

Vida útil pós-colheita de goiaba cv. 'Paluma' submetida ao resfriamento rápido por ar forçado¹

Post-harvest shelf-life of guava 'Paluma' subjected to forced-air rapid cooling

Ana Maria de Abreu Siqueira², Sandra Maria Lopes dos Santos², Beatriz de Sousa e Lima², Marcos Rodrigues Amorim Afonso² e José Maria Correia da Costa^{3*}

RESUMO - Os métodos de resfriamento rápido pós-colheita são tecnologias empregadas para preservação de frutas e hortaliças, a fim de aumentar a vida útil desses produtos. Neste trabalho, goiabas cv. 'Paluma' foram submetidas ao resfriamento rápido por ar forçado com o objetivo de avaliar as influências do método sobre a vida útil pós-colheita. Para a realização dos experimentos foi utilizado um delineamento composto central rotacional com a finalidade de avaliar as influências do tempo entre colheita e início do resfriamento rápido e a área de abertura das embalagens sobre a vida útil pós-colheita das frutas. Após o resfriamento rápido, as goiabas foram armazenadas em temperatura de 8 ± 3 °C e umidade relativa de $90 \pm 3\%$. A área de abertura das embalagens influenciou significativamente ($p < 0,05$) o coeficiente convectivo de transferência de calor, de maneira que, um aumento na área resultou em um aumento do coeficiente. A vida útil pós-colheita não sofreu influência significativa ($p > 0,05$) da área de abertura das embalagens. O tempo entre a colheita e início do resfriamento rápido influenciou significativamente ($p < 0,05$) a vida útil pós-colheita das frutas. A diminuição do tempo entre a colheita e o início do resfriamento rápido aumentou a vida útil pós-colheita. O menor tempo de espera, após a colheita das goiabas, para início do resfriamento apresentou a maior vida útil, obtendo notas consideradas baixas na avaliação sensorial somente no 34º dia de armazenamento.

Palavras-chave: Goiaba. Frutas-resfriamento. Frutas-armazenamento.

ABSTRACT - Methods for post-harvest rapid cooling are technologies employed in the preservation of fruits and vegetables in order to increase the shelf life of these products. In this work, fruits of the guava 'Paluma' underwent forced-air rapid cooling with the aim of evaluating the influence of this method on post-harvest shelf life. The tests were carried out using a central composite rotational experimental design, in order to evaluate the influence of both the time between harvest and the beginning of rapid cooling, and the open area between the packaging, on the shelf life of the fruits. After rapid cooling, the fruits were stored at a temperature of 8 ± 3 °C and a relative humidity of $90 \pm 3\%$. The open area between packaging significantly influenced ($p < 0.05$) the convective heat transfer coefficient in such a way that an increase in area size resulted in an increase in the coefficient. Post-harvest shelf-life was not significantly influenced ($p > 0.05$) by the open area between the packaging. The time between harvesting and the beginning of rapid cooling significantly influenced ($p < 0.05$) the post-harvest shelf life of the fruit. A reduction in the time between harvesting and the beginning of rapid cooling increased the post-harvest shelf life. The shortest waiting time, between harvesting the guava and the start of cooling, produced the longest shelf life, receiving what were considered as low grades in the sensory evaluation only from the 34th day of storage.

Key words: Guava. Fruits-cooling. Fruits-storage.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 25/11/2010; aprovado em 08/09/2013

Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFC

²Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, 60.356-000, ana.abreus@gmail.com, anisulivan@yahoo.com.br, bias_lima@hotmail.com, m.r.a.afonso@gmail.com

³Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciência Agrária/UFC, Av. Mister Hull, 2977, CEP: Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil, 60.356-000, correiacostaufc@gmail.com

INTRODUÇÃO

Mudanças fisiológicas de respiração, transpiração e biossíntese são afetadas por fatores intrínsecos (fruto climatérico ou não-climatérico) e extrínsecos (temperatura, etileno, concentração de O₂ e CO₂) e, geralmente, essas alterações influenciam na conservação e qualidade de frutos (BROSNAN; SUN, 2001). Em condições não controladas a respiração leva à rápida senescência dos tecidos vegetais tornando-os susceptíveis ao ataque de microrganismos e à perda de água (DUSSÁN-SARRIA; HONÓRIO, 2005). A taxa respiratória e o amadurecimento comportam-se em resposta a diferentes temperaturas, tipo de estocagem e condições de comercialização (BRON *et al.*, 2005).

