

## CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA E PERDA DE MASSA DE FATIAS DE MAÇÃ FUJI DESIDRATADA

ANE MARI KELLER<sup>1</sup>, SOLENIR RUFFATO<sup>2</sup>, FERNANDA CARVALHO DE OLIVEIRA<sup>3</sup>, MÔNICA JAQUELINE ISAÍAS ARAUJO<sup>4</sup>, FRANCISCO RAFAEL MARQUES FURTADO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, Campus de Sinop, Fone: (066)9.9997-6468, anemarikeller@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professora Associada, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, Campus de Sinop.

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, Campus de Sinop.

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, Campus de Sinop.

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, Campus de Sinop.

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 E 08 DE AGOSTO DE 2018 - BRASÍLIA - DF, BRASIL

**RESUMO:** Objetivou-se por este estudo quantificar a perda de massa e avaliar a contração volumétrica de fatias de maçã em função de pré-tratamentos e, diferentes temperaturas de desidratação. As fatias foram submetidas a pré-tratamentos antioxidantes: solução de bissulfito de sódio (0,5%) e, solução de ácido cítrico (0,5%). A desidratação foi realizada em estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 50, 70, e 90 °C até o teor de água de  $0,11 \pm 0,02$  (decimal b.s). O acompanhamento do processo de desidratação foi realizado pela perda de massa por meio de pesagens em intervalos de tempo, quando foram obtidas as dimensões das fatias para cálculo da contração volumétrica. Os resultados demonstraram que a contração volumétrica das fatias ocorreu de forma mais intensa nos primeiros 90 minutos de desidratação, correspondente a 30% do tempo necessário para finalização do processo. A contração no início da desidratação foi mais expressiva quando utilizado temperaturas maiores. Os pré-tratamentos não apresentaram influência sobre a contração. O tempo necessário para finalização da desidratação até a umidade pré-estabelecida nas temperaturas de 90 e 70 °C foi 18,2 e 9,1%, respectivamente, menor que na temperatura de 50 °C. A perda de massa média foi na ordem de 83%.

**PALAVRAS-CHAVE:** perecíveis, bissulfito de sódio, ácido cítrico.

### VOLUMETRIC CONTRACTION AND LOSS OF SLICES OF FUJI DEHYDRATED APPLE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to quantify the loss of mass and to evaluate the volumetric contraction of apple slices as a function of pre-treatments and different temperatures of dehydration. The slices were submitted to antioxidant pre-treatments: sodium bisulfite solution (0.5%) and citric acid solution (0.5%). Dehydration was carried out in a forced circulation oven at temperatures of 50, 70 and 90 °C up to the moisture content of  $0.11 \pm 0.02$  (decimal b.s). The monitoring of the dehydration process was carried out by mass loss through weighing in time intervals when the dimensions of the slices were obtained to calculate the volumetric contraction. The results showed that the volumetric contraction of the slices occurred more intensely in the first 90 minutes of dehydration, corresponding to 30% of the time required to complete the process. The contraction at the beginning of dehydration was more significant when using higher temperatures. Pre-treatments had no influence on contraction. The time required for finishing the dehydration to the pre-established humidity at temperatures of 90 and 70 °C was 18.2 and 9.1%, respectively, lower than the temperature of 50 °C. The average mass loss was on the order of 83%.

