

# Estabilidade Sensorial e Aceitação de Noz Macadâmia Submetida à Secagem com Microondas

Flávio A. Silva, Maria A. B. Gonçalves, Guilherme J. Maximo,  
Manoel S. S. Júnior, Márcio Caliri, Clarissa Damiani, Antonio M.  
Junior & Reinaldo G. Nogueira

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto sensorial global do processo de secagem por microondas e ar quente em amêndoa da noz macadâmia, comparativamente ao método convencional de secagem, e testar a aceitação do produto. Realizaram-se testes discriminativos a cada trinta dias e testes de aceitação a cada noventa dias a partir da secagem do produto, utilizando sete amostras de amêndoas de noz macadâmia secas em microondas e uma amostra seca convencionalmente. Os testes foram conduzidos durante seis meses de armazenamento. Pelo estudo da estabilidade sensorial verificou-se que as amostras secas com microondas não apresentaram diferenças significativas durante o período considerado.

**Palavras-chave:** *macadâmia, análise sensorial, secagem.*

The present work aimed at evaluating the overall sensory impact of the microwave assisted hot air drying on the kernels of macadamia as compared to the conventional method of drying, and studying the overall acceptance of the product. A number of discriminative tests were accomplished at every thirty days as well as one acceptance test at every ninety days, starting from the product drying, by using seven kernel samples of the macadamia nuts dried by the microwave and one kernel sample of the conventionally dried. The tests were carried out along the six-month storage period. The study of the sensory stability allowed to verify that the samples obtained from the microwave assisted hot air drying process did not show any significant difference under overall terms, during the considered period.

**Keywords:** *macadamia, sensory analysis, drying.*

## Introdução

A *Macadamia integrifolia* também é conhecida como *macadamia nut*, *smooth-shell-macadamia-nut*, *Queensland nut*, *bush nut*, *met cak* e *bauple nut*<sup>1</sup>. Toledo Piza<sup>2</sup> descreve que o fruto da macadâmia possui uma capa externa de consistência carnosa e de cor verde, cujo nome técnico é pericarpo, usualmente chamado de carpelo. Envolvida pelo carpelo encontra-se a noz em casca, cuja casca ou concha apresenta uma coloração marrom brilhante e, no interior da noz, está a amêndoa de cor creme. A amêndoa é rica em óleos mono insaturados, que são disputados pela indústria de cosméticos na composição de hidratantes e por laboratórios farmacêuticos como redutor dos níveis de colesterol. O óleo pode ser ainda utilizado para cozinhar ou para temperar saladas. A macadâmia tem sido muito consumida como aperitivo quando salgada e torrada, acreditando-se que mais da metade da produção mundial acabe torrada<sup>3</sup>.

Como todas as nozes, a amêndoa contém alta quantidade de óleo. Mason e Wills<sup>4</sup> relataram que a quantidade de óleo da *Macadamia integrifolia* varia entre 66,3 e 81,2%, com umidades entre 1 e 1,5% b.s., dependendo da variedade, da natureza, das práticas de cultivo, etc.

Toledo Piza<sup>3</sup> relata que aqui no Brasil e em outros países, a secagem da noz macadâmia é feita em silos secadores com sistema automático de controle de temperatura e dura até seis dias, ocorrendo da seguinte forma: nos primeiros dois dias a temperatura é de 40°C, é elevada e mantida a 50°C por mais dois dias, e nos últimos dois dias é elevada e mantida a 60°C, até que a umidade da amêndoa esteja em torno de 1,5% b.s. Este mesmo autor afirma que, quando a noz macadâmia chega inicialmente à indústria processadora, a sua umidade está em torno de 8-12% (b.s.).

A energia de microondas é uma fonte ímpar de energia porque ela cria calor dentro dos materiais processados. Esta propriedade resulta em tempos de processamento mais curtos, maior rendimento do produto final e usualmente em uma qualidade superior que a encontrada com técnicas convencionais de processamento<sup>5</sup>. Berteli e Marsaioli<sup>6</sup> relataram que o tempo de secagem de macarrão curto seco mediante a

combinação de ar quente e microondas foi treze vezes menor quando comparado com o processo convencional de secagem. Foi também testado, por Silva e Marsaioli<sup>7</sup>, o uso de energia de microondas combinada com ar quente na secagem de amêndoas de castanha do Brasil, onde os tempos de secagens obtidos foram bem menores, em relação ao tempo gasto na secagem convencional, tendo-se conseguido manter a preservação do produto final por até seis meses. Já Marsaioli *et al.*<sup>8</sup> concluíram que o uso de microondas e ar quente na secagem de café cereja descascado promoveu uma redução substancial no tempo de secagem e um melhor controle dos parâmetros do processo, tais como a uniformidade e a estrutura dos grãos, levando a uma qualidade superior.