A goiaba (*Psidium guajava*) é um fruto climatérico, apresenta altas taxas de transpiração e perda de massa (AZZOLINI *et al.*, 2005). Devido ao intenso metabolismo durante o amadurecimento, esses frutos senescem rapidamente, impedindo o armazenamento por períodos prolongados, e o controle da respiração e transpiração reduz a velocidade das mudanças fisiológicas, aumentando a vida útil. O controle da respiração e transpiração reduz a velocidade das mudanças fisiológicas, prolongando a vida útil (CARVALHO *et al.*, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2005; VILA *et al.*, 2007). O cultivar 'Paluma' é muito explorado comercialmente no Brasil, com frutos de cor vermelha e forma semelhante a uma pera (ALVES; FREITAS, 2006).

O resfriamento dos frutos deve ser iniciado imediatamente após a colheita, e o resfriamento rápido propõe uma rápida remoção do calor do produto recém-colhido, antes da estocagem e/ou transporte, ambos refrigerados (CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002). Os quatro principais métodos de resfriamento rápido são: por ar forçado, com água gelada, com gelo e a vácuo (TERUEL; CORTEZ; NEVES FILHO, 2003). No sistema de resfriamento rápido por ar forçado, o ar é forçado através dos produtos reduzindo o tempo de resfriamento dos mesmos (CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002).

As embalagens contendo os frutos são colocadas lado a lado formando um túnel. O ventilador trabalha como um exaustor succionando o ar refrigerado que sai do evaporador sendo forçado a passar transversalmente entre os frutos, o qual é fechado na parte frontal e superior com uma lona. O processo de resfriamento está ligado estritamente à

temperatura e propriedades dos produtos, assim, o efeito das propriedades térmicas, tais como, condutividade térmica, calor específico e difusividade térmica, influenciam diretamente no processo de resfriamento (TERUEL; CORTEZ; NEVES FILHO, 2003).

As embalagens possuem grande influência neste método, devem ter aberturas e distribuídas de forma a facilitar a movimentação do ar através delas, promovendo uma efetiva troca de calor entre o produto e o ar (CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002). Tais aberturas devem ter, no mínimo, 5% da área efetiva para a passagem do ar, devendo estar corretamente distribuídas para garantir a uniformidade do resfriamento (DUSSÁN-SARRIA; HONÓRIO, 2005).

Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi aplicar resfriamento rápido por ar forçado em goiaba, avaliando sua influência na vida útil pós-colheita, utilizando diferentes áreas de abertura nas embalagens e tempo entre a colheita e a aplicação do resfriamento rápido. Objetivou-se também determinar as velocidades do ar e os coeficientes convectivos de transferência de calor durante o processo de resfriamento rápido por ar forçado da goiaba.

MATERIAL E MÉTODOS

As goiabas cv. 'Paluma' foram adquiridas em fazenda produtora do Estado do Ceará e embaladas em caixas tipo exportação, confeccionadas em papelão ondulado, com as dimensões externas: 31,5 x 26,5 x 8,3 cm. Para a realização dos experimentos foi aplicado o delineamento composto central rotacional (DCCR) com duas variáveis independentes variando seus valores em quatro níveis (Tabela 1). As respostas de interesse foram: a vida útil pós-colheita e o coeficiente convectivo de transferência de calor. Foram realizados 11 experimentos incluindo 4 pontos axiais e 3 repetições no ponto central (Tabela 2).

As caixas contendo os frutos foram dispostas na câmara em duas fileiras, formando o túnel de resfriamento e cobertas com uma lona. Durante todo o processo foram monitoradas as temperaturas dos frutos e da entrada do ar no exaustor através de termopares

Tabela 1 - Níveis codificados das duas variáveis aplicadas no processo de resfriamento rápido por ar forçado

Variáveis Independentes	- α^*	-1	0	1	+ α^*
Área de abertura das caixas (%)	1,77	3,19	6,37	9,56	10,98
Tempo entre colheita e resfriamento rápido	24 h	24 h 15 min	28 h 15 min	31 h 15 min	32 h 30 min

* $\alpha = \pm 1,414$ para $k = 2$ (duas variáveis independentes)

