



Irradiação e atmosfera modificada passiva na qualidade pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’¹

Irradiation and passive modified atmosphere on the post-harvest quality of guavas ‘Pedro Sato’

André José de Campos^{2*}, Érika Fujita³, Sérgio Marques Costa⁴, Leandro Camargo Neves⁵, Rogério Lopes Vieites⁶, Edvan Alves Chagas⁷

Resumo - Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da radiação gama associada à atmosfera modificada passiva na qualidade pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’. Foram utilizadas goiabas provenientes da região de Vista Alegre do Alto/SP/Brasil. Após a colheita, as goiabas foram imediatamente transportadas ao Laboratório de Frutas e Hortaliças, pertencente ao Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP – Campus de Botucatu/SP, aonde foram mantidas a 10°C e 90-95%UR em câmara frigorífica, por 28 dias. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições. O primeiro fator consistiu dos seguintes efeitos: controle 1 (sem embalagem e sem irradiação); controle 2 (embalagem de poliestireno/PS + embalagem de polietileno de baixa densidade/PEBD e sem irradiação); tratamento 1 (PS+PEBD e 0,2 kGy); tratamento 2 (PS+PEBD e 0,6 kGy) e tratamento 3 (PS+PEBD e 1,0kGy). O segundo fator consistiu dos períodos de avaliação, sendo: 0, 7, 14, 21 e 28 dias. As variáveis avaliadas, foram: firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação “Ratio”, pH, taxa de respiração. Concluiu-se que as altas doses de irradiação promoveram efeito negativo nas características físico-químicas da goiaba ‘Pedro Sato’, verificando que apenas a menor dose utilizada associada a atmosfera modificada proporcionou frutos com maior qualidade e aceitabilidade, devido aos maiores índice de maturação e sólidos solúveis obtidos. Em relação aos dias de análise, não foi observado efeito positivo dos tratamentos no decorrer do armazenamento, onde somente os dias iniciais promoveram os melhores valores para as variáveis estudadas.

Palavras-chave - Cobalto 60. Conservação. Embalagem. *Psidium guajava* L.

Abstract - The aim of this study was to evaluate the effect of gamma radiation associated with modified atmosphere on postharvest quality of guavas ‘Pedro Sato’. It was used guavas from the region of Vista Alegre do Alto/São Paulo/Brazil. After harvest, the fruits were immediately transported to the Fruit and Vegetables Laboratory from the Agroindustrial Management and Technology Department, Agronomic Sciences College - UNESP - Botucatu / SP, where they were kept at 10 ° C and 90-95% RH in cold storage, for 28 days. It was used the randomized design, with factorial scheme 5 x 5, three repetitions. The first factor consisted of the following effects: control 1 (without package or irradiation), control 2 (polystyrene package/PS + package low density polyethylene/LDPE and without irradiation), treatment 1 (PS + LDPE and 0.2 kGy), treatment 2 (PS + LDPE and 0.6 kGy) and treatment 3 (PS + LDPE and 1.0 kGy). The second factor consisted of the evaluation periods: 0, 7, 14, 21 and 28 days. The analyses were: firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), maturity index, pH, respiration rate. Concluded that high doses of irradiation promoted a negative effect on physical-chemical characteristics of guava ‘Pedro Sato’, verifying that only the lowest dose associated with modified atmosphere provided fruits with higher quality and acceptability, due to higher maturation rate and soluble solids obtained. Regarding the days of analysis, there were no positive effect of the treatments during storage, where only the early days promoted better values for the variables studied.

Key words - Cobalt 60. Conservation. Package. *Psidium guajava* L.

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 30/03/2011 e aprovado em 19/12/2011

²Bolsista PNP/CAPES – UFRR/CCA, Boa Vista, Roraima, Brasil, andre_jc@hotmail.com

³Bolsista EXP-A/CNPq – UFRR/CCA, Boa Vista-RR, erikafujita79@hotmail.com

⁴Doutorando em Horticultura – UNESP/FCA, Botucatu-São Paulo, Brasil, marxcosta@gmail.com

⁵Departamento de Fitotecnia, CCA/UFRR, Boa Vista-RR, rapelbtu@gmail.com

⁶Docente UNESP/FCA – DGTA, Botucatu-SP, vieites@fca.unesp.br

⁷Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista-RR, echagas@cpafrr.embrapa.br

