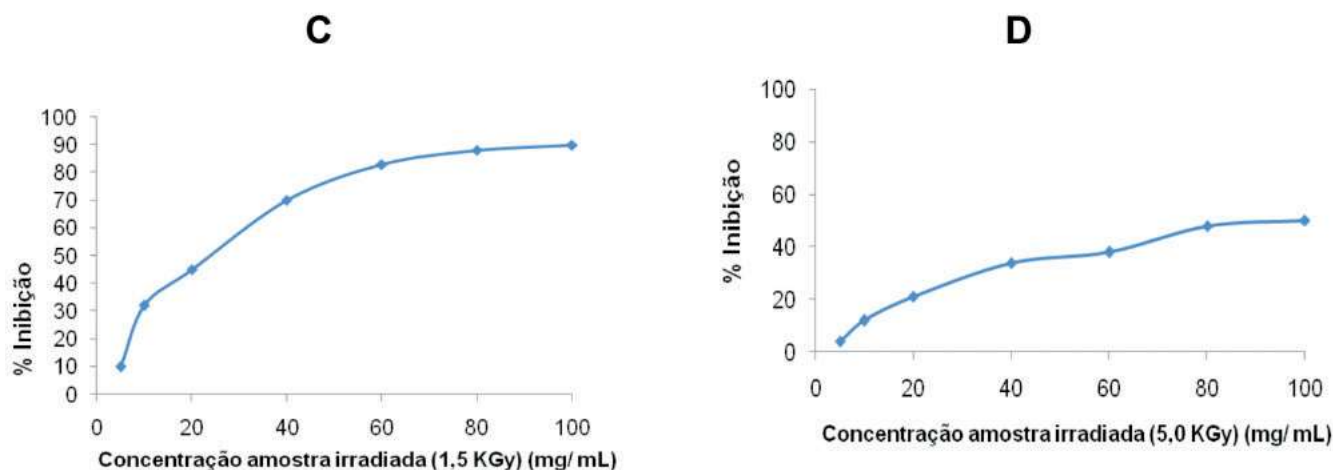


Figura 1. Percentagem (%) de inibição do radical DPPH• obtida nos extratos etanólicos das sementes de abóbora com diferentes concentrações - grupo controle (A); grupos sujeitos a radiação (B a D).

O gráfico A, referente ao grupo controle, serve de referência para a avaliação e comparação dos restantes resultados. Neste existe uma relação direta entre o aumento da concentração de compostos antioxidantes nos extratos etanólicos e a percentagem de inibição. A maior concentração avaliada (100 mg/mL) apresentou uma atividade antioxidante de ~80%. Nos gráficos B, C e D, encontram-se os resultados relativos às amostras irradiadas a 0,5; 1,5 e 5,0 Kgy, respetivamente. Nos gráficos B e C, com as respetivas doses de radiação de 0,5 e 1,5 Kgy, verificou-se que o aumento da concentração dos extratos etanólicos era proporcional ao aumento da atividade antioxidante. O aumento da atividade antioxidante foi mais acentuado a partir da concentração de 80 mg/mL, nas amostras irradiadas a 0,5 e 1,5 Kgy, obtendo-se uma atividade antioxidante de 80% e 90% respetivamente. Uma vez mais, a amostra com maior atividade antioxidante foi a irradiada a 1,5 Kgy, o que indicia que os teores de compostos bioativos estão diretamente relacionados com a mesma. No que diz respeito ao gráfico D (amostra irradiada a 5,0 Kgy), e comparando com o gráfico A, a percentagem de inibição foi significativamente inferior à da amostra controle, facto que está diretamente relacionado com os seus baixos teores de fenólicos e flavonoides totais (Tabela 1). A maior concentração testada para esta dose, apresentou uma % de inibição aproximadamente de 45%. Uma vez mais, estes resultados indicam que as sementes de abóbora não devem ser submetidas a técnicas de irradiação altas (5,0 Kgy). Um estudo recente (Timakova, 2018) realizado com maçãs também mostrou a necessidade de limitar a dose de radiação a 3 kGy, a fim de preservar o potencial antioxidante do fruto.

