

## INFLUÊNCIA DO CONGELAMENTO NA CINÉTICA DE SECAGEM DE PIMENTA BIQUELHO

DOUGLAS RODRIGUES DOS REIS<sup>1</sup>, PHILIPPE DOS SANTOS<sup>2</sup>, FABRÍCIO SCHWANZ DA SILVA<sup>3</sup>,  
ALEXANDRE GONÇALVES PORTO<sup>4</sup>, EDUARDO JOSÉ OENNING SOARES<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia de Alimentos pela Universidade do Estado de Mato Grosso, (65) 3361.3596, Brasil.  
[dougrreis@hotmail.com](mailto:dougrreis@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutorando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia de Alimentos.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná/Setor Palotina.

<sup>4</sup> Professor Doutor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Engenharia de Alimentos.

<sup>5</sup> Professor Doutor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Engenharia de Produção.

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Muito utilizada na culinária brasileira, a pimenta biqueLho (*Capsicum Chinense*), tem em sua composição compostos benéficos a saúde, o que pode classificá-la como alimento funcional. Na indústria alimentícia sempre há a preocupação de converter os alimentos perecíveis em produtos estáveis que possam ser armazenados por longos períodos, diminuindo assim as suas perdas. Sendo assim, a secagem é provavelmente o método mais antigo de preservação de alimentos utilizado. Este trabalho foi realizado com objetivo de estudar a influência do congelamento na cinética de secagem da pimenta biqueLho. As secagens foram realizadas em condições controladas de temperatura do ar por meio de um secador, na temperatura de 40° e 60° C velocidade do ar a 2 m/s. Durante a operação de secagem foram realizadas pesagens periódicas, até se atingir o peso constante nas amostras. As amostras submetidas ao congelamento apresentaram menor tempo de secagem quando comparadas a *in natura*. Todos os modelos matemáticos proporcionaram bons ajustes aos dados experimentais, com destaque para os modelos de Midilli e Kucuk, Page e Thompson.  
**PALAVRAS-CHAVE:** *Capsicum Chinense*, conservação, Midilli e Kucuk

## THE INFLUENCE OF FREEZING IN THE DRYING KINETICS OF THE BICO PEPPER

**Abstract:** The bico pepper (*Capsicum chinense*) is widely used in Brazilian gastronomy, being consisted by compounds beneficial to health, which can classify it as a functional food. In the food industries there is concern about to convert perishable food in stable products that can be stored for long periods, thus reducing wastes. Therefore, the drying process is probably the oldest method of preserve foods. The main aim of the present paper was to study the influence of freezing on bico pepper drying kinetics. The drying procedures were performed under controlled conditions of air temperature through a dryer, at a temperature of 40 and 60°C and air velocity of 2m/s. During the drying procedure were conducted periodic weighings until the samples reached a constant weight. The samples submitted to freezing showed less drying time compared to *in natura*. All mathematical models provided good fits

to the experimental data, especially the Midilli and Kucuk, Page and Thompson models.

