

# Efeitos da radiação gama na cor e características físico-químicas de abobrinha *Cucurbita moschata* minimamente processada

Lucia Cristina Aparecida S. Silva<sup>1</sup>, Juliana Angelo Pires<sup>3</sup>, Paula Bergamin Arthur<sup>1,2</sup>, Rodrigo Sebastião Rossi<sup>2</sup>, Márcia Nalesso Costa Harder<sup>3</sup>, Maria Abud Haddad Franco<sup>4</sup>, Luisa Haddad Franco<sup>5</sup>, José Gilmar Franco<sup>2</sup>, Suely Salumita Haddad Franco<sup>2</sup>, Camilo Flamarion de Oliveira Franco<sup>6</sup>, Jorge Cazé Filho<sup>7</sup> e Valter Arthur<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP, Laboratório de Radiobiologia e Ambiente/ Irradiação de Alimentos, Av. Centenário, 303, Bairro São Dimas, CEP: 13400-970 – Piracicaba – SP –Brasil., lcasilva@cena.usp.br , arthur@cena.usp.br <sup>2</sup>Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN – SP - Av. Professor Lineu Prestes 224205508-000 São Paulo, SP, Brasil, paula.arthur@hotmail.com <sup>3</sup>Faculdade de Tecnologia de Piracicaba “Dep. Roque Trevisan” – <sup>3</sup>Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – Av. Diácono Jair de Oliveira, 651 – Santa Rosa, Piracicaba, SP, Brasil, CEP 13.414-155 – email: juliana.angelo@gmail.com; marcia.harder@fatec.sp.gov.br <sup>4</sup>Faculdade de Medicina de Unicesumar, Av. Guedmar, 1610, CEP: 87.050-900, Maringá - PR. <sup>5</sup>Faculdade de Medicina de Jundiaí, Rua Francisco Telles, 250, CEP: 13.202-550, Jundiaí - SP. <sup>6</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/EMEPA - João Pessoa, Paraíba, Brasil. email: camilo.urucum@hotmail.com <sup>7</sup>Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. – EMEPA – João Pessoa, Paraíba, Brasil. email: jorgecazeffilho@yahoo.com.br

Resumo - O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de radiação gama sobre a cor e características físico-químicas de abobrinha (*Cucurbita moschata*) minimamente processada, visando o aumento de vida útil. As abobrinhas foram adquiridas na horticultura da ESALQ de Piracicaba e levadas para o laboratório de Irradiação de Alimentos do CENA/USP, onde foram lavadas em água corrente, descascadas e cortadas em forma de cubos. Os cubos de abobrinha foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio 15 mL/L por 4 minutos e secas em um escorredor plástico. Em seguida foram acondicionadas em recipientes plásticos (polipropileno). Posteriormente foram irradiadas em uma fonte de Cobalto-60, tipo Gammacell-220 (taxa de dose 0,666 kGy/hora) com as doses de: 0 (controle), 1,0 e 2,0 kGy e armazenadas em temperatura de 5°C. Foram realizadas as análises de: cor (fatores  $L$ ,  $a$ ,  $b$ ), o pH, o Brix e acidez titulável. A primeira análise foi realizada no mesmo dia após a irradiação, a segunda após 3 dias e a terceira após 7 dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com 5 repetições para cada tratamento. Pelos resultados obtidos concluiu-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos com irradiação e a testemunha. Mas a dose de 2,0 kGy pode ser usada para diminuir a carga microbiológica de abobrinha minimamente processada.

Palavras-chave: irradiação gama, abobrinha, minimamente processada.

## Effects of gamma radiation in the color and physics-chemical characteristics of squash *Cucurbita moschata* processed minimally

Abstract - The objective of the work was to evaluate the effect of different doses of gamma radiation on the color and physic-chemical characteristics of squash (*Cucurbita moschata*) processed minimally. The squashes were acquired in of Horticulture Department of the ESALQ/ USP, Piracicaba, SP, Brazil, and taken to the laboratory of Food Irradiation of CENA/USP, where they were washed in running water, peeled and cut in cubes. The squash cubes were dipped in a solution of sodium hypochlorite 15mL/L for 4 minutes and kept in plastic containers (polypropylene). After this process they were irradiated in a source of Cobalt-60, Gammacell-220 (with a dose rate of 0.666 kGy/h) at the doses of: 0 (control), 1.0 and 2.0 kGy and stored in the temperature of 5°C. The following analyses were realized: color (factors  $L$ ,  $a$ ,  $b$ ), pH, Brix and acidity. The first analysis was realized in the same day after irradiation, the second after 3 days and the third after 7 days. The experimental design was entirely random with 5 replicates for each treatment. The obtained results showed that there was no difference among the treatments with irradiation and the control. Although there is no significant difference between the treatments, but the dose of 2.0 kGy can be used to improve the quality of the samples of squash processed minimally due to the decrease of the microbial load.