3.2 Feijão mungo (*Vigna radiata*)

3.2.1 Teores de fenólicos e de flavonoides totais

O feijão mungo faz parte da alimentação humana e animal. É um alimento rico em proteínas e hidratos de carbono e pobre em lípidos, sendo reconhecido o seu elevado teor em fibras e, conseqüentemente, fácil de digerir (Dahu et al., 2016). Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos para os teores fenólicos e de flavonoides totais dos extratos etanólicos usados.

Sementes de feijão mungo (<i>Vigna radiata</i>)		
Amostras	Fenólicos totais (mg EAG/g)	Flavonoides totais (mg EC/g)
Controlo	2,70±0,16 ^d	11,05±0,18 ^d
Irradiadas (0,5K Gy)	3,04±0,08 ^c	12,36±0,33 ^c
Irradiadas (1,0K Gy)	3,54±0,14 ^b	16,26±0,24 ^a
Irradiadas (1,5K Gy)	3,94±0,07 ^a	13,61±0,49 ^b

Tabela 2. Resultados obtidos para a amostra de sementes de feijão mungo.

Média ± Desvio Padrão (n=3). ^{a,b,c} Letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas (p < 0,05)

No caso do feijão, as amostras estudadas foram o controlo e as amostras irradiadas a 0,5; 1,0 e 1,5 K Gy, não sendo possível efetuar uma determinação com irradiação superior, pela ausência da mesma no kit adquirido. Relativamente aos fenólicos totais observou-se um acréscimo dos seus teores mediante o aumento da irradiação, sendo que para a amostra irradiada a 1,5 K Gy os teores encontrados foram significativamente superiores (3,94 mg EAG/g). Tal como o observado nas sementes da abóbora (Tabela 1), este comportamento foi idêntico. Os resultados obtidos estão de acordo com outros estudos já publicados. Por exemplo, Xue et al. (2016) descreveram teores idênticos em feijões germinados, mas sem irradiação (~3,5 mg EAG/g). No entanto, em feijões não germinados, outros autores descreveram teores ligeiramente superiores (5,80 mg EAG/g) (Khang et al., 2016). De entre os fenólicos presentes, foram descritos em vinte cultivares de feijão mungo os ácidos cafeico, p-cumárico, ferúlico e sirínico (Shi et al., 2016). Contrariamente ao esperado, os teores de flavonoides não foram aumentando de forma direta com o aumento da intensidade da radiação. De facto, os feijões irradiados com 1,0 K Gy apresentaram teores significativamente superiores (16,26 mg EC/g), seguidos dos irradiados a 1,5 K Gy (13,61 mg EC/g) e a 0,5 K Gy (12,36 mg EC/g). Embora tenha existido uma oscilação entre o teor de flavonoides e a intensidade da irradiação, todas as amostras irradiadas apresentaram teores superiores à amostra controlo (11,05 mg EC/g), o que permite afirmar

que as intensidades usadas no processo de conservação foram adequadas para manter os teores de flavonoides. Embora não tenha sido possível encontrar dados que permitissem afirmar a veracidade dos nossos resultados, poder-se-á concluir que a irradiação é vantajosa na inibição da hidrólise dos compostos bioativos. Shi et al. (2016) descreveram teores de flavonoides totais significativamente superiores aos obtidos neste trabalho (~22,5 mg/g). No entanto, tal como nas amostras estudadas, estes autores obtiveram teores de fenólicos totais inferiores aos de flavonoides. Porém, obteve-se uma concordância com o estudo publicado por Xue et al. (2016) em feijões germinados: após dois dias (~2,8 mg/g); após quatro dias (~4,9 mg/g); após seis dias (~4,8 mg/g). O feijão mungo é tradicionalmente conhecido como um alimento funcional e seus componentes funcionais foram identificados ao longo de décadas recorrendo a diferentes técnicas analíticas. Nos últimos anos, a funcionalidade fisiológica do feijão mungo recebeu maior destaque pela comunidade científica, particularmente em relação ao conteúdo da enzima conversora anti-angiotensina I e aos efeitos antitumorais, antioxidantes, antidiabéticos e anti-melanócitos (Shi et al., 2016). Os mesmos autores sugeriram que diferentes cultivares chinesas de feijão mungo são ricas em nutrientes e que seus fitoquímicos devem ser considerados como potenciais fontes de antioxidantes naturais. Tendo em consideração os dados publicados por diversos autores, também neste trabalho foi avaliada a atividade antioxidante.