Introdução

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é originária da região tropical da América do Sul, havendo a suposição de que seu centro de origem estenda-se desde o sul do México até a América do Sul. Fruto da família *Myrtaceae*, adapta-se a diferentes condições edafoclimáticas, fornecendo frutos tanto para consumo *in natura* como ao agroprocessamento (NEVES, 2009).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de goiaba, porém a expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está condicionada à qualidade dos frutos e ao aumento da vida útil pós-colheita. Altamente perecível, devido ao seu intenso metabolismo durante o amadurecimento, a goiaba tem vida útil de 3 a 5 dias sob temperatura ambiente (GONGATTI NETO *et al.*, 1996). Os principais aspectos de deterioração envolvem o rápido amolecimento dos frutos, a perda de coloração verde e do brilho da casca, o murchamento e a incidência de podridões dos frutos (JACOMINO, 1999). Tem como desvantagem ainda a sazonalidade dificultando a oferta durante o ano inteiro, sendo necessário o emprego de processos de conservação que proporcionem tal durabilidade (REIS, 2007).

O armazenamento e comercialização de produtos vegetais sob refrigeração constituem uma das possibilidades para manter a qualidade do fruto. A diminuição da temperatura resulta em redução da atividade respiratória, da transpiração e produção de etileno pelos frutos, com conseqüente aumento do período de conservação (HARDENBURG *et al.*, 1986).

A temperatura ideal para o armazenamento de goiabas é de aproximadamente 10°C (DURIGAN, 1997; BRON *et al.*, 2005). Abaixo desta temperatura os frutos não amadurecem satisfatoriamente, caracterizando o dano pelo frio. No entanto, estas temperaturas permitem um curto período de armazenamento, pois não ocorre uma grande redução no metabolismo dos frutos (OSMAN; AYUB, 1998).

Diversos tratamentos pós-colheita têm sido testados em goiabas, embora muitos sejam eficientes em retardar a maturação e conservar a qualidade dos frutos, alguns interferem nas características sensoriais do fruto. Outros estendem a vida útil de forma economicamente inexpressiva, ou deixam resíduos químicos (BASSETO, 2002).

A radiação gama, associada com procedimentos pós-colheita tem se mostrado bastante eficiente em prolongar a vida comercial de frutos frescos. Retardam os processos de amadurecimento e senescência, reduzindo o apodrecimento sem provocar alterações significativas em seu aspecto, sabor e qualidade nutritiva (KAFFERSTEIN; MOY, 1993; DOMARCO *et al.*, 1996).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da radiação gama associada à atmosfera modificada passiva na qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', verificando suas características físico-químicas.

Material e métodos

Foram utilizadas goiabas 'Pedro Sato', provenientes da região de Vista Alegre do Alto/São Paulo/Brasil. Após a colheita, as goiabas foram imediatamente transportadas ao Laboratório de Frutas e Hortaliças, pertencente ao Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP - Campus de Botucatu/SP, aonde foram mantidas a 10°C e 90-95% UR em câmara frigorífica. No laboratório, as goiabas foram selecionadas quanto ao tamanho e defeitos, visando uniformizar o lote.

Os tratamentos a que as goiabas 'Pedro Sato', 'in-natura' foram submetidas, foram: controle 1 (sem embalagem e sem irradiação); controle 2 (embalagem de poliestireno (PS) + polietileno de baixa densidade (PEBD) e sem irradiação); tratamento 1 (PS+PEBD e 0,2 kGy); tratamento 2 (PS+PEBD e 0,6 kGy) e tratamento 3 (PS+PEBD e 1,0 kGy). A radiação gama foi aplicada após o acondicionamento dos frutos nas embalagens e, no mesmo dia da instalação do experimento. As goiabas foram irradiadas no IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares), localizado em São Paulo – SP, onde receberam a aplicação de raios gama do irradiador Multipropósito, que têm como fonte o Cobalto 60 (⁶⁰Co). As goiabas, após serem submetidas aos tratamentos, foram armazenadas em câmara frigorífica, a 10±1°C e 90-95% de UR.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5 x 5), com três repetições. O primeiro fator composto pelos tratamentos realizados aos frutos por meio de embalagem e radiação gama. O segundo fator consistiu de cinco tempos de avaliação (0, 7, 14, 21 e 28 dias). A parcela experimental foi formada por três goiabas.