Tabela 2 - Delineamento composto central rotacional e suas variáveis independentes

Experimentos	Área de Abertura	Tempo entre colheita e resfriamento rápido
E01	9,56%	31 h 15 min
E02	3,19%	31 h 15 min
E03	9,56%	24 h 15 min
E04	3,19%	24 h 15 min
E05	6,37%	28 h 15 min
E06	6,37%	28 h 15 min
E07	6,37%	28 h 15 min
E08	1,77%	24 h 15 min
E09	10,98%	24 h 15 min
E10	6,37%	24 h
E11	6,37%	32 h 30 min

do tipo 'T' AWG24 e AWG30, sendo inseridos no centro dos frutos, em pontos distintos das embalagens. O sistema de aquisição dos dados utilizado foi o *Datalogger/NOVUS* Ltda. e os dados armazenados através do software de comunicação *Fieldchart*.

A abordagem foi considerada para um produto de formato esférico de raio R e a transferência de calor assumiu-se em uma direção no sentido do raio do fruto. Com as propriedades físicas (raio da fruta, conteúdo de água, volume e massa), foram calculadas as propriedades térmicas: condutividade térmica ' κ ' ($\text{Wm}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) e a difusividade térmica ' α ' ($\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$), conforme equações 1 e 2, respectivamente (DUSSÁN-SARRIA; HONÓRIO, 2004; NUNES *et al.*, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2002).

$$\kappa = 0,00493 U + 0,148 \quad (1)$$

$$\alpha = 0,088 \times 10^{-6} + [(\alpha_w - 0,088 \times 10^{-6}) * U / 100] \quad (2)$$

Onde: U - refere-se ao conteúdo de água (%), α_w - a difusividade térmica da água à temperatura do produto, para 20 °C pode-se assumir como $0,148 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

Com base nos dados experimentais foram construídas as curvas de resfriamento, feito o ajuste ao modelo, representado pela equação 3, e determinados os coeficientes de resfriamento (a) (AMENDOLA; SARRIA; RABELLO, 2009):

$$(T - T_a)/(T_i - T_a) = J e^{-at} \quad (3)$$

Onde: "t" - representa o tempo de resfriamento (min), "J" - o fator de atraso, "a" - o coeficiente de resfriamento (h^{-1}), "T" - a temperatura no centro do fruto durante o resfriamento ($^\circ\text{C}$), "T_a" - a temperatura do ar ($^\circ\text{C}$) e, "T_i" - a temperatura inicial da fruta ($^\circ\text{C}$).

O coeficiente convectivo de transferência de calor, h_c ($\text{W m}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}$), foi calculado através da equação 4, onde R é o raio médio das goiabas (AMENDOLA; SARRIA; RABELLO, 2009).

$$h_c = (3,2 \cdot \kappa \cdot R \cdot a) / 10,3 \cdot \alpha - a \cdot R^2 \quad (4)$$

Para cada ensaio foi construída a curva dos valores experimentais, sendo representadas graficamente em função da taxa adimensional de temperatura a partir dos cálculos efetuados com base na equação 4, e confrontada na mesma figura com a curva teórica.

Os onze experimentos em estudo foram submetidos à análise sensorial de aceitação, avaliados em relação à cor da polpa, cor da casca e impressão global, utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de 9 "gostei muitíssimo" a 1 "desgostei muitíssimo" (MINIM, 2006). Na mesma ficha foi incluída a escala de intenção de compra estruturada de 5 pontos, variando de 5 "certamente compraria" a 1 "certamente não compraria". A análise sensorial foi realizada a cada cinco dias, com 30 julgadores não treinados, os frutos foram partidos ao meio e apresentados de forma monádica, ou seja, uma amostra de cada vez, com ordem de apresentação balanceada, de forma a evitar vícios nos resultados (GARRUTI *et al.*, 2003). Servidos em blocos completos casualizados em bandejas de polietileno tereftalato, codificadas com números de três dígitos aleatórios.

Para o delineamento experimental a análise estatística foi realizada com o auxílio do programa operacional Statistica, versão 7.0, através da metodologia de superfície de resposta (RSM) e os gráficos elaborados pelo próprio programa. Os coeficientes de regressão

para termos lineares, quadráticos e interação foram determinados por regressão linear múltipla (MLR) e a significância de cada coeficiente de regressão foi avaliada estatisticamente pelo valor-t a partir do erro puro obtido das replicatas do ponto central. A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para validar o modelo e os coeficientes de regressão foram utilizados para gerar as superfícies de resposta.