**KEY-WORDS:** *Capsicum Chinense*, preserve foods, Midilli and Kucuk models

**INTRODUÇÃO:** As pimentas do gênero *Capsicum* representam uma valiosa parte da biodiversidade brasileira e possuem um alto valor comercial. Tal segmento compreende desde os pequenos produtores até as grandes indústrias exportadoras, que estimulados pelo notável crescimento do consumo de pimenta no país, tem aumentado seu cultivo e produção (CARVALHO et al., 2009; EMBRAPA, 2013). Todavia, acontecem falhas que acarretam um número considerável de perdas dos frutos de pimenta, tais perdas são provenientes de problemas na conservação e estocagem dos frutos. As pimentas colhidas levam um período de aproximadamente sete dias para secar ao ar livre, durante esse tempo, alguns frutos podem apodrecer ou fermentar (CORNEJO, et al., 2005). A secagem ou desidratação, é uma das alternativas para a redução de perdas pós-colheita dos frutos realizada desde a antiguidade para a conservação de alimentos, uma vez que a água afeta de maneira decisiva o tempo de preservação dos produtos. Essa metodologia consiste na remoção parcial ou total de água do fruto em forma de vapor de um alimento sólido ou líquido para um fluxo de ar. Essa remoção de água do alimento pode inibir o crescimento microbiano, na prevenção de reações bioquímicas responsáveis pela deterioração e em menores custos de transporte, embalagem e estocagem (GRENSMITH, 1998; PARK et al., 2002; SMITH, 2003). Além disso, a aplicação de pré-tratamentos como o congelamento à matéria-prima antes da secagem permitem modificar a estrutura natural da matéria-prima para uma transferência de umidade mais intensa e, conseqüentemente, aumentar a velocidade de secagem do produto (KOMPANY et al., 1990).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia e Processamento Agroindustrial pertencente ao Centro Tecnológico do Mato Grosso (CTMAT), instalado no Campus Universitário Deputado Estadual Renê Barbour, na cidade de Barra do Bugres, pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Foram utilizadas pimentas inteiras, adquiridas junto a produtores que cultivam este produto no município de Barra do Bugres/MT. As pimentas foram separadas em dois grupos, sendo um mantido armazenado em temperatura ambiente e o outro congelado em um freezer horizontal por 24 horas. Após esse período, as amostras foram colocadas em bandejas removíveis com fundo telado, para permitir a passagem do ar através da massa do produto, no interior de um secador de bandeja. As secagens foram realizadas em condições controladas de temperatura do ar nas temperaturas de 40 e 60°C e velocidades do ar a 2 m/s. Durante toda a operação de secagem foram realizadas pesagens periódicas, até se atingir o peso constante nas amostras. Para a representação das curvas de secagem, serão utilizados os modelos de Henderson e Pabis, Page e Midilli, Kucuk, Thompson e Aproximação da Difusão, ajustados por regressão não linear mediante programa estatístico. O grau de ajuste de cada modelo será considerado pela magnitude do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o erro médio estimado (SE). Os valores da difusividade efetiva média de umidade serão determinados através da segunda lei de Fick para difusão de água líquida em um sólido, levando em consideração as condições do material em análise.

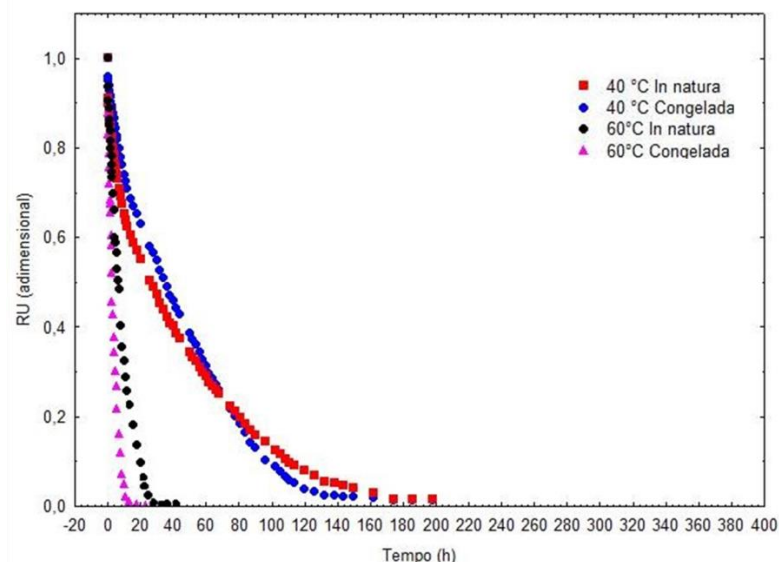
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 pode-se observar o ajuste dos dados experimentais aos modelos matemáticos, com destaque para o modelo de Midilli e Kucuk que obteve  $R^2$  mais próximo à unidade e menores valores do erro médio estimado (SE).