As variáveis avaliadas foram: Firmeza - determinada pelo uso do texturômetro (STEVENS - LFRA texture analyser) com a distância de penetração de 15 mm e velocidade de 2,0 mm/seg., utilizando-se o ponteiro TA 9/1000. Procedendo-se a leitura em lados opostos da seção equatorial dos frutos, sendo que o valor obtido para se determinar a firmeza em cN (centinewton) foi definido como a máxima força requerida para que uma parte do ponteiro penetre na polpa do fruto; Sólidos solúveis (SS) - obtida por meio da leitura refratométrica direta, em graus Brix, com refratômetro tipo Palette de marca ATAGO PR-32, conforme recomendação do IAL (2008); Acidez

titulável (AT) - o conteúdo de acidez titulável, expresso em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa, foi determinado por meio da titulação de massa conhecida de polpa homogeneizada e diluída com água destilada ou bidestilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 M, tendo como indicador a fenolftaleína (AOAC, 1980), seguindo a recomendação do IAL (2008); Índice de maturação - determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (IAL, 2008); pH - utilizou-se o potenciômetro Analyser, modelo pH 300, conforme recomendação do IAL (2008); Taxa de Respiração - efetuada de forma indireta, pela medida do CO₂ liberado, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth *et al.* (1976). A taxa respiratória foi calculada pela seguinte fórmula:

$$T_{CO_2} = 2,2 \cdot (B-A) \cdot V_1 / P \cdot T \cdot V_2, \text{ onde:}$$

T_{CO_2} = taxa de respiração em mL de CO₂ kg de fruto⁻¹ hora⁻¹;

B = volume gasto em ml de HCl padronizado para a titulação de Hidróxido de Potássio – padrão antes da absorção de CO₂;

A = volume gasto em ml de HCl padronizado para a titulação de Hidróxido de Potássio após a absorção do CO₂ da respiração;

V₁ = volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO₂ (mL);

P = peso dos frutos (kg); T = tempo das reações metabólicas (hora);

V₂ = volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (mL);

2,2 = devido ao equivalente do CO₂ (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1 N.

Os resultados foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

Resultados e discussão

O tratamento controle aos 28 dias apresentou intensa senescência, sendo os seus frutos descartados da análise. Os efeitos estudados apresentaram interação significativa para todas variáveis estudadas, exceto para acidez titulável e índice de maturação.

A firmeza de polpa das goiabas 'Pedro Sato' (Tabela 1) variou em função dos tratamentos até o sétimo dia. Já Oliveira *et al.* (2006) em estudo semelhante com goiabas 'Kumagai' irradiadas, verificaram que essas diferenças só ocorreram a partir do décimo quarto dia. No dia inicial,

o tratamento 0,6 kGy + AM mostrou as maiores médias dessa variável, diferindo apenas dos tratamentos 0,2 kGy + AM e 1,0 kGy + AM. Para o 7º dia de análise, o tratamento controle + AM proporcionou as maiores médias de firmeza de polpa, diferindo estatisticamente dos demais. A partir desse período de armazenamento há redução na firmeza da polpa independentemente do uso da irradiação.

Pimentel (2007) observou que todas as doses de irradiação gama testadas promoveram redução na firmeza das goiabas 'Pedro Sato' durante o armazenamento. Dados esses discordantes dos encontrados por Oliveira *et al.* (2006), que trabalhando com goiaba 'Kumagai' observaram que os frutos tratados com a dose 0,6 kGy mostraram-se significativamente mais firmes que os demais. Essa perda de firmeza dos frutos irradiados pode ser devido a alta sensibilidade das goiabas a aplicação da irradiação gama, bem como à atividade das enzimas hidrolíticas, como a poligalacturonase e pectinametilesterase (JAIN *et al.*, 2001), que promovem intensa solubilização das pectinas constituintes da parede celular (TUCKER, 1993).

Dentro das doses de irradiação, observou-se constante redução da firmeza de polpa até o final do período experimental, sendo o dia inicial que proporcionou as maiores médias desse parâmetro, diferindo estatisticamente dos demais dias. Fato semelhante observado por Cavalini (2004), onde trabalhando com goiabas 'Kumagai' e 'Paluma', verificou queda da firmeza das goiabas durante os estádios de maturação do fruto. Nesse sentido, acredita-se que essa redução seja, provavelmente, devido ao processo natural de amadurecimento dos frutos.