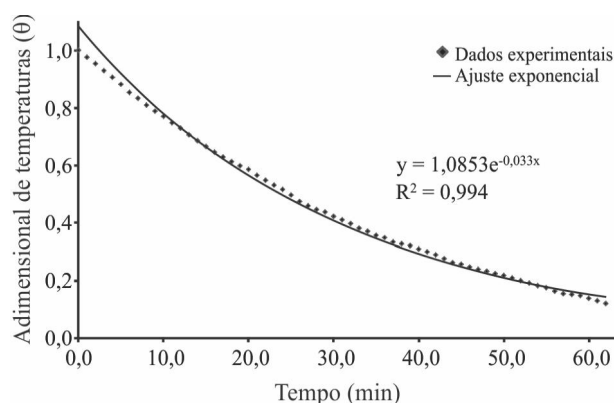
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da umidade e das propriedades térmicas de goiaba cv. 'Paluma' estão apresentados na Tabela 3. A média do conteúdo de água encontrado da goiaba cv. 'Paluma' para os onze experimentos foi de $83,68 \pm 3,22\%$ (Tabela 3). Queiroz *et al.* (2008) encontraram valores de $86,7 \pm 1,1\%$ de conteúdo de água para a cultivar 'Pedro Sato'. A massa média dos frutos foi de $151,92 \pm 11,05$ g.

Para as goiabas resfriadas com ar forçado nas diferentes condições aplicadas, verificou-se que o tempo de resfriamento variou entre 62,0 e 96,5 minutos até que a temperatura média dos frutos atingisse a temperatura de $8,2$ °C. Os resultados da condutividade térmica (Tabela 3) foram semelhantes aos encontrados por Siqueira *et al.* (2008) para goiaba cv. 'Paluma' que foi de $0,59 \text{ W m}^{-1} \text{ °C}$.

A curva apresentada pela Figura 1 mostra a variação da temperatura durante resfriamento rápido de goiaba cv. 'Paluma' embalada em caixa de papelão com área de abertura de 10,98% e 28 horas e 15 minutos após a colheita. O comportamento desta curva

Figura 1 - Variação da temperatura durante resfriamento rápido de goiaba cv. 'Paluma' embalada em caixa de papelão com área de abertura de 10,98% e 28 horas e 15 minutos após a colheita



é semelhante ao encontrado por Teruel *et al.* (2001), na aplicação de resfriamento rápido por ar forçado na laranja e banana e também por Siqueira *et al.* (2008), na aplicação em goiaba. De acordo com Dussán-sarria e Honório (2005), quando frutos são expostos a maiores velocidades do ar, como no caso do resfriamento rápido por ar forçado, o processo de transferência de calor é mais rápido devido aos maiores valores de coeficiente convectivo de transferência de calor.

O experimento com maior área de abertura apresentou o maior coeficiente convectivo de transferência de calor. No experimento no qual foi utilizada a menor área de abertura resultou no menor valor do coeficiente convectivo de transferência de calor, valores baixos deste

Tabela 3 - Propriedades térmicas de goiaba cv. 'Paluma'

Experimentos	U (%)	k (W/m °C)	α ($\times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$)	a ($\times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$)
E01	82,96	0,56	1,38	4,83
E02	82,25	0,55	1,37	4,17
E03	79,79	0,54	1,36	4,67
E04	82,08	0,58	1,41	4,67
E05	82,25	0,55	1,37	4,50
E06	87,92	0,58	1,41	4,17
E07	88,12	0,58	1,41	4,50
E08	82,96	0,56	1,38	3,83
E09	83,73	0,56	1,38	5,50
E10	79,79	0,54	1,36	4,00
E11	87,92	0,58	1,41	4,33

U = conteúdo de água; k = Condutividade térmica; α = Difusividade térmica; a = Coeficiente de resfriamento

parâmetro refletem em uma baixa intensidade no processo de transferência de calor (TERUEL *et al.*, 2001).