Keywords: gamma radiation, squash, processed minimally.

### Introdução

A abobrinha é uma fruta colhida ainda verde, pertencente à família Cucurbitaceae, além de melancia,

melão, pepino e abóbora. Quando deixada na planta, a fruta se desenvolve para formar a abóbora madura. Originou-se no continente latino-americano do Peru à América do Sul. É uma fruta de fácil digestão, rica em

niacina, além de ser fonte de vitaminas do complexo B, possui poucas calorias.

Percíveis os produtos minimamente processados são comercializados, em geral, a partir de um máximo de 5 dias. O aumento da vida útil pós-colheita desses produtos por 10 a 15 dias traria grandes benefícios para o mercado, permitindo maior expansão e flexibilidade de marketing e reduzindo as perdas. Para que isso seja alcançado, um extenso trabalho de pesquisa deve ser realizado, buscando desenvolver tecnologias de armazenamento para aumentar a preservação dos produtos, minimizando a perda de qualidade. Quando o produto já está processado é embalado em filme plástico e deve ser mantido refrigerado. Deve-se atentar para a data de validade e não comprar se houver formação de líquido amarelado no fundo da embalagem, o que indica que o produto está começando a se deteriorar.

Para aumentar o prazo de validade de produtos minimamente processados, são necessários estudos sobre os efeitos fisiológicos, qualitativos e microbiológicos causados pelo processamento mínimo. Estes estudos visam obter conhecimentos básicos importantes para seleção e desenvolvimento de tecnologia de armazenamento de produtos.

Devido a isso o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação do processo de irradiação em diferentes doses, nas características físico-químicas e coloração da abobrinha (*Curcubita moschata*) minimamente processada visando aumentar a sua vida útil de prateleira.

### Revisão de Literatura

A definição de minimamente processada refere-se a qualquer fruta, vegetal ou combinação deles que foi alterada de sua forma original, isto é, passada por processos como seleção, lavagem, higienização, descascamento, corte e embalagem. O produto minimamente processado torna-se utilizável em sua totalidade (Rodrigues, 2005).

No Brasil, o processamento mínimo de frutas e hortaliças é recente, tendo início na década de 90. A aceitação desses produtos está relacionada principalmente devido à facilidade, sem necessidade de lavar ou preparar esses alimentos para consumo. Juntamente com a introdução de alimentos minimamente processados no Brasil, havia uma preocupação com a contaminação microbiológica desses produtos. As principais fontes de contaminação dos alimentos são: Homem (pele, mucosa, cabelo, olhos, etc.); animais (insetos, roedores, animais domésticos, etc.); usando água contaminada (água de irrigação e água de lavagem); uso de adubo animal (por exemplo, solo); solo contaminado; uso de equipamentos e

utensílios contaminados; preparação; embalagem e armazenamento inadequado (Chitarra, 2000).

Frutas e hortaliças inteiras são menos suscetíveis à invasão de microrganismos devido à presença da casca que atua como barreira física. Os alimentos minimamente processados, ao sofrerem danos mecânicos (descascados e fatiados) sofrem ruptura de suas células causando exsudação de nutrientes, criando um ambiente mais favorável para o crescimento de microrganismos, o que pode causar uma deterioração mais rápida dos alimentos (Chitarra, 2000; Chitarra, 2001). Para evitar problemas relacionados à contaminação de alimentos minimamente processados por microrganismos, é necessário o controle rigoroso dos processos, incluindo a produção de matérias-primas, o processamento e a comercialização do produto final. O processamento pode destacar o uso de equipamentos e utensílios devidamente higienizados e o uso de técnicas alternativas de controle microbiano em alimentos, como a irradiação (Rodrigues, 2005).

