

## **CINÉTICA DE SECAGEM EM FORNO DE MICRO-ONDAS DAS FOLHAS DE *MORINGA OLEIFEIRA* LAM**

Danilo Lima Dantas<sup>1</sup>; Aline Priscila de França Silva (UFCG)<sup>1</sup>, Bruna Raissa Silva de Melo (UFCG)<sup>1</sup> Jaciara Dantas Costa (UFCG), Ana Regina Nascimento Campos (UFCG)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UABQ)  
danilold.15@gmail.com, dantajaciara@gmail.com,  
alinepriscila33@gmail.com, brunaraisa13@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
arncampos@yahoo.com.br

### **Introdução**

A *Moringa oleifera* Lam. é uma planta originária do noroeste da Índia, apresenta um desenvolvimento rápido, podendo num período de um ano alcançar altura de 3 a 4 m e na fase adulta pode chegar de 10 a 12 m (XAVIER, 2014), apresenta uma ótima adaptação em regiões com baixos índices pluviométricos e com solos relativamente seco, tendo por isso uma adaptação positiva à região nordeste do Brasil.

Essa planta apresenta inúmeras aplicações, sendo utilizado praticamente todas as suas partes devidos aos altos índices nutricionais (KATAYON et al., 2006). Dentro as suas variadas aplicações destaca-se seu uso como coagulante natural de resíduos presentes na água, muito utilizado em regiões com escassez de recursos hídricos como um método alternativo de tratamento (MONACO, 2010).

A folha por ter altos índices de cálcio, vitaminas C e A, ferro e fósforo (CARVALHO, 2015) pode ser uma forte aliada no combate a desnutrição, sendo em países africanos já utilizada para esse objetivo. Sua conservação pode ser conseguida por secagem, permitindo um armazenamento adequado e maior durabilidade quando comparado as folhas *in natura*. Pimentel et al. (2008) destacam que o processo de secagem é importante quando se deseja conservar as características físico-químicas de folhas, sobretudo as características nutricionais, em outras vertentes, tais como na fabricação de alimentos ou de fármacos. O material seco apresenta maior estabilidade química, devido à interrupção de processos metabólicos que ocorrem mesmo após a coleta do material.

Dessa forma a secagem das folhas de *Moringa oleifera* Lam. em forno micro-ondas (FMO) para a produção de farinha, apresenta-se como um processo acessível, sendo uma alternativa de produto rentável do ponto de vista tecnológico com posterior utilização em preparos para uso na alimentação humana. Este método de secagem tem como princípio o aquecimento por micro-ondas promovendo um campo eletromagnético que interage com o material como um todo, facilitando a secagem do material e favorecendo um melhor transporte de água (MATA, 2014).

O presente trabalho tem como ênfase estudar a cinética de secagem de folhas de *Moringa oleifera* Lam. em FMO e ajustar modelos matemáticos aos dados experimentais do processo.

### **Metodologia**

As folhas de *Moringa oleifera* Lam. adquiridas no mês de março de 2017, dentro do território da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Cuité,

Paraíba. Após a colheita o material foi alocado para o Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA/ UFCG/CES).

Primeiramente foi determinado o teor de água (012/IV, IAL, 2008), sendo os resultados, em base úmida, expressos em porcentagem.

Para a secagem das amostras das folhas de moringa foi utilizado um FMO doméstico da marca Eletrolux, modelo MEF28, 220V, capacidade de 18 L, potência de 700 W e frequência micro-ondas de 2450 MHz.

A cinética de secagem das folhas foi realizada empregando potência do FMO de 30% com pesagens repetitivas de forma contínua a cada minuto, durante 7 minutos de secagem e mais 2 minutos, até que as amostras atingissem peso constante, perfazendo um total de 9 minutos de processo. O experimento foi realizado triplicata.

As curvas de secagem foram obtidas pela conversão dos dados referente à perda de água no parâmetro adimensional (razão do teor de água,  $RX$ ), para a secagem das folhas de *Moringa oleifera* Lam. Os dados experimentais para a secagem das folhas de moringa foram ajustados aos modelos matemáticos utilizados para representação da secagem de produtos agrícolas, Midilli (MIDILLI *et al.*, 2002), Logarítimo (YAGGIOGLU *et al.*, 1999), Exponencial de Dois Termos (HENDERSON, 1974), Handerson e Pabis (1961) e Newton (2002)

Os critérios usados para determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram: coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e o desvio quadrático médio (DQM). Quanto mais próximo da unidade for o valor do  $R^2$  e menor o valor de DQM, melhor o ajuste do modelo aos dados experimentais. As curvas de cinética e o ajuste dos diferentes modelos utilizados neste estudo foram feitas no software Statistica 8.0, pelo método Quase-Newton, com o qual também foram determinados os parâmetros de cada modelo.

## Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que os modelos analisados apresentaram ajustes com elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e baixos desvio quadrático médio (DQM), sendo todos os modelos matemáticos avaliados adequados para descrever o processo de secagem de folhas de *Moringa oleifera* Lam. em FMO. Os valores  $R^2$  foram de 0,993; 0,991; 0,944; 0,956 e 0,943 e DQM de 0,041; 0,092; 0,104; 0,093 e 0,105 para os modelos de Midilli, Logarítimo, Exponencial de Dois Termos, Handerson e Pabis e Newton, respectivamente.

Dentre os modelos que apresentaram melhor ajuste aos dados experimentais, o modelo Midilli foi selecionado por se ajustar adequadamente aos dados de secagem, pois apresentou maior valor de coeficiente de determinação  $R^2$ , e menor valor de DQM, sinalizando uma representação satisfatória para o processo de secagem estudado. Carvalho et al (2015) também encontraram o modelo de Midilli como o melhor modelo de ajuste aos dados experimentais no estudo da secagem de folhas de *Moringa oleifera* Lam. utilizando estufa modelo Cienlab com a temperatura 60 °C.

## Conclusões

Todos os modelos matemáticos ajustados representaram satisfatoriamente o processo de secagem de folhas de *Moringa oleifera* Lam. em FMO, com coeficientes de determinação superiores a 0,94 e valores de DQM inferiores a 1,0, sendo o modelo de Midilli o que apresentou os melhores valores.

A partir do estudo realizado, pode-se também notar a importância da realização da secagem utilizando a tecnologia de FMO, pois esta operação significa uma relevante redução no tempo de secagem das amostras, indicando uma economia energética e maior eficiência do processo.

## Referências

CARVALHO, Y. O. et al. Cinética de secagem das folhas de *Moringa Oleífera* Lam. In **XXVII Congresso Brasileiro de Sistema Particulados (anais)**, São Carlos, 2015

XAVIER, Gabriela L.; GUEDES, André L. M; PEREIRA, Márcio D. Análise das características morfométricas de sementes de *Moringa oleífera* Lam. in **VII Simpósio Brasileiro de pós graduação em Ciências Florestais (anais)**, p.489-492, Recife, 2014.

KATAYON, S.; NOOR, M.; ASMA, M.; Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. **Biorsource Technology**. Vol 97, pg 1455-1460., 2006.

MONACO, P.A.V. MATOS, A. T., RIBEIRO, I. C. A., NASCIMENTO, F. S., SARMENTO, A. P. Utilização de Extrato de Sementes de *Moringa* como Agente Coagulante no Tratamento de Água para Abastecimento e Águas Residuárias. **Revista Ambiente e Água**, v 5 ,p. 222-231.2010.

SANTANA, C.R et al Caracterização físico química da moringa (*Moringa oleifera* Lam) .**Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.55-60, 2010

PIMENTEL, F. A.; ET AL. Influência da temperatura de secagem sobre o rendimento e a composição química do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum*. **Química Nova**, vol. 31, nº 3, p.523-526, 2008.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: IAL, 2008. 1018p.

MATA, A. L. M. L. da; COSTA, S. E. D.; CAPISTRANO, D. P.; MORAES FILHO, F. C. de . Cinética da secagem do feijão verde (*Vigna unguiculata* L. Walp) em micro-ondas com e sem pré-tratamento osmótico In **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química** , vol.1, n.2 fevereiro, 2014.

HENDERSON, S. M. Progress in developing the thin layer drying equation. **Transactions of the ASAE. St. Joseph**, v.17, n.6, p. 1167-1168, 1974.

HENDERSON, S.M.; PABIS, S. Grain drying theory. Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agricultural Engineering Research**, n.6, p.169-174, 1961.

Togrul, I.T.; Pehlivan, D. Mathematical modelling of solar drying of apricots in thin layers. **Journal of Food Engineering**, v.40, n. 3, p. 219–226, 2002

MIDILLI, A; KUCUK, H; YAPAR, Z. A new model for single-layer drying. **Drying Technology. Philadelphia**. v. 20. n.7. p. 1503-1513, 2002.

YAGCIOGLU A, DEGIRMENCIOGLU A, CAGATAY F. 1999. Drying characteristics of laurel leaves under diferente conditions. In: **Internacionngresso on Agricultural Mechanization and Energy**, Adana: Faculty of Agriculture, Cukurova University, p. 565-569.