As notas da análise sensorial para os parâmetros aparência interna (cor da polpa), aparência externa (cor da casca), aspecto geral e intenção de compra no último dia da vida útil dos frutos são apresentadas na Tabela 4. Na escala hedônica de 9 pontos as amostras são consideradas aceitas quando recebem, em média, nota superior a 5, 'nem gostei, nem desgostei'. No entanto o parâmetro intenção de compra foi quem determinou o fim da vida útil pós-colheita, no qual foi utilizada escala hedônica de 5 pontos, considerando notas menores a 3 'talvez comprasse, talvez não comprasse' como limite para rejeição do produto.

Com relação ao atributo aparência interna foi observado diferença significativa ao nível de 5% entre os experimentos de resfriamento rápido no decorrer de 28 dias de armazenamento.

Os menores tempos de vida útil, segundo a avaliação sensorial, são observados nos experimentos E2 e E11, cujos tempos entre colheita e início do resfriamento foram os maiores adotados no planejamento experimental. Em contrapartida, para o experimento E10, equivalente ao menor tempo entre a colheita e o início do resfriamento rápido, obteve rejeição dos provadores somente no 34º dia de armazenamento, constatando que o tempo entre a colheita e a aplicação desta tecnologia influencia na vida útil pós-colheita dos produtos. Confirmando estudos realizados por Sun e Brosnan (1999), que o tempo de espera após a colheita, antes da etapa de refrigeração, influenciará na deterioração desses produtos. Devido à grande

variedade inerente aos testes que envolvem frutos, foram considerados significativos os parâmetros com p -valores menores que 10% ($p < 0,1$).

Os valores experimentais das variáveis respostas, vida útil (dias) e coeficiente convectivo de transferência de calor ($W m^{-2} °C$), são apresentados na Tabela 5.

De acordo com o teste t-Student em nível de significância de 0,10, a variável resposta "vida útil" varia linearmente com a variável "tempo entre colheita e resfriamento". Este resultado sugere a influência direta do tempo entre a colheita e a aplicação do resfriamento rápido na vida útil pós-colheita de goiaba, quanto menor esse tempo, maior será a vida útil do produto.

A superfície de resposta gerada pelo modelo da variável independente vida útil pós-colheita em relação às variáveis independentes: área de abertura das embalagens e tempo entre colheita e resfriamento é apresentada na Figura 2. Percebe-se que quanto menor o tempo para a aplicação do resfriamento rápido, maior a vida útil pós-colheita do produto.

Confirmando, assim, que o quanto antes um produto vegetal atingir a sua temperatura ideal de estocagem, maior será a vida útil pós-colheita, como já concluído por diversos autores (SUN; BROSNAN, 1999; TERUEL *et al.*, 2002).

De acordo com o teste t-Student em nível de 0,10, a variável resposta "coeficiente convectivo de transferência de calor" varia linearmente com a variável "área de abertura". Sabe-se que quanto maior for a área de superfície exposta, maior será o coeficiente convectivo de transferência de calor, como afirmado

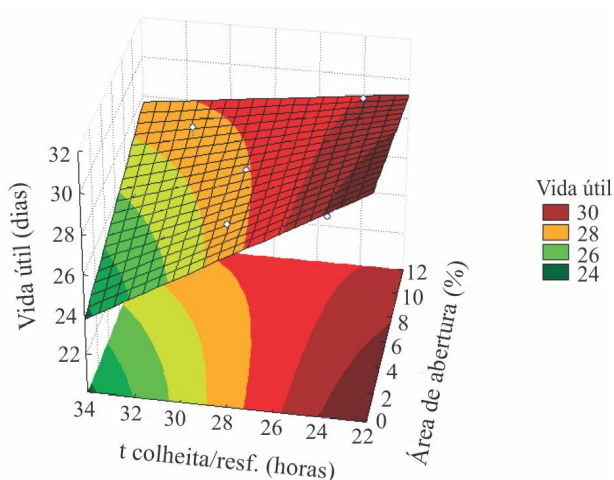
Tabela 4 - Médias e desvio padrão das notas da análise sensorial para os parâmetros aparência interna (cor da polpa), aparência externa (cor da casca), aspecto geral e intenção de compra no último dia da vida útil dos frutos