**KEYWORDS:** perishables, sodium bisulfite, citric acid.

**INTRODUÇÃO:** O Brasil sendo o terceiro maior produtor de frutas mundial, vem buscando cada vez mais aprimorar as tecnologias aplicadas na pós-colheita, com o objetivo de manter a qualidade e reduzir as perdas, entretanto, de acordo com o Plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura (MAPA,2018), a perda e o desperdício de frutas ainda ocorrem em torno de 40% do total da produção nacional, acredita-se que os principais fatores relacionados a perdas são: mau uso de técnicas de manejo de solo e planta, falta de estrutura de armazenamento e condições inadequadas de transporte. Devido ao elevado índice de desperdício e perecibilidade, busca-se agregar valor à matéria prima onde técnicas adequadas de processamento são utilizadas para a obtenção de produtos com qualidade e alto valor agregado (EMBRAPA, 2003). De acordo com Spagnol *et al.* (2017) os consumidores têm-se tornado cada vez mais exigentes quando se trata de alimentação, buscando nos produtos adquiridos um melhor valor nutricional. Neste sentido, Santos *et al.* (2016) afirmam que o hábito de alimentação e praticidade do consumidor teve grande alteração, demonstrando grande aceitação pelas frutas desidratadas. Dantas *et al.* (2009) e, Katekawa (2006) afirmam que a desidratação de perecíveis tem o propósito de reduzir o teor de água contido na matéria prima, por meio de mecanismos de transferência de calor e massa. Este processo é avaliado por meio de mudanças de umidade em função do tempo, podendo prolongar a durabilidade do produto. Borges *et al.* (2008) observaram que durante o processo de desidratação ocorre a redução de volume e a remoção de umidade, por meio de alteração estrutural condizentes com o formato do produto, ocasionando o encolhimento, também denominado de contração volumétrica. Assim, objetivou-se por este estudo quantificar a perda de massa e avaliar a contração volumétrica de fatias de maçã Fuji em função de pré-tratamentos e, diferentes temperaturas de desidratação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi utilizado como matéria-prima maçãs Fuji adquiridas no comércio local. A determinação do teor de água inicial foi realizada pelo método gravimétrico utilizando uma estufa com circulação forçada de ar a  $105 \pm 1$  °C, até peso constante, com cinco repetições de 45 g (IAL, 2005). Os tratamentos foram combinados em esquema fatorial de 2x3, sendo dois pré-tratamentos antioxidantes e, 3 temperaturas de desidratação, com quatro repetições cada. No preparo das amostras para desidratação, fez-se a higienização dos frutos com água tratada e corrente; em seguida as maçãs foram fatiadas em rodelas com espessura de aproximadamente  $\pm 5$  mm, sendo extraídas as sementes do centro da fatia. Após o preparo, as fatias foram submetidas à dois pré-tratamentos antioxidantes sendo: ácido cítrico (0,5%) e, bissulfito de sódio (0,5%), em torno de 3 minutos cada. Na sequência, 6 (seis) fatias de maçã de cada pré-tratamento foram organizadas em bandeja de alumínio consistindo uma unidade amostral, totalizando em 24 unidades amostrais e, 144 fatias. As fatias de maçã assim organizadas, foram submetidas a desidratação em estufa com circulação de ar forçada em temperaturas de 50, 70 e 90 °C, até umidade final pré-estabelecida de  $0,11 + 0,02$  (decimal b.s.). Durante o processo de desidratação, analisou-se a redução do teor de água das fatias por meio da perda de massa de água. As pesagens foram realizadas em balança semi-analítica com precisão de 0,01 g até obter o teor de água final pré-determinado. Para a análise da contração volumétrica foi demarcada 1 fatia por bandeja, sendo 4 por tratamento. Procedeu-se com a medição inicial das fatias, e durante a desidratação em intervalos de tempo pré-definidos, sendo tomadas as três principais dimensões (comprimento, largura e espessura) com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm). Tendo a maçã o formato esferoide oblato, ao ser fatiada cada fatia apresenta o formato de uma elipse, onde para o cálculo de volume utilizou -se a Equação (1):

$$V = \left( \frac{\pi}{4} (ab) \right) . c \quad (1)$$

Em que: V - volume (cm<sup>3</sup>); a - maior diâmetro da fatia de maçã (cm); b - menor diâmetro da fatia de maçã (cm) e, c - espessura da fatia de maçã (cm).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A avaliação da perda de massa de água no tempo permite a avaliação da dinâmica do processo de desidratação (Figura 1). Verifica-se que o tempo necessário para que as fatias de maçã Fuji atinxissem o teor de água de  $0,11 \pm 0,2$  (% b.s.) foi de 5,5; 5,25 e 5,00 h para as temperaturas de desidratação de 50, 70, e 90 °C, respectivamente. Aumento da taxa de secagem em função do aumento de temperatura foi observado também por Sousa. *et al.* (2014) na desidratação de morango e, Melo. *et al.* (2014) na desidratação de pimenta de cheiro.

