

AValiação DA CINÉTICA DE SECAGEM DAS FOLHAS DE CAPIM INDIANO

EDNILTON TAVARES DE ANDRADE¹, PAULA DE ALMEIDA RIOS², FILIPE DA SILVA DE OLIVEIRA³, KÁTIA SOARES MOREIRA⁴, DANILO BARBOSA CARDOSO⁵, LUANA HAERBERLIN⁶

¹ Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, ednilton@deg.ufla.br,

² Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, paulariosagricola@gmail.com,

³ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, filipe.oliveira@estudante.ufla.br,

⁴ Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, katiasoaresmoreira@hotmail.com,

⁵ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, cardosodb@gmail.com,

⁶ Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, haerberlin.luana@hotmail.com.

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: O trabalho teve por objetivo a secagem de folhas de capim indiano (*Cymbopogon flexuosus*) em camadas delgadas, para ajuste à 6 modelos matemáticos. Foram realizadas 3 colheitas de capim fresco, uma para cada tratamento de secagem, e utilizou-se 3 diferentes temperaturas do ar de secagem (35, 45 e 55 °C) no secador mecânico de camada fixa. Aos dados de razão de umidade experimental ajustou-se 6 modelos matemáticos, em que realizou-se análise de regressão não linear, pelo método Quase-Newton. Sendo os valores dos parâmetros dos modelos estimados em função da temperatura do ar de secagem. O modelo de Valcam apresentou melhor ajuste, com coeficiente de determinação maior que 0,99, para faixa de temperatura estudada de 35 e 45 °C.

PALAVRAS-CHAVE: plantas medicinais, *Cymbopogon flexuosus*, modelos matemáticos.

EVALUATION OF DRY KINETICS OF THE INDIAN GRASS LEAVES

ABSTRACT: The objective of this work was to dry Indian grass leaves (*Cymbopogon flexuosus*) in thin layers, to fit into 6 mathematical models. Three fresh grass crops were harvested, one for each drying treatment, and 3 different drying air temperatures were used (35, 45 e 55 °C) in the fixed layer mechanical dryer. To the data of experimental moisture ratio, we adjusted 6 mathematical models, in which non-linear regression analysis was performed by the Quase-Newton method. The values of the parameters of the models are estimated as a function of the temperature of the drying air. The Valcam model presented a better fit, with a determination coefficient greater than 0.99, for the studied temperature range of 35, 45 and 55 °C.

KEYWORDS: medicinal plants, *Cymbopogon flexuosus*, mathematical models.

INTRODUÇÃO: Nota-se tendência pelo consumo de produtos cada vez mais naturais, tanto para alimentação quanto para cuidados com a saúde, o que aumenta a demanda por plantas medicinais, aromáticas e condimentares. As espécies *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon flexuosus* pertencentes à família Poaceae. *C. citratus* são originárias do leste da Índia, conhecidas como capim-limão e capim indiano e produzem um composto químico chamado citral que é uma mistura isomérica de neral e geranial e dá a estas duas plantas um típico sabor (AKHILA, 2009; COBOS, 2015). Para melhor conservação e armazenamento destas

ervas medicinais utiliza-se a secagem, solução para a conservação e armazenamento para posterior uso pela indústria farmacêutica de fitoterápicos, já que muitas vezes a utilização deste produto fresco é inviável (LORENZI & MATOS, 2002). Segundo Resende et al. (2008), a cinética de secagem em curvas delgadas variam com alguns fatores, como espécie, variedade, processamento, condições ambientais, entre outros. Assim, tem sido realizado o ajuste de modelos matemáticos para descrição dos processos de secagem em diferentes produtos agrícolas. Posto isso, este trabalho teve por objetivo o ajuste matemático dos dados experimentais de 3 tratamentos de secagem à 6 modelos matemáticos de camada delgada do capim indiano.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas (LPPA) da Universidade Federal de Lavras, em Lavras (MG). Utilizou-se como matéria-prima capim indiano (*Cymbopogon Flexuosus*) adquirido no Horto Florestal da UFLA. Para determinação do teor de água inicial foi utilizado o método padrão de estufa, 105 ± 3 °C, durante 24 horas de acordo com a Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O capim indiano foi colhido, cortado em comprimento de 20 cm e colocado para secar. Para a secagem, utilizou-se secador mecânico de camada fixa com convecção forçada, composto por 3 bandejas perfuradas e em formato circular. As bandejas encontram-se sobre um plenum, que tem por função a uniformização do ar quente de secagem. As temperaturas do ar de secagem foram controladas em 35, 45 e 55 °C. Durante o processo as amostras foram pesadas em intervalos de 10 em 10 minutos até atingirem o equilíbrio higroscópico, momento em que o peso tornou-se constante. As temperaturas dos secadores foram monitoradas com Datalogger, modelo LG820-UM-851, ligado diretamente ao produto, além da temperatura e umidade relativa do ar ambiente também ser controlada. Realizou-se análise de regressão não linear para ajuste dos modelos matemáticos (Tabela 1) aos dados experimentais de secagem, pelo método Gauss-Newton, no programa computacional Statistica 7.0®. Com o objetivo de determinar o grau de ajuste para cada temperatura de secagem considerou-se a significância dos coeficientes de regressão pelo teste t a 5% de significância, os valores do coeficiente de determinação (R^2), o erro médio relativo (P), o erro médio estimado (SE) e o teste do qui-quadrado (χ^2).