3.2.2 *Atividade antioxidante*

Na Figura 2 estão representadas as relações entre a atividade antioxidante, expressa em percentagem de inibição do radical livre DPPH[•], e diferentes concentrações de extratos etanólicos, obtidas experimentalmente. O gráfico A da Figura 2 representa o grupo controlo que serviu de referência para a avaliação dos restantes resultados, ou seja, das amostras submetidas a diferentes intensidades de radiação. A percentagem de inibição aumentou consoante o aumento das concentrações testadas nos extratos etanólicos. Esses resultados reforçam a ideia de que os compostos bioativos estão diretamente relacionados com a atividade antioxidante. Os gráficos B a D, relacionam a percentagem de inibição com uma concentração dos extratos etanólicos de feijão mungo irradiados a doses de 0,5; 1,0 e 1,5 KGy, respetivamente. Em todos estes foi possível verificar um aumento da percentagem de inibição em função do aumento da concentração dos extratos etanólicos. Também, e de acordo com os resultados obtidos na Tabela 2, a dose de radiação mais indicada para promover maior atividade antioxidante foi de 1,5 KGy, originando uma percentagem de inibição de aproximadamente 95%.

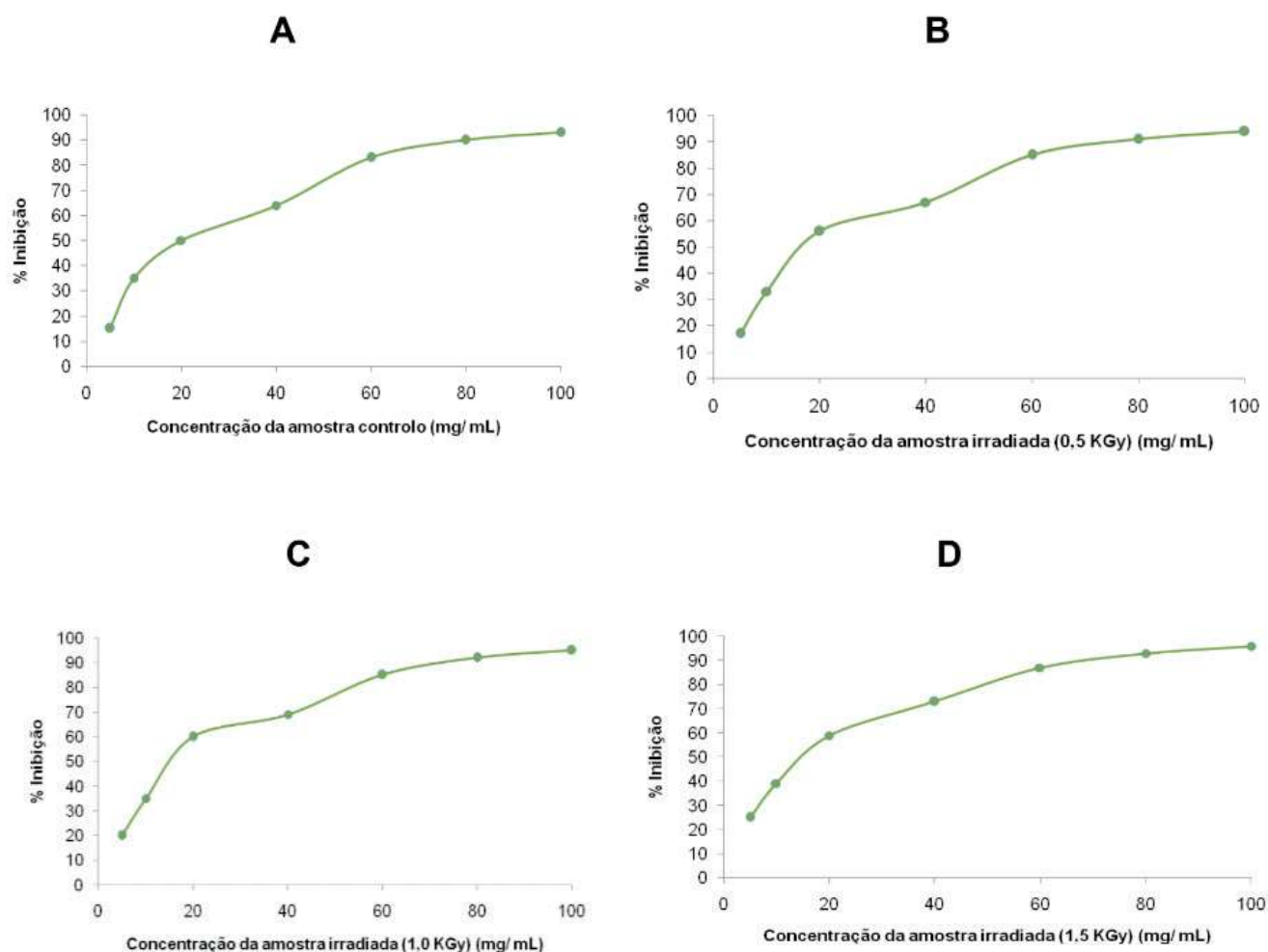


Figura 2. Percentagem (%) de inibição do radical DPPH• obtida nos extratos etanólicos dos feijões mungo com diferentes concentrações - grupo controle (A); grupos sujeitos a radiação (B a D).

Estes resultados foram superiores ao de outros estudos publicados, tanto em amostras de feijão mungo sem irradiação, como em estudos de germinação. A título de exemplo, cita-se o trabalho realizado por Xue et al. (2016) que relata percentagens de inibição inferiores durante o decurso germinativo dos feijões. Estes autores atestaram percentagens inferiores a 60%, após seis dias de germinação. Já Shi et al. (2016) reportaram percentagens com valores até 80% em extratos etanólicos de vinte cultivares de feijão mungo provenientes da China. Estas diferenças podem estar associadas a muitos fatores, intrínsecos e extrínsecos, uma vez que as cultivares e as condições edafo-climáticas podem causar diferenças na concentração dos compostos bioativos presentes (Rouphael et al., 2017; Zocche et al., 2016). Mais estudos são sugeridos no sentido de averiguar a possível perda de compostos bioativos no decurso do processo de irradiação. Os resultados deste trabalho sugerem que a irradiação é uma alternativa segura no controlo de qualidade alimentar, na eliminação de microrganismos patogénicos, no aumento do tempo de vida útil de um determinado género alimentar, sem provocar perdas significativas dos compostos funcionais presentes no mesmo.