A avaliação sensorial dos alimentos pode ser realizada por métodos descritivos, discriminativos e por métodos afetivos. Os métodos discriminativos determinam se há diferenças sensoriais entre amostras que possuem formulações diferentes, foram processadas em diferentes lotes, foram armazenadas em condições distintas, entre outras finalidades, podendo determinar o grau da referida diferença. Os métodos afetivos avaliam a preferência e/ou aceitação de um produto pelo mercado consumidor e pode ser feita quanto ao produto de forma global ou sobre certas características do produto como cor, textura, brilho, sabor, e outros atributos<sup>9</sup>.

Chong & Ong<sup>10</sup> descreveram que, de um modo geral, para a maioria dos óleos e gorduras grande parte da deterioração pode estar relacionada especialmente à do tipo oxidativa e hidrolítica, sendo que ambas contribuem para o sabor e aroma residual de ranço. Para Desrosier e Desrosier<sup>11</sup> a rancificação é um importante problema em alimentos que sofreram secagem, sendo que a oxidação é mais intensa sob altas temperaturas quando comparadas à de temperaturas baixas. Caramelização, descoloração, perda na textura, na forma física e de aroma são ainda algumas das influências da secagem em alimentos.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto sensorial global do processo de secagem por microondas e ar quente em amêndoa da noz macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), comparativamente ao método convencional de secagem (ar quente), bem como testar a aceitação do produto junto ao mercado consumidor.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A matéria prima utilizada para a secagem com microondas e ar quente foi a noz macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), descarpelada, com umidade em torno de 10 % (b.s.), que foi fornecida pela Queen Nut Macadâmia, sediada em Dois Córregos-SP. A mesma empresa também forneceu amêndoas secas convencionalmente, com umidade em torno de 1,5 % (b.s.), observando-se que ambas as amostras foram do mesmo lote de produção. O método utilizado na determinação de umidade das amostras de amêndoa de noz macadâmia foi o de nº 92540 – Umidades em Nozes e Produtos de Nozes<sup>12</sup>.

Foram realizados sete ensaios de secagem com aplicação de energia de microondas e ar quente, variando a temperatura do ar de secagem e a temperatura de ajuste *set point* seguindo a metodologia do planejamento experimental<sup>13</sup>. Os ensaios foram realizados em um forno de microondas adaptado por Silva *et al.*<sup>14</sup> (Figura 1).

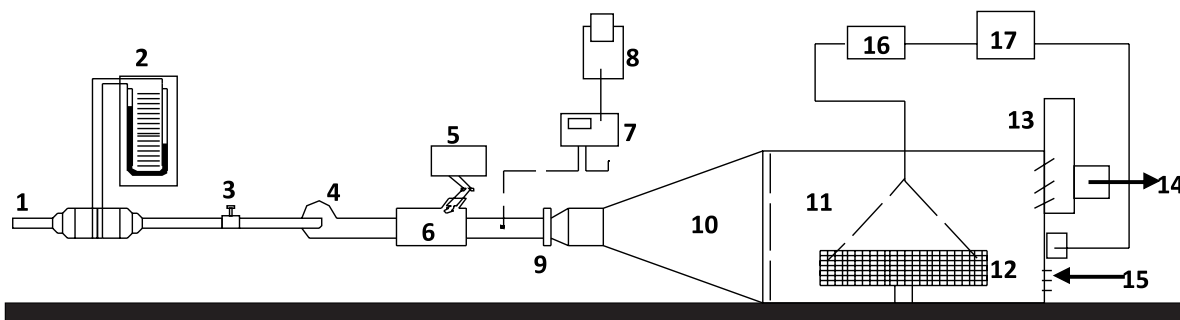
Após a secagem da noz macadâmia em casca, as amêndoas foram extraídas e embaladas a vácuo em sacos transparentes [composto de NYLON/polietileno de baixa densidade (PEBD)] e armazenadas durante seis meses em prateleiras em condições ambientes (temperatura em torno de  $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ). As amêndoas obtidas da noz macadâmia seca convencionalmente foram embaladas e armazenadas da mesma forma. As amêndoas secas com aplicação de energia de microondas e ar quente foram codificadas como: MW1, MW2, MW3, MW4, MW5, MW6 e MW7, sendo o código CVL atribuído à amostra seca convencionalmente.