Experimentos	Vida útil	Aparência interna	Aparência externa	Aspecto geral	Intenção de compra
		(Cor da Polpa)	(Cor da casca)		
E01	30	7,6 ± 1,9	5,1 ± 2,7	4,9 ± 2,6	2,7 ± 1,4
E02	28	5,1 ± 2,6	4,9 ± 2,6	4,9 ± 2,6	2,7 ± 1,5
E03	30	7,7 ± 1,5	6,3 ± 1,8	5,8 ± 1,8	2,9 ± 1,2
E04	30	6,1 ± 3,1	6,2 ± 2,3	4,9 ± 2,6	2,9 ± 1,4
E05	30	5,6 ± 2,5	4,9 ± 2,5	5,2 ± 2,5	2,5 ± 1,4
E06	30	5,6 ± 2,9	5,6 ± 2,5	5,5 ± 2,5	3,0 ± 1,6
E07	30	5,9 ± 1,9	4,7 ± 2,1	4,9 ± 2,5	2,5 ± 1,3
E08	30	7,4 ± 2,0	6,0 ± 1,9	5,8 ± 2,0	3,0 ± 1,4
E09	30	7,4 ± 2,1	5,4 ± 1,9	5,4 ± 1,9	2,7 ± 1,1
E10	34	6,2 ± 2,0	4,7 ± 2,2	4,3 ± 2,2	2,3 ± 1,1
E11	28	7,5 ± 2,3	4,1 ± 2,1	4,2 ± 1,9	2,4 ± 1,0

Tabela 5 - Resultados das variáveis respostas do resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. 'Paluma'

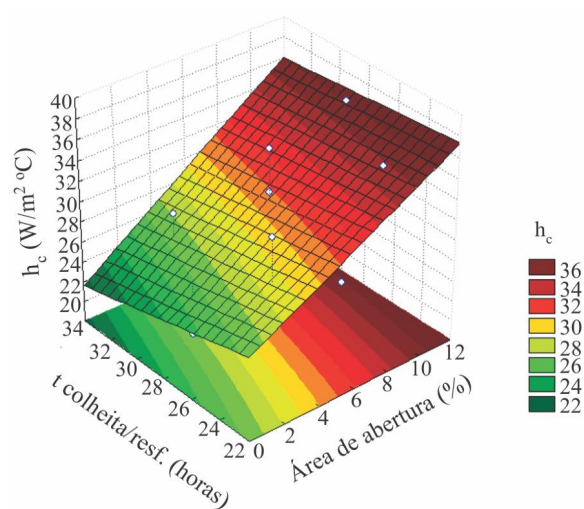
Experimentos	Variáveis dependentes			
	A abertura (%)	t colheita/resf (h/min)	Vida útil (dias)	hc (W/m ² °C)
E01	9,56	31 h 15 min	28	30,74
E02	3,19	31 h 15 min	26	28,96
E03	9,56	24 h 15 min	28	35,10
E04	3,19	24 h 15 min	28	32,97
E05	6,37	28 h 15 min	28	29,32
E06	6,37	28 h 15 min	28	31,40
E07	6,37	28 h 15 min	28	35,56
E08	1,77	24 h 15 min	28	20,71
E09	10,98	24 h 15 min	28	37,06
E10	6,37	24 h	32	27,09
E11	6,37	32 h 30 min	26	28,74

A_{abertura} = área de abertura; t_{colheita/resf} = tempo entre colheita e resfriamento rápido; hc = coeficiente convectivo de transferência de calor

Figura 2 - Superfície de resposta da vida útil (dias) em função do tempo entre colheita e resfriamento (horas) e área de abertura das embalagens (%)

por Vissotto *et al.* (1999). A superfície apresentada na Figura 3 concorda com tal afirmação. Segundo ASHRAE (1994), o resfriamento com ar forçado de produtos hortícolas depende da velocidade de ar e das condições termodinâmicas do ar circundante. Quanto maior a área de abertura das embalagens, maior a vazão do ar circundante e, conseqüentemente, maior coeficiente de resfriamento e, portanto, maior coeficiente convectivo de transferência de calor (Figura 3).

O experimento E09 com maior área de abertura apresentou o maior valor de coeficiente convectivo de transferência de calor e o E08 com menor área apresentou o menor valor para este mesmo parâmetro. Para os demais experimentos a média deste parâmetro foi de $31,10 \pm 2,94 \text{ W m}^{-2} \text{ °C}$. Dússan-Sarria e Honório (2005) afirmam que o tipo de embalagem, dimensões, área de abertura e o tipo de arranjo das mesmas no resfriamento também influenciam nos valores deste parâmetro.