4 I CONCLUSÃO

Perante os resultados obtidos para os compostos fenólicos totais presentes nas sementes de abóbora irradiadas, pode-se concluir que até doses de 1,5 KGy, a irradiação favorece a atividade antioxidante das mesmas, devido ao aumento da concentração média de compostos fenólicos totais nos extratos etanólicos estudados. De todas as doses testadas, a recomendada para esse efeito foi a de 1,5 KGy, observando-se um aumento significativo de compostos fenólicos. O mesmo foi verificado para a quantificação de flavonoides totais, uma vez que a concentração máxima determinada foi na amostra irradiada a 1,5 KGy. A mesma conclusão foi tirada no caso do feijão mungo, uma vez que as concentrações máximas de fenólicos totais e de flavonoides totais foram encontradas nos extratos irradiados a 1,5 KGy. Em ambas as matrizes alimentares, foram verificadas atividades antioxidantes consideráveis. Por estes motivos, torna-se pertinente afirmar que tanto a semente de abóbora como o feijão mungo irradiados, são recursos naturais promissores para integrar uma alimentação variada, equilibrada e saudável. O consumo de alimentos irradiados poderá ser uma alternativa segura, dado que com a radiação podem ser destruídos insetos, parasitas e alguns microrganismos presentes nos alimentos. É de referir que os fungos mostram, geralmente, mais resistência que as bactérias à irradiação, e que de um modo geral, a capacidade mutagénica dos vírus também o torna mais resistentes a este tipo de radiação. Insetos e parasitas apresentam baixa resistência a esse tipo de energia, deixa-os praticamente imunes às dosagens comerciais utilizadas nos países que usam esta técnica de conservação. Outra vantagem da irradiação é que esta técnica confere a possibilidade de, numa única operação, alimentos frescos serem conservados, sem a necessidade de inserção de conservantes químicos. Por causa da elevada sensibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos, pouca energia é despendida no decurso do processamento, mantendo as alterações nutricionais nos mesmos patamares de outros processos conservativos. Numa perspetiva futura, sugerem-se mais estudos, com outros alimentos e com intensidades de radiações mais díspares, no sentido de otimizar as intensidades ideais para os diferentes géneros alimentícios.

REFERÊNCIAS

AMMAR, A. F.; ZHANG, H.; AZHARI, S. **In Vitro Antioxidant Activity and Total Phenolic and Flavonoid Contents of Alhydwan (*Boerhavia elegana* Choisy) Seeds**. Journal of Food and Nutrition Research, v.2, n. 5, p. 215–220, jan.2014.

BAER, A. A.; MILLER, M. J.; DILGER, A. C. **Pathogens of Interest to the Pork Industry: A Review of Research on Interventions to Assure Food Safety**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v.12, n. 2, p. 183–217, mar. 2013.

- CLARK, M.; MACDIARMID, J.; JONES, A. D.; RANGANATHAN, J.; HERRERO, M.; FANZO, J. **The Role of Healthy Diets in Environmentally Sustainable Food Systems**. Food and Nutrition Bulletin, v. 41 (2_suppl), 31S-58S, dec. 2020.
- COSTA, A. S. G.; ALVES, R. C.; VINHA, A. F.; BARREIRA, S. V. P.; NUNES, M. A.; CUNHA, L. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P. **Optimization of Antioxidants Extraction From Coffee Silverskin, a Roasting By-Product, Having in View a Sustainable Process**. Industrial Crops and Products, v. 53, p. 350–357, fev. 2014.
- COUTO, R. R.; SANTIAGO, A. J. (2010). **Radioatividade e Irradiação de Alimentos**. Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 12, n.2, p. 193–215, jul./dez 2010.
- DAHU, S., SILVA CARVALHO, M. L., LUCAS, M. R. (2016). **A Importância do Feijão Mungo no Suco de Leolima, sub Distrito Balibo de Bobonaro – Análise da sua Produção e Comercialização**. In: **Proceedings** do VIII congresso da APDEA, ESADR, set. 2016, Coimbra.
- EVANS, J. R.; LAWSON, T. **From green to gold: agricultural revolution for food security**. Journal of Experimental Botany, v. 71, n. 7, p. 2211-2215, apr. 2020.
- FDA. **Sec. 179.26 Ionizing Radiation for the Treatment of Food 2019**. FDA; Washington, DC, USA: 2019.
- FONSECA, A. B.; SOUZA, T. S. N.; FROZI, D. S.; PEREIRA, R. A. **Modernidade Alimentar e Consumo de Alimentos: Contribuições Sócio-Antropológicas para a Pesquisa em Nutrição**. Centro de Ciência e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 16, n. 9, p. 3853–3862, 2011.
- FREIRE, F. DAS C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. **Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007, 48p.
- GALATI, A.; TULONE, A.; MOAVERO, P.; CRESCIMANNO, M. **Consumer interest in information regarding novel food technologies in Italy: The case of irradiated foods**. Food Research International, v.119, p. 291-296, maio 2019.
- HRELIA, S.; ANGELONI, C. **New Mechanisms of Action of Natural Antioxidants in Health and Disease**. Antioxidants, v. 9, p. 344, apr. 2020.
- ISMAIEL, A. A.; PAPENBROCK, J. **Mycotoxins: Producing Fungi and Mechanisms of Phytotoxicity**. Agriculture, v. 5, p. 492–537, jul.2015.
- KALYANI, B.; MANJULA, K. **Food Irradiation - Technology and Application**. International Journal of Current Microbiology and Applied Science, v. 3, n. 4, p. 549–555, 2014.
- KHANG, D. T.; DUNG, T. N.; ELZAAWELY, A.; XUAN, T. D. (2016). **Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Germinated Legumes**. Foods, v. 5, n. 2, p. 27–37, apr. 2016.
- LEE, K. H.; CHA, M.; LEE, B. H. **Neuroprotective Effect of Antioxidants in the Brain**. International Journal of Molecular Science, v. 21, p. 7152, Sept. 2020.