A Tabela 1 traz as condições dos tratamentos das

amostras submetidas à secagem com aplicação de energia de microondas e ar quente, realizados no forno de microondas adaptado. A massa inicial da noz foi fixada em 0,9 kg durante todos os ensaios, a potência de microondas utilizada nos ensaios foi de 300 W e a vazão do ar de entrada e a velocidade do ar foram fixadas em  $2,8 \text{ m}^3/\text{min}$  e  $1,0 \text{ m/s}$ , respectivamente. Os processos de secagem foram conduzidos até a umidade das nozes-em-casca atingir um valor próximo de 3,7% b.s., ou seja, até as amêndoas alcançarem umidade em torno de 1,5% b.s.

Os testes de aceitação com a amostra seca convencionalmente e com as sete amostras geradas pelos diferentes tratamentos com microondas foram realizados logo após estas últimas secagens (tempo inicial), e após 90 e 180 dias de armazenamento. Participaram de todas as análises trinta provadores, entre alunos e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (FEA/UNICAMP), como consumidores de noz macadâmia, em duas sessões de análise, sendo que em cada sessão foram avaliadas quatro amostras por provador. As mesmas eram apresentadas de forma monádica e para a avaliação os consumidores utilizaram escalas de nove pontos, cujo modelo pode ser visualizado através da Figura 2. As amostras foram avaliadas em sua aceitação quanto à aparência, crocância e modo geral. Os dados do teste de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de média Tukey a  $p \leq 0,05$ .

A estabilidade sensorial das amostras de cada um dos sete tratamentos com aplicação de microondas, durante o armazenamento, foi avaliada através do teste de diferença



**Figura 1.** Adaptação de forno de microondas doméstico: (1) entrada de ar; (2) manômetro; (3) válvula; (4) ventilador; (5) controlador de temperatura; (6) aquecedor elétrico; (7) indicador de temperatura; (8) registrador de temperatura; (9) conector rápido; (10) difusor de ar; (11) cavidade de microondas; (12) cesto de produto; (13) janela de exaustão; (14); saída de ar; (15) ar de resfriamento do gerador de microondas; (16) sensoriamento infravermelho; (17) temperatura de ajuste set point do controlador para chavear o sistema liga/desliga do magnetron.

**Tabela 1.** Condições dos tratamentos das amostras submetidas à secagem por microondas

Amostra	DP	RH ar	Temperaturas (° C)			Umidade da Noz (%b.s.)			tempo
	(W/g)	(%)	Ar	Ajuste	Produto	Inicial	Final	Amêndoa	(min)
MW1	0,349	58,70	58 ± 0,5	64	56 – 61	10,19	3,79	1,51	330
MW2	0,348	59,60	62 ± 0,5	64	57 – 61	9,80	3,72	1,50	330
MW3	0,349	57,00	58 ± 0,5	68	60 – 65	9,98	3,70	1,49	270
MW4	0,349	58,50	62 ± 0,5	68	60 – 55,5	10,19	3,75	1,52	270
MW5	0,349	58,70	60 ± 0,5	66	58 – 63	9,80	3,73	1,52	300
MW6	0,349	56,90	60 ± 0,5	66	59 – 63	9,98	3,74	1,54	300
MW7	0,349	60,30	60 ± 0,5	66	58 – 63	10,19	3,78	1,55	300

DP = densidade de potência, RH ar = umidade relativa do ar de entrada.

