

## Estudo da Secagem da Cana-Energia Mediante Modelos Cinéticos e Parâmetros da Lei de Arrhenius

Melina G. Souza (IC), Laura M. C. Guiffo (PG), Katia Tannous (PQ), Caio G. Sanchez (PQ), Paulo Mazzafera (PQ)

### Resumo

Neste trabalho foi conduzida a secagem isotérmica da Cana-Energia *Saccharum spontaneum* L. em estufa para três temperaturas: 60 °C, 90 °C e 103 °C. Os dados experimentais obtidos foram comparados com sete modelos semi-teóricos. Baseando-se na Lei de Arrhenius foram determinados a energia de ativação e o fator pré-exponencial.

Palavras Chave: biomassa, cinética, modelagem matemática

### Introdução

No contexto atual as biomassas são uma opção interessante para a geração limpa e segura de energia. Tendo em vista essa nova ótica, este trabalho tem por objetivo estudar a cinética de secagem em estufa de uma espécie de Cana-Energia (*Saccharum spontaneum* L.), a diferentes temperaturas, utilizando modelos semi-teóricos, bem como a determinação dos parâmetros da Lei de Arrhenius (Energia de ativação e fator pré-exponencial).

### Resultados e Discussão

A matéria-prima utilizada foi Cana-Energia (*Saccharum spontaneum* Linnaeus). Os ensaios de secagem foram conduzidos a 60, 90 e 103°C. Modelos cinéticos semi-teóricos (Figura 1) foram comparados aos dados experimentais, tendo seus parâmetros ajustados ( $k$ ,  $k_0$ ,  $k_b$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) mediante ajuste não linear (Solver, Excel).

Figura 1. Modelos cinéticos semi-teóricos

Modelo	Equação (*)
Lewis (1921)	$MR = \exp(-kt)$
Page (1949)	$MR = \exp(-kt^n)$
Henderson & Pabis (1961)	$MR = a \exp(-kt)$
Aproximação da Difusão (1980)	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-k_b t)$
Modelo de Dois Termos (1986)	$MR = a \exp(-k_0 t) + c \exp(-k_1 t)$
Logarítmico (2005)	$MR = a \exp(-kt) + c$
Modelo Exponencial de Dois Termos (2011)	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kat)$

(\*) Razão de umidade  $MR = (m - m_{\text{equilíbrio}})/(m_{\text{inicial}} - m_{\text{equilíbrio}})$

Os modelos de um termo apresentaram coeficiente de correlação ( $r$ ) entre 0,9903 e 0,9995, e erro quadrático médio (RMSE) entre  $3,90 \times 10^{-5}$  e  $1,09 \times 10^{-3}$ . Os modelos de dois termos, por sua vez, apresentaram  $r$  entre 0,9925 e 0,9997, e RMSE entre  $2,53 \times 10^{-5}$  e  $4,31 \times 10^{-4}$ . A energia de ativação e o fator pré-exponencial do material foram obtidos através da Lei de

Arrhenius, realizando ajuste linear de  $\ln(k)$  vs  $1/T$ . Os parâmetros obtidos para os modelos de um termo encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros A e E da Lei de Arrhenius

Modelo	A (s <sup>-1</sup> )	E (kJ. mol <sup>-1</sup> )	r
Lewis	3,475	26,871	0,964
Logarítmico	4,010	27,483	0,992
Page	1,019	21,836	0,928
Henderson & Pabis	4,216	27,630	0,987

### Conclusões

Na secagem da Cana-Energia as temperaturas de 90 °C e 103°C apresentaram tempos de equilíbrio muito próximos. Os modelos cinéticos aplicados descreveram adequadamente a secagem comprovados através dos  $r$  entre 0,9903 e 0,9997. Os parâmetros de Arrhenius revelaram que é necessária uma energia de ativação entre 21,8 a 27,6 kJ.mol<sup>-1</sup> para iniciar a secagem do material.

### Agradecimentos

Ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro e ao Prof. Dr. Antonio C. L. Lisboa (FEQ/Unicamp) pelo apoio técnico.

<sup>1</sup>Akgun, N. A. e Doymaz, I. *Journal of Food Engineering*, **2005**, n. 68, v. 4, p. 55-461.

<sup>2</sup>Henderson, S. e Pabis, S. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **1961**, v. 6, p. 169-74.

<sup>3</sup>Lewis, W. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, **1921**, v. 13, p. 427-432.

<sup>4</sup>Noomhorm, A. e Verma. *Transactions of the ASAE*, **1986**, v. 29(2), p. 587-591.

<sup>5</sup>Page, G. E. *Dissertação (Mestrado)*, **1949**, Lafayette: Purdue University.

<sup>6</sup>Senadeera, W.; Bhandari, B. R. e Young, G.; WIJESINGHE, B. *Journal of Food Engineering*, **2003**, v. 58, p. 277-283.

<sup>7</sup>Sharaf-Eldeen, Y.I.; Blaisdell, J. L e Hamdy, M. Y. *Transactions of ASAE*, **1980**, v. 23(5), p.1261-1265.