MATIAS, J. C. O.; FONSECA, J. M. J.; BARATA, I. G.; BROJO, F. M. R. P. **HACCP and OHS: Can Each one Help Improve the Other in the Catering Sector?** Food Control, v. 30, n. 1, p. 240–250, mar.2013.

MODANEZ, L. **Aceitação de Alimentos Irradiados: Uma Questão de Educação.** 2012. Tese (Doutoramento em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MONTESANO, D.; BLASI, F.; SIMONETTI, M. S.; SANTINI, A.; COSSIGNANI, L. **Chemical and Nutritional Characterization of Seed Oil from *Cucurbita maxima* L. (var. Berrettina) Pumpkin.** Foods, v.7, n. 3, p.30. mar. 2018.

MUNIR, M. T.; FEDERIGHI, M. **Control of Foodborne Biological Hazards by Ionizing Radiations.** Foods, v. 9, n. 7, 878, jul. 2020.

ORNELLAS, C. B. D.; GONÇALVES, M. P. J.; SILVA, P. R.; MARTINS, R. T. **Atitude do Consumidor Frente à Irradiação de Alimentos.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 1, p. 211–213, jan.-mar.2006

RAMONI, E.; BALBI, M.; FARIA, F.; LUTZ, B.; MORAIS, G. C. **Determinação Química e Nutricional de Sementes de Abóbora (*Cucurbita* spp, *Cucurbitaceae*) Comercializadas Salgadas na Cidade de Curitiba PR, Brasil.** Visão Acadêmica, v.15, n. 2, p. 17–27, jun. 2014.

RODRIGUES, F.; PALMEIRA-DE-OLIVEIRA, A.; NEVES, J.; SARMENTO, B.; AMARAL, M. H.; OLIVEIRA, M. B. **Medicago spp. Extracts as Promising Ingredients for Skin Care Products.** Industrial Crops and Products, v. 49, p. 634–644, ago. 2013.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; GRAZIANI, G.; RITIENI, A.; CARDARELLI, M.; PASCALE, S.. **Phenolic Composition, Antioxidant Activity and Mineral Profile in Two Seed-Propagated Artichoke Cultivars as Affected by Microbial Inoculants and Planting Time.** Food Chemistry, v. 234, p. 10–19, nov. 2017.

SADE, N.; PELEG, Z. **Future challenges for global food security under climate change.** Plant Science, v. 295, 110467, jun. 2020.