Pilon et al. (2006) estudaram alterações físico-químicas, microbiológicas e nutricionais em cenouras minimamente processadas. Constataram que qualquer tratamento realizado com cenouras minimamente processadas foram encontrados coliformes fecais, microrganismos anaeróbios totais, mesófilos e *Salmonella*. psicotrónica observaram a presença de bactérias, que se desenvolvem a baixas temperaturas. Verificaram também que a vitamina C não foi alterada significativamente e o  $\beta$ -caroteno, fósforo e cobre foram reduzidos durante o período de armazenamento.

Saavedra del Aguila, 2004 trabalhou com rabanetes minimamente processados e constatou que a escolha da qualidade da planta e condições higiênicas durante o processamento levam à obtenção de um produto aceito por lei em relação ao padrão microbiológico. Ele ressaltou que os rabanetes minimamente processados devem receber duas sanitizações com cloro ativo de 200 mg L<sup>-1</sup> (antes e depois da preparação do material) para que o tratamento seja mais eficiente para os micro-organismos.

Alguns fatores influenciam na qualidade de vegetais minimamente processados, como qualidade da planta, umidade relativa do ar ambiente, respiração, produção de etileno, embalagem, atmosfera modificada, escurecimento enzimático e inibidores de micro-organismos patogênicos pela sanitização (Saavedra del Aguila, 2004; Sigrist, 2002).

A irradiação de alimentos é "um processo físico que consiste em submeter alimentos, já embalados ou a granel, as doses controladas de radiação ionizante, fins sanitários, fitossanitários e / ou tecnológicos" (Brasil, 2001). É uma técnica considerada "fria" não causa aumento significativo da temperatura durante o processo (Merritt; Vajdi; Angelini, 1985).

O primeiro uso de pesquisa de irradiação em alimentos foi realizado pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) na década 60, a provação do uso desta tecnologia é descrito na Resolução RDC No. 21 de 26 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001).

Fontes de radiação autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear para uso em alimentos são: radiação gama do Cobalto-60 e do Césio-137; Raios-X (gerados por máquinas operando a energias de até 5 MeV) e elétrons (gerados por máquinas operando a energias de até 10 MeV). No processamento de alimentos as fontes de Cobalto-60 e aceleradores de elétrons são os mais utilizados. As doses de irradiação utilizadas em alimentos devem atender o objetivo proposto sem afetar as propriedades funcionais e / ou características sensoriais do alimento (Brasil, 2001). A dose de irradiação é medida geralmente em Gray (Gy) ou kiloGray (kGy), onde 1kGy corresponde a 1.000 Gy. Com aplicações de dose média são consideradas entre 1 a 10 kGy, que visam principalmente reduzir micro-organismos na superfície ou no interior dos alimentos, resultando em uma maior qualidade de conservação de alimentos e prevenção como intoxicação alimentar (Embrarad, 2016).

O uso da técnica de irradiação tem sido extensivamente estudado e tem mostrado resultados satisfatórios em relação à preservação de alimentos na maioria dos experimentos analisados. Em estudos nos últimos anos não foram encontradas substâncias que são produzidas exclusivamente em alimentos irradiados (Rela, 2000) O processo de irradiação não causa aumento da radioatividade nos alimentos expostos a esse processo, independentemente da dose e do tempo de exposição. Vale ressaltar que as autoridades sanitárias internacionais aprovaram as doses de irradiação até 10 kGy, como medida de segurança para a alimentação (Icgfi, 1999).

Lima et al. (2003) analisaram o comportamento de cenouras minimamente processadas quando expostas a doses de radiação gama de 0,5; 0,75 e 1 kGy. Verificou-se que estes foram reduzidos por três a quatro ciclos log da contagem de mesófilos, microrganismos que se desenvolvem em temperaturas médias durante o armazenamento. Foi enfatizado ainda que a dose de 0,75 kGy e uso de atmosfera modificada de 5% O<sup>2</sup> e 10% CO<sup>2</sup> foram as condições mais adequadas, cujas condições permaneceram aceitáveis para consumo por 24 dias.