do controle. A amostra controle (ou padrão) foi àquela seca convencionalmente (CVL), que foi submetida às mesmas condições de estocagem das sete primeiras amostras. Assim, a cada 30 dias, as sete amostras foram avaliadas comparativamente à de controle mediante a escala estruturada de nove pontos. Participaram de todas as análises vinte indivíduos, entre alunos e funcionários da FEA/UNICAMP. A cada sessão eram apresentadas quatro a cinco amostras ao provador, junto com uma amostra padrão especificada com a letra P. Os provadores compararam as sete amostras submetidas a microondas com a amostra controle em duas sessões, sendo que o número máximo de amostras testadas em cada sessão era de cinco. Os dados obtidos por este teste foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e o teste de médias de Dunnett<sup>15</sup>.

de armazenagem. Aos 180 dias, as amostras MW2 e MW5 apresentaram diferença estatística (a  $p \leq 0,05$ ) quanto ao atributo crocância, sendo a amostra MW2 a que apresentou maior aceitação neste atributo. Quanto aos demais atributos as amostras não apresentaram diferenças (a  $p \leq 0,05$ ).

Pelos resultados obtidos da aceitação sensorial durante todo o armazenamento pode-se observar que, para os atributos aparência e modo geral, a aceitação permanece praticamente constante durante todo o período de estudo (seis meses de armazenamento) para todas as amostras secas com microondas/ar quente e para o produto seco convencionalmente. Esta observação pode ser realizada tanto para as médias obtidas para todos os atributos e meses, quanto para a porcentagem de aceitação. Em todo o período, as médias se mantiveram acima de 6 em todos os atributos, o que na escala utilizada representa aceitação acima de “gostei ligeiramente” e a porcentagem de aceitação, consumidores que gostaram das amostras em algum grau, ficou acima de 60% para a aparência e de 75% para avaliação de modo geral. Quanto à crocância, há ligeira queda de aceitação somente para a amostra MW5. A porcentagem de aceitação para este atributo se mantém acima de 80%.

A Tabela 3 apresenta a análise estatística da aceitação das amostras entre os tempos de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ) e revela que apenas quanto ao atributo crocância houve queda na aceitação das amostras MW3 e MW5, embora entre as amostras os provadores não identificaram diferenças quanto à crocância da amostra MW3. As demais amostras e atributos não apresentaram queda da

1. Você está recebendo uma amostra codificada de amêndoa de NOZ MACADÂMIA. Avallee a APARÊNCIA da mesma. Na escala, indique o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA da amostra.

gostei extremamente  
 gostei muito  
 gostei moderadamente  
 gostei ligeiramente  
 nem gostei/nem desgostei  
 desgostei ligeiramente  
 desgostei moderadamente  
 desgostei muito  
 desgostei extremamente

2. Comente o que você mais gostou e menos gostou na APARÊNCIA da amostra.  
+ Gostou: \_\_\_\_\_  
- Gostou: \_\_\_\_\_

**Figura 2.** Modelo de escala utilizada no teste de aceitação.

## Resultados e discussão

Os resultados obtidos através do Teste de Aceitação (Tabela 2) demonstraram que as médias das amostras não apresentaram diferenças estatísticas (a  $p \leq 0,05$ ) em todos os atributos, no tempo inicial e aos 90 dias

aceitação, resultado extremamente favorável.

Os resultados obtidos do Estudo da Estabilidade Sensorial (Tabela 4) demonstram que as amostras submetidas à secagem com microondas não apresentaram diferença significativa (a  $p \leq 0,05$ ) da amostra seca convencionalmente (amostra controle) em nenhum tempo de armazenamento em termos sensoriais globais.

Pelo teste discriminativo proposto, pode-se observar que, em termos globais, foi obtido da secagem com microondas/ar quente um produto semelhante àquele submetido ao processo convencional. Isso revela que, de acordo com o estudo sensorial realizado, em termos globais é possível a utilização das microondas no processo de secagem da noz macadâmia, etapa fundamental durante o seu processamento.

Para todos os ensaios sensoriais, as variáveis de tratamento estudadas, temperatura de ar de secagem e de ajuste não proporcionaram impactos sensoriais significativos e diferenciados entre as amostras de amêndoas de noz macadâmia secas com aplicação de microondas.

O estudo da estabilidade sensorial, através da

realização dos testes de diferença do controle a cada 30 dias após o início do armazenamento sugere que as variáveis de temperatura do processo de secagem com microondas não provocaram alterações sensoriais globais significativas para diferir da amostra seca convencionalmente (padrão/controle-CVL) em nenhum período do armazenamento.