SALMAS, C.; GIANNAKAS, A.; KATAPODIS, P.; LEONTIOU, A.; MOSCHOVAS, D.; KARYDIS-MESSINIS, A. **Development of ZnO/Na-Montmorillonite Hybrid Nanostructures Used for PVOH/ ZnO/Na-Montmorillonite Active Packaging Films Preparation via a Melt-Extrusion Process.** Nanomaterials (Basel), v.10, n. 6, 1079, 17 pag, maio 2020.

SAMUEL, A. T.; VALENTINE, I. T. **Effect of Total Aflatoxin on the Growth Characteristics and Chlorophyll Level of Sesame (*Sesamum indicum* L.).** New York Science Journal, v. 7, n. 4, p.8-13, mar. 2014.

SAWANE, M.; SCIENCES, M. **Mycotoxigenicity of Storage Fungi Isolated from Stored Rice.** International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v. 3, n. 11, p. 116–121, nov. 2014.

SHI, Z.; YAO, Y.; ZHU, Y.; REN, G. **Nutritional Composition and Antioxidant Activity of Twenty Mung Bean Cultivars in China.** The Crop Journal, v. 4, n. 5, p. 398–406, out. 2016.

SILVA, A. L. F.; ROZA, C. R. **Uso da Irradiação em Alimentos**. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 28, n. 1, p. 49–56, jul.2010.

SILVA, N. L.; ARAÚJO, Í. P. C.; BATISTA, M. R. F.; SANTOS, T. B. A.; FERNANDO, W. L.; AMARAL, F. R. **Determinação da Atividade Antioxidante e Teor de Flavonoides Totais Equivalentes em Quercetina em Folhas de Cymbopogon Citratus (dc) Stapf e Melissa Officinalis Lam Obtidos por Decocção**. Conexão Ciência, v. 12, n. 1, pp. 46–53, abr. 2017.

SRIDHAR, A.; PONNUCHAMY, M.; KUMAR, P. S.; KAPOOR, A. **Food preservation techniques and nanotechnology for increased shelf life of fruits, vegetables, beverages and spices: a review**. Environmental Chemistry Letters, p. 1-21, nov. 2020.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. **Métodos para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos**. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, v. 14, n. 4, p. 263–269, jul. 2012.

TIMAKOVA, R. T. **Evaluation of antioxidant activity of fresh apples different pomological varieties after treatment with ionizing radiation**. Voprosy Pitaniia, v. 87, n. 3, p. 66-71, maio 2018.

VALENZUELA, G. M.; SORO, A. S.; TAUGUINAS, A. L.; GRUSZYCKI, M. R.; CRAVZOV, A. L.; GIMÉNEZ, M. C.; WIRTH, A. **Evaluation Polyphenol Content and Antioxidant Activity in Extracts of Cucurbita spp**. Open Access Library Journal, v. 1, p. 1–6, maio 2014.

WOOTTON-BEARD, P. C.; MORAN, A.; RYAN, L. **Stability of the Total Antioxidant Capacity and Total Polyphenol Content of 23 Commercially Available Vegetable Juices Before and After In Vitro Digestion Measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu Methods**. Food Research International, v. 44, n. 1, p. 217–224, jan. 2011.

XUE, Z.; WANG, C.; ZHAI, L.; YU, W.; CHANG, H.; KOU, X.; ZHOU, F. **Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Mung Bean (Vigna radiata L.), Soybean (Glycine max L.) and Black Bean (Phaseolus vulgaris L.) During the Germination Process**. Czech Journal of Food Sciences, v. 34, p. 68–78, jan. 2016.

ZOCHE, R. G. S.; JACOBS, S. A.; SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R.; ROMBALDI, C. V.; RIZZON, L. A. **African Journal of Agricultural Research Characterization of “Cabernet Sauvignon” Wine Made With Grapes From Campanha– RS Region**. African Journal of Agricultural Research, v.11, n. 42, p. 4262–4268, out. 2016.