A irradiação de cenouras minimamente processadas com doses de 1 kGy mostrou redução de patógenos, alteração de pH e manteve inalteradas outras propriedades químicas (sólidos solúveis, umidade), aparência e textura. Além disso, há uma preferência dos provadores em comparar devido o odor e sabor das cenouras irradiadas contra não irradiadas (Basbayraktar et al., 2006). Segundo

Lima et al. (2001), a radiação gama ionizante com dose máxima de 1 kGy manteve a qualidade da cenoura pós-colheita, não alterando significativamente os valores de vitamina C e carotenoides considerando uma efetiva técnica para a redução de perdas pós-colheita.

Shurog; Meixu; Chuanyao (2006) examinaram os efeitos de doses mais baixas de radiação gama 2 kGy em cenouras e tomates cortados e armazenadas sob refrigeração. Os aspectos analisados (cor, qualidade nutricional, sólidos solúveis, qualidade sensorial e permeabilidade da membrana celular) não se alteraram significativamente, possibilitando ao processo de irradiação garantir a segurança alimentar desses alimentos.

A radiação gama em doses de até 2 kGy não afetou significativamente as características organolépticas, a presença de vitamina C e carotenóides de alimentos minimamente processados. Para a cenoura houve perda de firmeza do produto, mas essa característica não afetou sua aceitabilidade (Bandeckar et al., 2006). Bibi et al., 2006, observaram que a dose de até 2 kGy foi suficiente para manter as cenouras minimamente processadas com características sensoriais e microbiológicas aceitáveis por duas semanas em refrigeração.

Observaram que dose de 4 kGy em cenouras minimamente processadas podem ser usadas para aumentar a vida de prateleira do produto sem alterar suas qualidades sensoriais (Hammad; Abo Elnour; Salah, 2006).

Observaram em sementes de rabanete e brotos que as doses de 1 a 3 kGy foram eficazes na redução significativa da contaminação por microrganismos em sementes de alfafa e rabanete. Nos brotos de alfafa e rabanete foram utilizadas doses de até 2 kGy, e não causou alterações organolépticas significativas nos produtos analisados (Mohacsi-Farkas et al., 2006).

Analisaram o comportamento dos consumidores em relação ao consumo de alimentos tratados por métodos alternativos, enfatizando o uso da irradiação. O resultado foi que os consumidores estão cada vez mais exigentes em termos de segurança dos alimentos adquiridos e são susceptíveis de comprar esses produtos, mas enfatizam que falta a disseminação de informações sobre métodos como a irradiação de alimentos (Ornelas et al., 2006, Modanes; Rossini; Arthur, 2015, Arthur; Harder; Arthur, 2018 ).

## Material e Métodos

As abobrinhas foram obtidas no comércio de hortaliças na cidade de Piracicaba, após 2-3 dias de colheita e levados ao laboratório Irradiação de Alimentos do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP, Piracicaba SP. Elas foram lavadas em água corrente e cortadas em cubos. Os cubos de abobrinha foram imersos em solução de

hipoclorito de sódio 15 mL / L e secos por quatro minutos em um escorredor de plástico. Após a secagem, os mesmos foram colocados em recipientes de plástico de polipropileno contendo aproximadamente 155g de abobrinha para cada repetição. Cada tratamento constou de 5 repetições. Após a embalagem das amostras elas foram irradiadas em uma fonte de Cobalto-60, tipo Gammacell-220, sob uma taxa de dose de 0,666 kGy/hora com doses de: 0 (controle), 1,0 e 2,0 kGy e armazenadas em refrigerador a 5°C. Foram avaliadas: a cor (os fatores *L*, *a*, *b*), pH, °Brix e acidez titulável, aos 1, 3 e 7 dias após irradiação.

**Determinação da cor:** A cor dos cubos de abobrinha foi avaliada com a ajuda do colorímetro Minolta Choma Meter CR-200, para medir possíveis mudanças de cor e brilho. As medições foram feitas em dois cubos contidos nas embalagens, com três parâmetros para cada leitura. Para os parâmetros de cor foram analisados os seguintes aspectos: a) valores de *a*: tons de cores variando de azul-verde (valores negativos) para o vermelho purpúreo (valores positivos); b) valores *b*: tons que variam de amarelo (valores positivos) a azul (valores negativos); c) *L*: dadas as coordenadas de *a* e *b*, um eixo plano retangular, destacando o brilho da cor entre os tons branco e preto (em positivo e negativo, respectivamente).