Quanto aos atributos avaliados (aparência, crocância e modo geral) pelo estudo de aceitação do mercado consumidor, as amêndoas secas com microondas também não diferiram das secas convencionalmente em nenhum período do armazenamento.

Por fim, também entre as amostras secas com aplicação de microondas e ar quente, não foi observada nenhuma condição de tratamento da secagem que proporcionasse uma aceitação diferenciada junto ao consumidor do produto.

De acordo com o estudo sensorial realizado, o processo de secagem de noz macadâmia é viável e proporciona produto com características sensoriais gerais semelhantes às do produto seco pelo método convencional.

**Tabela 2.** Médias obtidas no teste de aceitação sensorial

Armazenamento (Dias)	Atributo	Amostra							
		CVL	MW1	MW2	MW3	MW4	MW5	MW6	MW7
0	Aparência	6,67a	6,67a	6,17a	6,43a	6,83a	6,60a	6,73a	6,43a
	% Aceitação	76,7	80,0	66,7	73,3	76,7	73,3	83,3	70,0
	Crocância	7,93a	7,40a	7,37a	7,93a	7,50a	7,53a	7,53a	7,67a
	% Aceitação	90,0	93,3	86,7	93,3	93,3	93,3	93,3	90,0
	Modo Geral	7,27a	7,23a	7,27a	7,13a	7,33a	7,03a	7,13a	7,17a
	% Aceitação	93,3	83,3	93,3	86,7	86,7	83,3	86,7	83,3
90	Aparência	7,30a	6,63a	6,70a	6,83a	6,43a	6,77a	7,10a	7,07a
	% Aceitação	93,3	76,7	76,7	76,7	73,3	76,7	86,7	83,3
	Crocância	7,30a	7,10a	7,57a	7,33a	7,13a	7,80a	7,60a	7,37a
	% Aceitação	83,3	90,0	96,7	86,7	83,3	93,3	90,0	86,7
	Modo Geral	7,27a	7,00a	6,77a	7,23a	7,27a	7,43a	7,47a	7,13a
	% Aceitação	93,3	86,7	86,7	86,7	90,0	86,7	96,7	86,7
180	Aparência	7,03a	6,13a	6,57a	6,70a	6,33a	6,03a	6,83a	6,33a
	% Aceitação	80,0	66,7	63,3	80,0	70,0	66,7	76,7	70,0
	Crocância	7,73ab	7,37ab	7,87a	6,90ab	7,37ab	6,77b	7,30ab	7,47ab
	% Aceitação	93,3	93,3	100,0	83,3	90,0	80,0	90,0	86,7
	Modo Geral	7,00a	7,10a	7,23a	6,90a	7,07a	6,60a	7,00a	7,13a
	% Aceitação	86,7	90,0	90,0	86,7	83,3	76,7	83,3	86,7

**Tabela 3.** Análise estatística da aceitação das amostras entre os tempos de armazenamento ( $p \leq 0,05$ )

Atributo / Amostra / Tempo	Aparência			Crocância			Modo Geral		
	0	90	180	0	90	180	0	90	180
CVL	6,67 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>	7,03 <sup>a</sup>	7,93 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>	7,73 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>
MW1	6,67 <sup>a</sup>	6,63 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	7,40 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	7,37 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>
MW2	6,17 <sup>a</sup>	6,70 <sup>a</sup>	6,57 <sup>a</sup>	7,37 <sup>a</sup>	7,57 <sup>a</sup>	7,87 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>	6,77 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>
MW3	6,43 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	6,70 <sup>a</sup>	7,93 <sup>a</sup>	7,33 <sup>ab</sup>	6,90 <sup>b</sup>	7,13 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	6,90 <sup>a</sup>
MW4	6,83 <sup>a</sup>	6,43 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>	7,50 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>	7,37 <sup>a</sup>	7,33 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>	7,07 <sup>a</sup>
MW5	6,60 <sup>a</sup>	6,77 <sup>a</sup>	6,03 <sup>a</sup>	7,53 <sup>ab</sup>	7,80 <sup>a</sup>	6,77 <sup>b</sup>	7,03 <sup>a</sup>	7,43 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>
MW6	6,73 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup>	7,53 <sup>a</sup>	7,60 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>
MW7	6,43 <sup>a</sup>	7,07 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>	7,67 <sup>a</sup>	7,37 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>	7,17 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>