TABELA 1. Modelos matemáticos aplicados nas curvas de secagem.

Modelo	Designação do modelo	Equação
Midilli ⁶	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	(6)
Newton ⁷	$RU = \exp(-k \cdot t)$	(7)
Page ⁸	$RU = \exp(-k \cdot t^n)$	(8)
Thompson ⁹	$RU = \exp\{[-a(-a^2 + 4 \cdot b \cdot t)^{0.5}]. (2 \cdot b)^{-1}\}$	(9)
Verma ¹⁰	$RU = -a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1-a) \exp(-k_1 \cdot t)$	(10)
Valcam ¹²	$RU = a + b \cdot t + c \cdot t^{1.5} + d \cdot t^2$	(12)

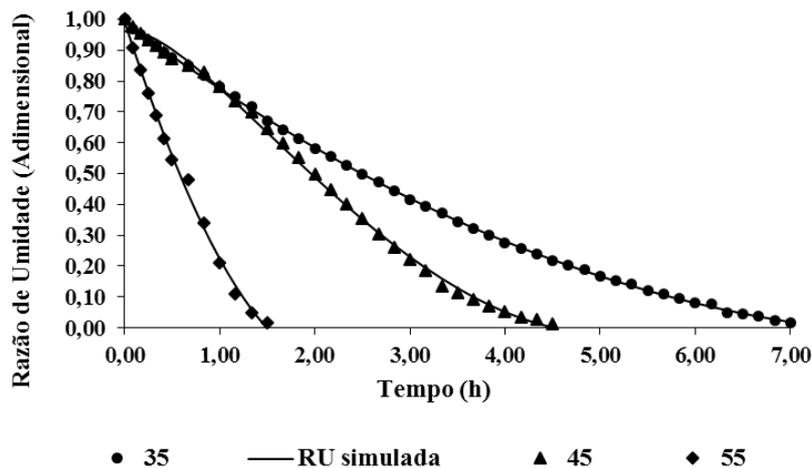
RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos de ajustes de 6 modelos analisados por regressão não linear aos dados experimentais da secagem das folhas de capim indiano, em camadas delgadas, submetidos à diferentes temperaturas do ar de secagem.

TABELA 2. Parâmetros estatísticos resultantes do ajuste matemático de cada modelo para descrever a cinética de secagem das folhas de capim indiano.

Modelo	Parâmetros Estatísticos	Temperaturas do ar de secagem (°C)		
		35 °C	45 °C	55 °C
Midilli	R ²	0,9998	0,9886	0,9964
	P	1,3026	44,4430	19,1001
	SE	0,0278	1,3853	0,4719
Newton	R ²	0,9770	0,9263	0,9601
	P	20,6283	90,1128	82,7332
	SE	0,4384	2,0925	2,0119
Page	R ²	0,9950	0,9923	0,9867
	P	8,0928	21,1249	38,0581
	SE	0,1871	0,4824	0,9180
Thompson	R ²	0,9913	0,9630	0,9882
	P	68,0574	30,0244	19,2183
	SE	0,7653	0,5051	0,3356
Verma	R ²	0,9962	0,9429	0,9913
	P	5,4764	78,4637	32,5801
	SE	0,0733	1,8232	0,7893
Valcam	R ²	0,9998	0,9981	0,9968
	P	1,4792	7,9513	14,9093
	SE	0,0306	0,1939	0,3413

O modelo de Valcam apresentou os melhores ajustes dos parâmetros estatísticos, com coeficiente de determinação (R²) maior que 0,99 para todas as temperaturas, o que segundo Madamba et al. (1996) significa bom ajuste dos modelos na representação do fenômeno da secagem, além dos baixos valores de erro médio estimado (SE). Na Figura 1 é apresentada a cinética de secagem das folhas do capim indiano, para as temperaturas de ar de secagem de 35, 45 e 55 °C, com dados de razão de umidade experimental e simuladas pelo modelo de Valcam.

FIGURA 1. Cinética de secagem do capim indiano com valores de razão de umidade dos dados experimentais e simulados pelo modelo de Valcam, em diferentes temperaturas do ar de secagem.



Nota-se que quanto maior a temperatura menor é o tempo utilizado no processo de secagem, pois quanto maior a temperatura, maior a taxa de secagem. Os tempos médios para completar cada processo de secagem foram de 1,5; 4,5 e 7 horas para as temperaturas de 55, 45 e 35°C, respectivamente. Na Figura 1 é possível observar o adequado ajuste dos dados simulados aos experimentais utilizando-se o modelo de Valcam, devido à adequada sobreposição das linhas.

CONCLUSÕES: Quanto mais alta a temperatura, mais rápido é o processo de secagem do capim indiano. O modelo de Valcam demonstrou melhor ajuste aos dados experimentais de secagem nas temperaturas de 55 e 45 °C.

REFERÊNCIAS:

- AKHILA, A. Essential Oil-Bearing Grasses: The genus Cymbopogon Medicinal and Aromatic Plants. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- COBOS J. Y. G. **Fontes nitrogenadas no crescimento e produção de óleo essencial de espécies de capim-limão**. 2015. 98p. (Dissertação)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2002. 512p.
- MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. Thin layer drying characteristics of garlic slices. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 29, n. 1, p. 75-97, 1996.