A acidez titulável (Tabela 2) não foi afetada pelos tratamentos, apresentando média de 0,91 g ácido cítrico 100g⁻¹ p.f.. Resultado que corrobora com Pimentel (2007) onde trabalhando com goiabas 'Pedro Sato' verificou que a irradiação gama não causou alteração na acidez titulável. E diferente de Oliveira *et al.* (2006), onde verificaram que as goiabas 'Kumagai' tratadas com a dose 0,6 kGy e controle propiciaram aumento dos valores de acidez titulável no 14º dia e no final do período de armazenamento, respectivamente.

A média de acidez titulável obtida neste experimento encontra-se na faixa entre 0,82 a 1,00 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ p.f., sendo superiores aos encontrados por Silva *et al.* (2009), que relataram valores entre 0,50 e 0,53 g ácido cítrico 100g⁻¹ p.f. para a cultivar 'Paluma', e Evangelista e Vieites (2006), que verificaram valores entre 0,28 a 0,86 g ácido cítrico 100 g⁻¹ p.f. para polpa congelada de goiaba.

De acordo com a Tabela 3, referente ao pH, não houve variação do pH entre os tratamentos, sendo esses resultados corroborados por Oliveira *et al.* (2006) e Pimentel (2007) que não verificaram efeito significativo da irradiação gama no pH das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'.

Em relação às médias dos dias de análise nos tratamentos, observou-se que no primeiro dia de análise foram verificados os maiores valores absolutos desse parâmetro para todos os tratamentos aplicados, diferenciando estatisticamente do 7º e 28º dias. Os valores médios de pH, encontrados nesse experimento, estão entre 3,58 a 3,88, situando-se entre os valores 3,15 a 4,50ºBrix encontrados por Brunini *et al.* (2003) para polpa de goiaba ‘Paluma’; e inferiores aos valores 3,97 e 4,16ºBrix relatados por Manica *et al.* (1998) para goiabas ‘Riverside vermelha’ e ‘IAC4’.

Em relação à variável sólidos solúveis (Tabela 4), observou-se a ocorrência de diferença significativa dos tratamentos para todos os dias de avaliação, com exceção apenas para o 14º e 21º dias. No dia inicial, o tratamento controle mostrou as maiores médias desse parâmetro, diferindo somente do tratamento 0,6 kGy + AM, mas não diferindo dos demais. Para o 7º dia de análise, o tratamento controle + AM proporcionou as maiores médias de sólidos solúveis, diferindo apenas do 1,0 kGy + AM. Diferente de Oliveira *et al.* (2006), onde observaram que os frutos tratados com as menores doses de radiação propiciaram os menores valores desse parâmetro no início do período experimental. Com relação ao 28º dia, ocorreu inversão dos valores médios, onde o tratamento 1,0 kGy + AM

propiciou as maiores médias de sólidos solúveis. Essa inversão de valores médios é devido a perda de água por transpiração dos frutos armazenados, onde os tratamentos que sofreram a aplicação da irradiação + atmosfera modificada conseguiram manter a qualidade do fruto por mais tempo, em comparação aos frutos controle, evitando a perda de água das goiabas ‘Pedro Sato’.

Para dias de análise dentro das doses de irradiação, observou-se a ocorrência de diferença estatística somente no tratamento controle + AM, não sendo verificada tal ocorrência nos demais tratamentos. Para o tratamento controle, o 14º dia de análise proporcionou as maiores médias, sendo que após esse dia ocorreu redução nos valores desse parâmetro até o final do experimento. Essa redução ocorre, pois os frutos utilizam os açúcares no processo de respiração promovendo uma diminuição do teor de sólidos solúveis (ALI; LAZAN, 1997), fato esse observado também por Mattiuz e Durigan (2003) e Pimentel (2007), que verificaram esse comportamento em goiabas ‘Pedro Sato’.