**Tabela 4.** Resultados obtidos no teste de diferença do controle

Armazenamento (Dias)	Sessão	Amostra							
		CVL	MW1	MW2	MW3	MW4	MW5	MW6	MW7
30	1°	2,85a	3,35a	2,45a	4,15a	-	-	-	-
	2°	2,80a	-	-	-	3,15a	3,75a	3,20a	2,80a
60	1°	2,60a	3,00a	2,75a	2,75a	-	-	-	-
	2°	1,90a	-	-	-	2,20a	2,25a	2,65a	2,10a
90	1°	2,35a	3,60a	3,10a	3,50a	-	-	-	-
	2°	2,70a	-	-	-	2,85a	2,20a	2,00a	3,05a
120	1°	3,30a	2,85a	2,70a	2,60a	-	-	-	-
	2°	2,40a	-	-	-	2,25a	3,25a	2,40a	2,70a
150	1°	2,50a	2,95a	3,15a	3,45a	-	-	-	-
	2°	3,25a	-	-	-	2,00a	2,30a	3,15a	2,95a

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, Brasília, DF, Brasil.

## Referências

- Dierberger, J. E.; Netto, L. M.; Noz macadamia – uma nova opção para a fruticultura brasileira, Nobel: São Paulo, **1985**.
- Toledo Piza, J. A. N.; Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização, DFZ/UESB: Vitória da Conquista, **1991**.
- Toledo Piza, P. L. B. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, **2000**.
- Mason, R. L.; Wills, R. B. H.; Food Australia **2000**, 52(9), 416.
- Decareau, R. V.; Peterson, R. A.; Microwave processing and engineering, Wiley: New York, **1986**.
- Berteli, M. N.; Marsaioli, A. Jr.; Journal of Food Engineering **2005**, 68, 175.
- Silva, F. A.; Marsaioli, A. Jr.; B. CEPPEA **2004**, 22(2), 387.
- Marsaioli, A. Jr.; Cunha, M. L.; Canto, M. W.; Ciência e Tecnologia de Alimentos **2003**, 23(3).
- Stone, H.; Sidel, J. L.; Sensory evaluation practices. Academic Press: New York, **1993**.
- Chong, C.L.; Ong, A. S. H. In: Seow, C.C.; Food Preservation by Moisture Control, Elsevier Applied Science: Malaysia, **1988**.
- Desrosier, N.W.; Desrosier, J. N.; The technology of Food

- Preservation, 4th ed., AVI Publishing Company, **1977**.
12. AOAC - Nuts and Nut Products. Em Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist's. 16 ed. Gaithersburg: AOAC, **1997**.
  13. Barros Neto, B; Scarmino, I. S.; Bruns, R. E.; Planejamento e otimização de experimentos, Ed. Unicamp: Campinas, **1996**.
  14. Silva, F. A.; Marsaioli, A. Jr., Maximo, G. J.; Silva, M. A. A. P.; Gonçalves, L. A. G.; Journal of Food Engineering, **2006**, 77(3), 550.
  15. O'Mahony, M.; Sensory Evaluation of Foods – Statistical Methods and Procedures, Marcel Dekker Inc., **1986**.
- 

Flávio A. Silva\*<sup>1</sup>, Maria A. B. Gonçalves<sup>1</sup>, Guilherme J. Maximo<sup>2</sup>, Manoel S. S. Júnior<sup>1</sup>, Márcio Caliarí<sup>1</sup>, Clarissa Damiani<sup>1</sup>, Antonio M. Junior<sup>2</sup> & Reinaldo G. Nogueira<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – Campus Samambaia – Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0 – Caixa Postal 131 – CEP 74001-970 – Goiânia – GO.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Campinas – SP.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Goiás – Escola de Engenharia Elétrica e de Computação – Av. Universitária, nº 1488 – Quadra 86 – Bloco A – 3º piso – CEP 74605-010 – Setor Universitário – Goiânia – GO.

\*e-mail: flaviocamp@gmail.com.