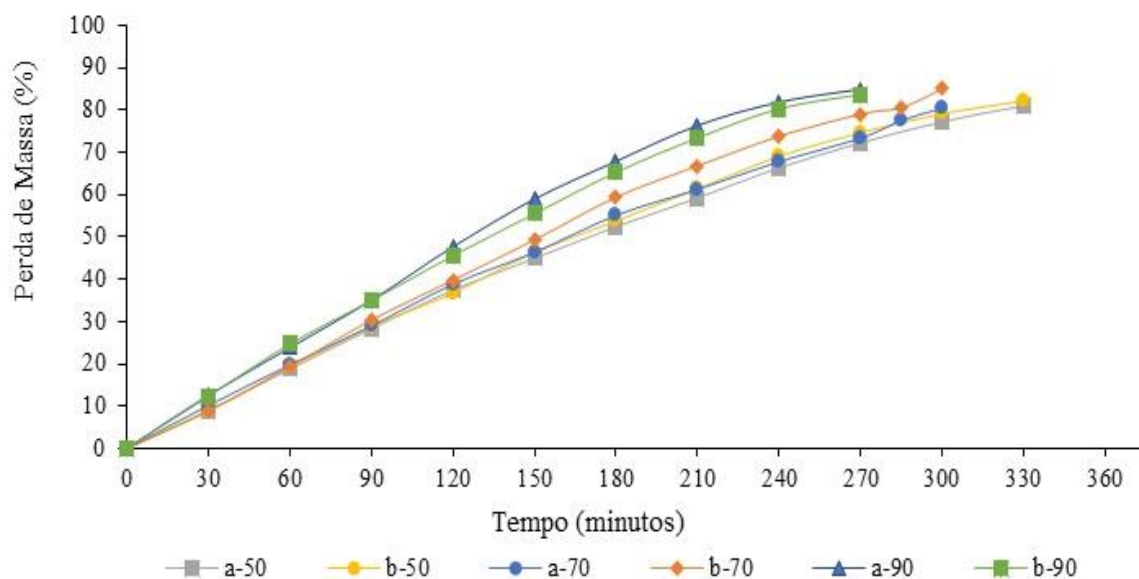


Figura 1 – Perda de massa de água de fatias de maçã Fuji ao longo do tempo de desidratação para as diferentes condições de temperatura e pré-tratamentos. Em que: (a) pré-tratamento com ácido cítrico; (b) pré-tratamento com bissulfito de sódio.

Da Figura 1 observa-se ainda que 90 minutos de desidratação foram suficientes para a perda de massa em torno de 30% (29 a 35 %) para todos os tratamentos.

Os valores experimentais de contração volumétrica das fatias de maçã Fuji podem ser observados na Figura (2). Para uma redução do teor de água variando de 4,88 até  $0,11 \pm 0,2$  (b.s.) nota-se que na temperatura de 70 °C tem-se contração de volume ligeiramente superior (87%), seguida das temperaturas de 50 °C (83%) e, 90 °C (82%) com menor contração.

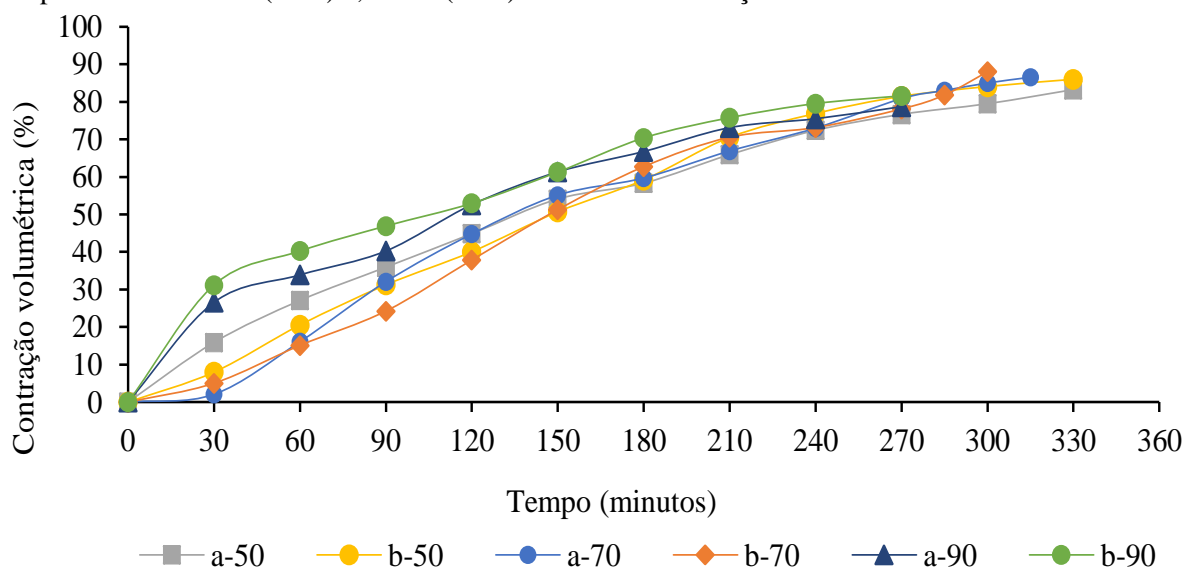


Figura 2 – Contração volumétricas das fatias de maçã Fuji ao longo do tempo de secagem para as diversas condições de temperatura. Em que: (a) pré-tratamento com ácido cítrico; (b) pré-tratamento com bissulfito de sódio.