Os valores médios de sólidos solúveis encontrados nesse experimento situam-se entre 8,60 a 10,37ºBrix, sendo valores superiores aos encontrados por Silva *et al.* (2009), onde observaram valores entre 8,18 a 8,89ºBrix para a cultivar ‘Paluma’ e Azzolini *et al.* (2004), que relataram

Tabela 1 - Variação média de Firmeza de Polpa (cN) em goiabas ‘Pedro Sato’ irradiadas com Cobalto 60 e armazenadas à 10±1°C e 90-95% UR, por 28 dias, Botucatu, UNESP, 2010

Tratamentos	Firmeza de Polpa (cN)				
	controle	controle + AM	0,2 kGy + AM	0,6 kGy + AM	1,0 kGy + AM
0 dia	724,56 Aab	763,42 Aa	640,50 Ab	778,17 Aa	472,83 Ac
7 dias	163,44 Bb	343,22 Ba	200,72 Bb	252,05 Bab	208,22 Bb
14 dias	121,28 BCa	154,17 Ca	78,34 Ca	70,06 Ca	109,11 Ca
21 dias	65,94 CDa	66,33 Ca	36,72 Ca	43,83 Ca	49,39 Ca
28 dias	-	65,61 Ca	42,61 Ca	23,78 Ca	29,50 Ca

Letras minúsculas comparam médias de doses de irradiação gama para cada dia de análise (linha); Letras maiúsculas comparam médias de dias de análise para cada dose de irradiação gama (coluna); Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2 - Acidez Titulável (g ácido cítrico 100g⁻¹ p.f.) em goiabas ‘Pedro Sato’ irradiadas com Cobalto 60 e armazenadas à 10±1°C e 90-95% UR, por 28 dias, Botucatu, UNESP, 2010

Tratamentos	Acidez Titulável (g ácido cítrico 100 g ⁻¹ p.f.)					Média
	controle	controle + AM	0,2 kGy + AM	0,6 kGy + AM	1,0 kGy + AM	
0 dia	1,00	0,93	0,84	0,91	0,86	0,91
7 dias	0,82	0,99	0,92	0,96	0,88	0,91
14 dias	0,94	0,88	0,94	0,92	0,89	0,91
21 dias	0,91	0,88	0,97	0,97	0,91	0,93
28 dias	-	1,00	0,82	0,91	0,86	0,90
Média	0,92	0,94	0,90	0,93	0,88	0,91

Tabela 3 - Variação média de pH em goiabas 'Pedro Sato' irradiadas com Cobalto 60 e armazenadas à 10±1°C e 90-95% UR, por 28 dias, Botucatu, UNESP, 2010

Tratamentos	pH				
	controle	controle + AM	0,2 kGy + AM	0,6 kGy + AM	1,0 kGy + AM
0 dia	3,83 Aa	3,85 Aa	3,82 Aa	3,88 Aa	3,82 Aa
7 dias	3,63 Ba	3,58 Ca	3,60 Ca	3,61 Ca	3,60 Ca
14 dias	3,77 Aa	3,77 ABa	3,77 ABa	3,78 ABa	3,82 Aa
21 dias	3,73 ABa	3,72 Ba	3,73 ABa	3,79 ABa	3,80 ABa
28 dias	-	3,67 BCa	3,69 BCa	3,71 BCa	3,70 BCa

Letras minúsculas comparam médias de doses de irradiação gama para cada dia de análise (linha); Letras maiúsculas comparam médias de dias de análise para cada dose de irradiação gama (coluna); Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 4 - Variação média de Sólidos Solúveis (°Brix) em goiabas 'Pedro Sato' irradiadas com Cobalto 60 e armazenadas à 10±1°C e 90-95% UR, por 28 dias, Botucatu, UNESP, 2010

Tratamentos	Sólidos Solúveis (°Brix)				
	controle	controle + AM	0,2 kGy + AM	0,6 kGy + AM	1,0 kGy + AM
0 dia	10,10 ABa	9,50 ABab	10,03 Aa	8,83 Ab	9,53 Aab
7 dias	9,87 ABa	10,10 Aa	9,93 Aa	9,87 Aa	8,60 Ab
14 dias	10,37 Aa	9,87 ABa	10,17 Aa	9,67 Aa	9,67 Aa
21 dias	9,23 Ba	8,90 Ba	9,50 Aa	9,27 Aa	9,57 Aa
28 dias	-	9,13 ABa	9,20 Aa	9,30 Aa	9,37 Aa

Letras minúsculas comparam médias de doses de irradiação gama para cada dia de análise (linha); Letras maiúsculas comparam médias de dias de análise para cada dose de irradiação gama (coluna); Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

valores na faixa de 7,60°Brix para a cultivar 'Pedro Sato'; semelhantes aos resultados 9,62 a 11,36°Brix encontrados por Manica *et al.* (1998) para diferentes cultivares de goiaba.