**Determinação do pH:** Os valores de pH foram medidos com o auxílio de um medidor de pH DMPH Digimed.

**Determinação de sólidos solúveis:** Os sólidos solúveis foram medidos em Brix, utilizando um refratômetro manual modelo REF 113.

**Acidez titulável:** Determinada por titulação com solução de NaOH (0,1 N) e expressa em percentagem de ácido cítrico (AOAC7978) para titular 10g de amostra esmagada foi diluída em 100 mL de água destilada.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições para cada tratamento. Para análise dos resultados foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade (SAS, 1996).

## Resultados e Discussão

Constam na Tabela 1, os valores médios de pH nos tratamentos com doses radiação gama de: 0 (controle), 1,0 e 2,0 kGy das amostras de abobrinha irradiadas. Pelos resultados obtidos podemos observar que para os três períodos de avaliação não houve diferenças significativas entre os tratamentos com irradiação e o controle. Portanto até com a maior dose de irradiação 2,0 kGy foram mantidas as características normais dentro dos parâmetros de pH para o metabolismo de vegetais, estando esses resultados de acordo com os de (Basbayraktar et al., 2006, Bibi et al.,

2006, Hammad; Abo Elnour; Salah, 2006, Arthur; Harder; Arthur, 2018).

**Tabela 1.** Valores médios de pH das amostras de abobrinha irradiadas com radiação gama do Cobalto-60 em três períodos de avaliações (1, 3 e 7 dias).

Doses/ kGy	1	3	7
0 (controle)	6,38±0,90 <sup>a</sup>	6,33±0,74 <sup>a</sup>	6,53±0,66 <sup>b</sup>
1,0 kGy	6,38±0,82 <sup>a</sup>	6,28±0,49 <sup>a</sup>	6,56±0,58 <sup>a</sup>
2,0 kGy	6,43±0,61 <sup>a</sup>	6,43±0,77 <sup>a</sup>	6,50±0,78 <sup>b</sup>

Os valores médios com mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente em nível de 5% pelo teste de Tukey

Constam na Tabela 2, os valores médios de sólidos solúveis totais expressos em ° Brix nos tratamentos com doses de radiação gama de: 0 (controle), 1,0 e 2,0 kGy das amostras de abobrinha irradiadas. Pelos resultados obtidos podemos observar que para os três períodos de avaliação não houve diferenças significativas entre os tratamentos com irradiação e o tratamento controle. Portanto até com a maior dose de irradiação 2,0 kGy foram mantidos os valores de sólidos solúveis totais, indicando que a de irradiação não acelerou o processo de maturação das amostras de abobrinha, estando esses resultados de acordo com os de (Basbayraktar et al., 2006, Bibi et al., 2006, Hammad; Abo Elnour; Salah, 2006, Arthur; Harder; Arthur, 2018).

**Tabela 2.** Valores médios de Brix das amostras de abobrinha irradiadas com radiação gama do Cobalto-60 em três períodos de avaliações (1, 3 e 7 dias)

Doses/ kGy	1	3	7
0 (controle)	0,63±0,10 <sup>a</sup>	0,66±0,74 <sup>a</sup>	2,40±0,61 <sup>a</sup>
1,0 kGy	0,63±0,11 <sup>a</sup>	0,70±0,48 <sup>a</sup>	2,55±0,55 <sup>a</sup>
2,0 kGy	0,65±0,09 <sup>a</sup>	0,64±0,70 <sup>a</sup>	2,45±0,73 <sup>a</sup>

Os valores médios com mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente em nível de 5% pelo teste de Tukey

Constam na Tabela 3 os valores médios da acidez titulável nos tratamentos com doses de radiação gama de: 0 (controle), 1,0 e 2,0 kGy das amostras de abobrinha irradiadas. Pelos resultados obtidos podemos observar que para os três períodos de avaliação não houve diferenças significativas entre os tratamentos com irradiação e o tratamento controle. Portanto até com a maior dose de irradiação 2,0 kGy foram mantidos os valores da acidez titulável, indicando que a de irradiação não acelerou o processo de maturação das amostras de abobrinha,

estando esses resultados de acordo com os de (Basbayraktar et al., 2006, Bibi et al., 2006, Hammad; Abo Elnour; Salah, 2006, Arthur; Harder; Arthur, 2018).