A contração volumétrica média das fatias de maçã foi de 84% entre tratamentos. Verifica-se ainda da Figura 2 que a contração volumétrica, assim como a perda de massa, ocorreu de forma mais intensa nos primeiros 90 minutos para todas as temperaturas e pré-tratamentos, correspondendo a 30% do tempo total necessário para finalização do processo. Desta forma, para que nas temperaturas de 70 e

90 °C fossem alcançado a taxa de contração volumétrica foi necessário menos tempo do que a 50 °C, em torno de 9,1 e 18,2%, respectivamente. Essa tendência foi observada também por Paglarini *et al.* (2012); Corrêa Filho *et al.* (2015); D'Andrea (2015) que analisando a contração volumétrica de abacaxi, figo e acerola, respectivamente, em diferentes temperaturas, verificaram que a contração volumétrica ocorreu mais intensa nas horas iniciais para todas as temperaturas, sendo que nas temperaturas mais elevadas para atingir a mesma taxa de contração volumétrica foi necessário menos tempo em relação às outras temperaturas estudadas, observaram também, que a redução do volume foi menor para temperaturas mais baixas. De acordo com Corrêa Filho *et al.* (2015) em virtude da redução rápida do teor de água em altas temperaturas, tem-se a rápida transição do estado elástico do material para o estado vítreo acarretando redução de volume. Os pré-tratamentos antioxidantes realizados não apresentaram influência sobre a contração volumétrica.

**CONCLUSÕES:** A perda de massa e contração volumétrica das fatias de maçã Fuji, nas temperaturas de 50, 70 e 90 °C, foi mais expressiva nos primeiros 90 minutos (30% do tempo total), entretanto, a temperatura de 90 °C propiciou o menor tempo de desidratação. A contração volumétrica das fatias não foi proporcional ao aumento de temperatura. Os pré-tratamentos não apresentaram influência sobre a contração volumétrica e perda de massa de água das fatias de maçã.

## REFERÊNCIAS:

- BORGES, S. V. et al. Secagem de fatias de abóboras (*Curcubit moschata* L.) por convecção natural e forçada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 245-251, 2008.
- CORNEJO, F. E.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. **Secagem como método de conservação de frutas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 22p., 2003.
- CORRÊA FILHO, L.C.; ANDRADE, E.T.; MARTINAZZO, A. P.; D'ANDREA, E. M.; SOUSA, F.A.; FIGUEIRA, V.G. Cinética de secagem, contração volumétrica e análise da difusão líquida do figo (*Ficus carica* L.), **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.8, p.797-802, 2015.
- DANTAS, T. N. P.; SOUZA JÚNIOR, F. E.; SOUZA, D. F. S.; MEDEIROS, M. F. D. Estudo da transferência de calor e massa e da cinética de secagem em placas planas de batata inglesa (*Solanum Tuberosum* L.). **Anais...** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 8., 2009, Uberlândia. Disponível em: <http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/105621281.pdf>. Acesso em: 25 março. 2018.
- D'ANDREA, E.M.; ANDRADE, E. T.; CORRÊA FILHO, L. C.; SOUSA, F. A.; FIGUEIRA, V. G. Análise Da Cinética De Secagem, Contração Volumétrica e Difusão Líquida Da Acerola “*In Natura*”, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.17, n.4, p.399-408, 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2005. p. 98.
- MELO J. C. S.; PEREIRA, E. D.; OLIVEIRA, K. P.; COSTA, C. H. C.; FEITOSA, R. M. Modelagem matemática das curvas de secagem da pimenta de cheiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal-PB, v. 10, n.2, p.09 - 14, abr-jun, 2015.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Plano de desenvolvimento da fruticultura** – Brasília, DF 2018 p.09.
- PAGLARINI, C. S.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P.; PIASSON, D. Estudo do fenômeno de encolhimento no processo de secagem de fatias de abacaxi pérola. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, p.1914-1926. 2012.
- SPAGNOL, W. A.; SILVEIRA JUNIOR, V. S.; PEREIRA, E.; GUIMARÃES FILHO, N. Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica, **Braz. J. Food Technology**, Campinas - SP, v. 21, p. 1-10, novembro, 2017.
- SANTOS, S; CARDOSO, O. W; GAZETTA, M; GORAYEB, C.C.T. Avaliação da atitude dos consumidores de frutas desidratadas. **Anais...** VIII Sintoagro – Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio, Jales – SP, outubro, 2016.
- SOUSA, F.A.; ANDRADE, E. T.; FIGUEIRA, V. G.; D'ANDREA, E. M.; CORRÊA FILHO, L. C. Estudo Da Cinética De Secagem, Contração Volumétrica: análise da difusão líquida do morango. **ENGEVISTA, FRAGARIA-SP**, v. 16, n. 1, p.8-18, março, 2014.
- KATEKAWA, M.E. Análise teórico-experimental do encolhimento: estudo da secagem de banana. 167p. **Tese** (Doutorado em Química) – Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.