Na Tabela 5, referente à Taxa de Respiração dos frutos, analisando-se as médias dos tratamentos dentro dos dias de análise, observou-se que a dose 1,0 kGy + AM proporcionou as maiores taxas respiratórias até o 14º dia de avaliação, diferindo dos demais tratamentos até o 7º dia de análise, sendo isso devido a sensibilidade dos frutos de goiaba a dose elevada de irradiação gama aplicada. Pimentel (2007), trabalhando com goiabas 'Pedro Sato', verificaram que os frutos irradiados produziram significativamente mais gás carbônico que os não irradiados. Este aumento da taxa respiratória dos frutos irradiados observado nesse experimento foi um dos motivos para a antecipação do amadurecimento das goiabas, evidenciado pela rápida perda de firmeza em comparação aos frutos não irradiados. Thomas (1986) descreve que este aumento da taxa de respiração depois da radiação gama é uma resposta fisiológica do fruto para fornecer energia necessária para o reparo das lesões causadas pela irradiação.

Para as médias dos dias de análise nas doses de radiação gama, foram observados dois picos, sendo o primeiro o pico respiratório dos frutos, ocorrido no 7º dia, e o segundo no 21º dia de análise, fato esse observado em todos os tratamentos analisados. Os dados observados nesse experimento mostram padrão típico dos frutos climatéricos, por evidenciar a fase pós-climatérica, ou seja, decréscimo da taxa respiratória que corresponde ao início da senescência dos frutos, fase essa que ocorre logo após o climatério (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Diferente do relatado por Cavalini (2004), onde verificou aumento da atividade respiratória para todos os estágios de maturação da goiaba 'Kumagai'. Nesse contexto, para esse experimento, não foi possível verificar efeito positivo da aplicação das doses de radiação gama associadas à atmosfera modificada no atraso do climatério das goiabas 'Pedro Sato'.

Na Tabela 6, referente ao Índice de Maturação dos frutos, verificou-se a não ocorrência de diferença estatística entre tratamentos e dias estudados, sendo a média geral de 10,59.

Os valores médios desse parâmetro se encontram entre 9,15 e 12,05, sendo abaixo do valor 16,12 encontrado

Tabela 5 - Variação média da Taxa Respiratória (mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) em goiabas ‘Pedro Sato’ irradiadas com Cobalto 60 e armazenadas à 10±1°C e 90-95% UR, por 28 dias, Botucatu, UNESP, 2010

Tratamentos	Taxa Respiratória (mL CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)				
	controle	controle + AM	0,2 kGy + AM	0,6 kGy + AM	1,0 kGy + AM
0 dia	9,51 BCb	12,21 BCb	6,87 BCb	9,79 Bb	25,29 Ba
7 dias	20,66 Ac	27,86 Abc	29,33 Abc	31,36 Ab	43,56 Aa
14 dias	3,94 Ca	6,15 CDa	5,77 BCa	6,79 BCa	10,94 Ca
21 dias	17,44 ABa	20,77 ABa	12,17 Ba	15,51 Ba	15,87 BCa
28 dias	-	0,00 Da	0,00 Ca	0,00 Ca	0,00 Da

Letras minúsculas comparam médias de doses de irradiação gama para cada dia de análise (linha); Letras maiúsculas comparam médias de dias de análise para cada dose de irradiação gama (coluna); Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Variação média do Índice de Maturação em goiabas ‘Pedro Sato’ irradiadas com Cobalto 60 e armazenadas à 10±1°C e 90-95% UR, por 28 dias, Botucatu, UNESP, 2010

Tratamentos	Acidez Titulável (g ácido cítrico 100 g ⁻¹ p.f.)					Média
	controle	controle + AM	0,2 kGy + AM	0,6 kGy + AM	1,0 kGy + AM	
0 dia	10,30	10,19	12,00	9,92	11,31	10,74
7 dias	12,05	10,24	10,87	10,25	9,77	10,64
14 dias	11,08	11,22	11,01	10,68	10,89	10,98
21 dias	10,23	10,11	9,81	9,62	10,57	10,07
28 dias	-	9,15	11,47	10,22	10,99	10,46
Média	10,92	10,18	11,03	10,14	10,71	10,59

por Azollini *et al.* (2004) para goiabas ‘Pedro Sato’ e bem abaixo dos resultados 24,80 e 30,80 encontrados por Manica *et al.* (1998) para cultivares ‘Pirassununga vermelha’ e ‘IAC 4’, respectivamente.