**Tabela 1:** Modelos matemáticos utilizados no processo de secagem nas duas temperaturas

Modelo		40°C *	40°C **	60°C *	60°C **
Henderson e pabis	R <sup>2</sup>	98,245	96,964	77,167	77,065
	SE	0,0183	0,0219	0,0682	0,0634
Aproximação da difusão	R <sup>2</sup>	98,554	98,684	97,225	96,912
	SE	0,0119	0,0146	0,0255	0,0250
Midilli e kucuk	R <sup>2</sup>	99,530	99,541	98,816	99,155
	SE	0,0096	0,0087	0,0170	0,0134
Page	R <sup>2</sup>	99,521	99,540	92,209	93,772
	SE	0,0096	0,0085	0,0415	0,0345
Thompson	R <sup>2</sup>	99,519	99,536	91,230	91,206
	SE	0,0096	0,0086	0,0439	0,0408

Onde: \* pimenta in natura e \*\*pimenta congelada

Na Figura 1 apresenta-se o gráfico da curva de secagem nas duas temperaturas da pimenta in natura e congelada a 2,0 m/s, pode-se perceber que há influência do congelamento na cinética de secagem da pimenta, sendo que, as pimentas submetidas ao congelamento alcançaram o equilíbrio em um menor tempo.



**Figura 1:** Curvas de secagens em duas temperaturas da pimenta in natura e congelada.

As amostras pré-tratadas pelo congelamento apresentaram maiores velocidades de secagem quando comparadas as amostras in natura. Isso acontece possivelmente devido ao congelamento modificar as propriedades físicas da pimenta, como a sua porosidade, favorecendo a secagem.

TELIS (2013) E VIEIRA (2010) obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, onde estudaram a influência que o congelamento possui sobre a cinética de secagem e sobre as propriedades físicas, sensoriais e nutricionais da maçã e abacaxi respectivamente, onde o congelamento dos frutos contribuiu para que a secagem ocorresse de forma mais rápida.

Constatou-se, no presente trabalho, que a difusividade efetiva variou de  $1,61 \times 10^{-10}$  a  $5,04 \times 10^{-10}$  e a energia de ativação encontrada variou de 97,42113 a 107,1319 KJ/mol estando dentro da faixa apresentada por ZOGZAS et al., (1996), a energia de ativação para os produtos agrícolas varia entre 12,7 a 110 kJ mol<sup>-1</sup>

**CONCLUSÕES:** Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que o congelamento interfere na secagem de pimenta biquinho, sendo que as amostras submetidas ao congelamento começaram a obter peso constante mais rapidamente, acredita-se que tal diferença seja devido ao rompimento da película natural que envolve os frutos e modificações em suas estruturas, ambos consequentes do congelamento rápido. Todos os modelos utilizados se ajustaram bem aos dados experimentais de secagem, sendo que o modelo de Midilli e Kucuk foi o que obteve os melhores resultados. A difusão efetiva encontrada variou de  $1,61 \times 10^{-10}$  a  $5,04 \times 10^{-10}$ , demonstrando a diminuição das resistências internas de secagens. A energia de ativação encontrada varia de 97,42113 a 107,1319 KJ/mol

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPQ pela concessão da bolsa e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso-FAPEMAT pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Horticultura Brasileira, Brasília v. 27, n. 4, 2009, p. 571-573.
- CORNEJO, F. E; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. **Manual para Processamento de Pimentas Desidratadas**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, p. 9. Rio de Janeiro, 2005.
- EMBRAPA. **Pimenta (*Capsicum* spp.)**. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/index.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html). Acesso em 29 de janeiro de 2013.
- GREENSMITH, M. **Practical dehydration**. 2ed. Flórida: CRC Press, 1998. 274p.
- KOMPANY, E.; ALLAF, K.; BOUVIER, J.M.; GUIGON, P.; MAUREAUX, A. Nouveau procédé de déshydratation des fruits et légumes à réhydratation instantané. **Industries Alimentaires et Agricoles**, p. 1243-1248, 1990.
- PARK, K. J., BIN, A., BROD, F.P.R. **Drying of pear d'Anjou with and without osmotic dehydration**. Journal of Food Engineering, v. 56 p.97-103, 2002.
- SMITH, P. G. **Introduction to food process engineering**. Nova York: Kluwer Academic, 2003.
- TELIS, V. R. N. **Efeito da velocidade de congelamento sobre a cinética de liofilização e de reidratação de fatias de maçã**. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista (UNESP),2013.
- VIEIRA,A.P. **Efeito das condições de congelamento sobre atributos de qualidade de fatias de abacaxi liofilizado**. Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2010.