Figura 3 - Superfície de resposta do coeficiente convectivo de transferência de calor (W m⁻² °C) em função

CONCLUSÕES

1. O resfriamento rápido por ar forçado é uma tecnologia pós-colheita adequada para a conservação de goiabas cv. 'Paluma' em até 38 dias armazenadas a 8 ± 3 °C e umidade relativa de 90 ± 3 %;
2. O tempo entre a colheita e a aplicação do resfriamento rápido por ar forçado é a variável que mais influencia estatisticamente o tempo de vida útil pós-colheita de goiaba cv. 'Paluma'. Nas condições deste trabalho ficou evidenciado que quanto menor o tempo à espera do início da refrigeração, maior a vida útil pós-colheita do produto;
3. A variação das áreas de abertura das caixas utilizadas neste trabalho para permitir a passagem do ar frio não influenciou estatisticamente a vida útil pós-colheita do produto. No entanto, tal variação influenciou nos valores do coeficiente convectivo de transferência de calor.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.
- AMENDOLA, M.; SARRIA, S. D.; RABELLO, A. A. Determinação do coeficiente convectivo de transferência de calor de figos submetidos ao resfriamento rápido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 169-175, 2009.
- ASHRAE. Methods of precooling fruits, vegetables and cut flowers. Refrigeration Systems and Applications Handbook. In: ASHRAE. **Refrigeration handbook**. Atlanta, Georgia, 1994. Chapter 10.
- AZZOLINI, M. *et al.* Ripening of "Pedro Sato" guava: study on its climateric or no-climateric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 3, p. 299-306, 2005.
- BRON, I. U. *et al.* Temperature-related changes in respiration and Q10 coefficient of guava. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 5, p. 458-463, 2005.
- BROSNAN, T.; SUN, Da-Wen. Precooling techniques and applications for horticultural products - a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, n. 2, p. 154-170, 2001.
- CARVALHO, H. A. *et al.* Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 605-615, 2001.
- CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428 p.
- DUSSÁN-SARRIA, S. S.; HONÓRIO, S. L. Condutividade e difusividade térmica do figo (*Ficus carica* L.) "Roxo de Valinhos". **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 185-194, 2004.
- DUSSÁN-SARRIA, S. S.; HONÓRIO, S. L. Parâmetros de resfriamento rápido do figo (*Ficus carica* L.) cv. Roxo de Valinhos embalado em caixa de exportação. **Revista UDO Agrícola**, v. 5, n. 1, p. 96-102, 2005.
- GARRUTI, D. S. *et al.* Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003.
- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial estudos com consumidores**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 225.
- NUNES, A. S. *et al.* Métodos de determinação experimental da condutividade e difusividade térmica de materiais biológicos - revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 36, n. 1, p. 55-68, 2002.
- QUEIROZ, V. A. V. *et al.* Qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 329-340, 2008.
- RIBEIRO, V. S. *et al.* Propriedades físicas de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 61-67, 2002.
- RIBEIRO, V. G. *et al.* Armazenamento de goiabas 'Paluma' sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 203-206, 2005.
- SIQUEIRA, A. M. A. *et al.* Parâmetros do Resfriamento Rápido por Ar Forçado de Goiaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21; SEMINÁRIO LATINO AMERICANO E DO CARIBE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15, 2008, Belo Horizonte. **Anais... Belo Horizonte**, 2008.
- SUN, D. W.; BROSNAN, T. Extension of the vase life of cut daffodil flowers by rapid vacuum cooling. **International Journal of Refrigeration**, v. 22, n. 6, p. 472-478, 1999.
- TERUEL, B. *et al.* Estudo teórico do resfriamento com ar forçado de frutas de geometrias diferentes. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 228-235, 2001.
- TERUEL, B. *et al.* Resfriamento de banana-prata com ar forçado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 142-146, 2002.
- TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES FILHO, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja valência com ar forçado e com água. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 174-178, 2003.
- VILA, M. T. R. *et al.* Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, 2007.
- VISSOTTO, F. Z. *et al.* Pré-resfriamento de frutas e hortaliças com ar-forçado. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, n. 1, p. 106-114, 1999.