Conclusões

Conclui-se que altas doses de irradiação promoveram efeito negativo nas características físico-químicas da goiaba ‘Pedro Sato’, verificando que apenas a menor dose utilizada associada à atmosfera modificada proporcionou frutos com maior qualidade e aceitabilidade, devido aos maiores índice de maturação e sólidos solúveis obtidos.

Em relação aos dias de análise, não foi observado efeito positivo dos tratamentos no decorrer do armazenamento, onde somente os dias iniciais promoveram os melhores valores para as variáveis estudadas.

Literatura científica citada

ALI, Z.M.; LAZAN, H. Guava. In: MITRA, S. K. Postharvest of physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Wallingford: CAB International, 1997. p. 145-165.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists: fruits and fruits products.** Washington, 1980. cap. 22. p. 359-373.

AZZOLINI, M. *et al.* Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p.29-31, 2004.

BASSETO, E. **Conservação de goiabas “Pedro Sato” tratadas com 1-metilciclopropeno:** concentrações e tempos de exposição. Piracicaba, 2002, 71 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.

BLEINROTH, E.W.; ZUCHINI, A. G.; POMPEO, R. M. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.7, n.1, p.29-81, 1976.

- BRON, I. U. *et al.* Temperature-related changes in respiration and Q10 coefficient of guava. **Scientia Agricola**, 62 (5): 458-463, 2005.
- BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação da Qualidade de polpa de goiaba 'Paluma' armazenada a - 20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 394-396, 2003.
- CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**. 2004, 69f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, 2 ed., Lavras: Editora UFLA, 2005. 783p.
- DOMARCO, R. E. *et al.* Inibição do amadurecimento de bananas por radiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.2, p.137-142, 1996.
- DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. **Anais do 1º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Goiabeira**, Jaboticabal, Brasil, p.149-158, 1997.
- EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e nutricional**, v. 13, p. 76-81, 2006.
- GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 35 p. (Publicações técnicas FRUPEX, 20).
- HANDEBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 130 p. (USDA. Agriculture Handbook, 66).
- IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020.
- JACOMINO, A. P. **Conservação de goiabas "Kumagai" em diferentes temperaturas e materiais de embalagem**. Piracicaba, 1999. 90 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- JAIN, N. *et al.* Compositional and enzymatic changes in guava (*Psidium guajava* L.) fruits during ripening. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.23, p. 357-362, 2001.
- KAFERSTEIN, F. K.; MOY, G. G. Public health aspects of food irradiation. **Journal of Public Health Policy**, v.14, n.2, p.149-163, 1993.
- MANICA, I. *et al.* Competição entre quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1305-1313, 1998.
- MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F. Fisiologia e qualidade pós-colheita de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato', submetidas à injúria mecânica por impacto. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.28, n.1, p. 46-50, 2003.
- NEVES, L. C. (Org.). **Manual Pós-Colheita da Fruticultura Brasileira**, Londrina: EDUEL, 2009. 1ed., 494 p.
- OLIVEIRA, A. C. G. *et al.* Conservação pós-colheita de goiaba branca 'Kumagai' por irradiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 375-396, jul./dez. 2006.
- OSMAN, A.; AYUB, W. N. A. Effects of different postharvest treatments on the respiration patterns of guava (*Psidium guajava* L.) **Acta Horticulturae**, 464: 502, 1998.
- PIMENTEL, R. M. A. **Qualidade pós-colheita da goiaba vermelha (*Psidium guajava* L.) submetida ao tratamento quarentenário por irradiação gama**. 2007, 112f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.
- REIS, K. C. dos *et al.* Avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 781-785, maio/jun., 2007.
- SILVA, E. C.; MAGALHÃES, C. H.; GONÇALVES, R. A. **Obtenção e avaliação de parâmetros físico-químicos da polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.), cultivar 'Paluma'**. In: Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG, 2, **Anais...II Jornada Científica** 19 a 23 de Outubro de 2009.
- THOMAS, P. Radiation preservation of foods of plant origin. Part V. Temperate fruits: pome fruits, stone fruits, and berries. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.24, n.4, p. 357-400, 1986.
- TUCKER, G. A.; Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 2-51.