**Tabela 3.** Valores médios da acidez titulável das amostras de abobrinha irradiadas com radiação gama do Cobalto-60 em três períodos de avaliações (1, 3 e 7 dias).

Doses/ kGy	1	3	7
0 (controle)	0,56±0,19 <sup>a</sup>	0,65±0,17 <sup>a</sup>	0,54±0,16 <sup>b</sup>
1,0 kGy	0,56±0,12 <sup>a</sup>	0,68±0,19 <sup>a</sup>	0,47±0,18 <sup>a</sup>
2,0 kGy	0,61±0,11 <sup>a</sup>	0,64±0,15 <sup>a</sup>	0,54±0,16 <sup>b</sup>

Os valores médios com mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente em nível de 5% pelo teste de Tukey

Constam nas Tabelas 4 e 5 os valores médios da cor da parte interna e externa (fatores *L*, *a*, *b*) obtidos pela análise instrumental das amostras de abobrinha irradiadas com doses crescentes de radiação gama. Podemos observar pelos resultados dessas Tabelas que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação aos fatores de coloração. Mas se compararmos uma com a outra (parte interna e a externa) os valores médios são bastante diferentes, isso comprova que a coloração da parte interna das amostras da abobrinha tende mais para a coloração clara e parte externa mais para a coloração escura. Portanto a dose de 2,0 kGy pode ser indicada para irradiar amostras de abobrinha sem comprometer as suas características físico-química e consequentemente diminuir a carga microbiana das amostras irradiadas, estando esses resultados de acordo com os de Basbayraktar et al. (2006), Bibi et al. (2006); Hammad; Abo Elnour; Salah (2006); Shurog; Meixu; Chuanyao (2006); Arthur; Harder; Arthur (2018) que afirmam que doses de até 2,0 kGy não compromete as características físico-químicas de vegetais minimamente processados.

**Tabela 4.** Valores médios da cor interna (fatores *L*, *a*, *b*) das amostras de abobrinha irradiadas com radiação gama do Cobalto-60 em três períodos de avaliações (1, 3 e 7 dias).

Doses/ kGy	1 <i>L</i>	3 <i>a</i>	7 <i>b</i>
0 (controle)	57,80±1,90 <sup>a</sup>	-12,63±0,79 <sup>a</sup>	25,13±0,66 <sup>a</sup>
1,0 kGy	58,19±1,82 <sup>a</sup>	-11,98±0,77 <sup>a</sup>	25,56±0,88 <sup>a</sup>
2,0 kGy	58,43±1,61 <sup>a</sup>	-11,43±0,87 <sup>a</sup>	24,50±0,78 <sup>a</sup>

Os valores médios com mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente em nível de 5% pelo teste de Tukey

**Tabela 5.** Valores médios da cor externa (fatores *L*, *a*, *b*) das amostras de abobrinha irradiadas com radiação gama do Cobalto-60 em três períodos de avaliações (1, 3 e 7 dias).

Doses/ kGy	1 <i>L</i>	3 <i>a</i>	7 <i>b</i>
0 (controle)	85,18±2,90 <sup>a</sup>	-5,63±0,70 <sup>a</sup>	16,53±1,66 <sup>b</sup>
1,0 kGy	85,28±2,82 <sup>a</sup>	-5,28±0,49 <sup>a</sup>	16,56±1,58 <sup>a</sup>
2,0 kGy	85,43±2,61 <sup>a</sup>	-5,43±0,77 <sup>a</sup>	16,50±1,38 <sup>b</sup>

Os valores médios com mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente em nível de 5% pelo teste de Tukey

### Conclusão

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que até a maior dose de radiação gama 2,0 kGy pode ser utilizada para irradiar amostras de abobrinha minimamente processada, sem alterar as características físico-químicas e a coloração por um período de até 7 dias. Apesar de não apresentar diferença significativa entre os tratamentos essa dose pode melhorar a qualidade das amostras de abobrinha devido à diminuição da carga microbiana.

### Referências

- ARTHUR, V.; HARDER, M. N. C.; ARTHUR, P. B. Perspectives of the process of ionizing irradiation in agricultural products. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 15p., 2018 (In press).
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC international, AOAC, Gaithersburg, USA. 2005.
- BANDEKAR, J.R.; DHOKANE, V.S.; SHASHIDHA, R.; HARAJE, S.; SAROJ, S.; SHARMA, A. Use of irradiation to ensure quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed foods of plant origin. In: Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. **International Atomic Energy Agency**, 2006.
- BASBAYARKTAR, V.; HALKMAN, H.; YUCEL, P.; CETINKAYA, N. Use of irradiation to improve the safety and quality of minimally processed fruits and vegetables. In: Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. **International Atomic Energy Agency**, 2006.
- BIBI, N.; KHATTAK, M.K.; BADSHAH, A.; CHAUDDY, M.A. Radiation treatment of minimally processed fruits and

vegetables for ensuring hygienic quality. In: Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. **International Atomic Energy Agency**, 2006.

BRASIL. Resolução - RDC Nº 21 DE 26 de Janeiro de 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. D.O.U., Brasília, n. 20-E, 29 jan. 2001. Seção 1, p. 35

CHITARRA, M.I.F. Processamento mínimo de frutos e hortaliças. Lavras: Ufla/Faepe, 2000. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cenoura/index.htm>. Acesso em 24/02/2018.

CHITARRA, M.I.F. Alimentos minimamente processados. Lavras: Ufla/Faepe, 2001. Embrapa. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cenoura/index.htm>. Acesso em 24/02/2018.

ICGFI. International Consultative Group on Food Irradiation. Facts about food irradiation, 1999.

HAMMAD, A.A.; ABO ELNOUR, S.A.; SALAH, A. Use of irradiation to ensure hygienic quality of minimally processed vegetables and fruits. In: Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. **International Atomic Energy Agency**, 2006.

LIMA, K.S.C.; GROSSI, J.L.S.; LIMA, A.L.S.; ALVES, P.F.M.P.; CONIGLIAN, R.C.C.; GODOY, R.L.O.; SABAA-SRUR, A.U.O. Efeito da irradiação ionizante  $\gamma$  na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, 21(2): 202-208, 2001.

LIMA, K.S.C.; LIMA A.L.S.; LUCHESE, R.H.; ALVES, P.F.M.P. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosfera modificadas e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 23(2): 240-250, 2003.

MERRITT, C.; VAJDI, M.; ANGELINI, P. A quantitative comparison of the yields of radiolytic products in various meats and their relationship to precursors. **Journal American Oil Chemistry Society**, v.62, p.708-713, 1985.

MOHACSI-FARKAS, C.S.; FARKAS, J.; ANDRASSY, É.; POLYAK-FEHER, K.; BHUCKNER, A.; KISKÓ, G.; AGOSTON, R.

Improving the microbiological safety of some fresh pre-cut and prepackaged chilled produce by low-dose gamma irradiation. In: Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. **International Atomic Energy Agency**, 2006.

MODANEZ, L.; ROSSINI, E. L.; ARTHUR, V. Falta de informação: a principal causa para rejeição dos alimentos irradiados. **Brazian Journal of Food Research**, v7, n.3, p. 41-51, 2016.

ORNELLAS, C.B.D.; GONÇALVES, M.P.J.; SILVA, P.R.; MARTINS, R.T. Atitude dos consumidores frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 26(1): 211-213, 2006.

PILON, L.; OETTERE, M.; GALLO, C.R.; SPOTTO, M.H.F. Shelf life of minimally processed carrot and green pepper. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 26(1): 150-158, 2006.

RELA, P.R. Cresce uso de irradiação para conservação de alimentos. **Engenharia de Alimentos**, v.6, n.29, p.26-29, 2000.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e a agregação de valor pelo processamento mínimo**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, 2005.

SAAVEDRA Del AGUILA, J. **Processamento mínimo de rabanete: estudos físico-químicos, fisiológicos e microbiológicos**. Dissertação de Mestrado: Universidade de São Paulo: ESALQ, 2004.

SAS. Statistical Analysis System Institute. **SAS/Qc Software: usage and reference**. 2 ed. NC: Cary, 2v. (version 6), 1996.

SIGRIT, J.M.M. **Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo: ESALQ, 2002.

SHURONG, L.; MEIXU, G.; CHUANYAO, W. Use of irradiation to ensure hygienic quality of fresh pre-cut and blanched vegetables and tofu. In: Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. **International Atomic Energy Agency**, 2006.