
AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM DE CARQUEJA

Lauri Lourenço Radtünz¹, Antonio Sergio do Amaral², Altemir José Mossi³, Evandro de Castro Melo⁴, Ronicely Pereira Rocha⁵

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar a cinética de secagem de carqueja, submetida a diferentes temperaturas do ar e posterior ajuste dos dados experimentais a diferentes modelos matemáticos. Para condução do experimento de secagem foram utilizados seis secadores de bandejas, empregando-se as temperaturas de 40, 50, 60, 70, 80 e 90 °C. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, colocando-se 800 g de folhas frescas em cada bandeja. Para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais, realizou-se análise de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton, sendo os valores dos parâmetros dos modelos estimados em função da temperatura do ar de secagem. Os resultados mostraram que o modelo de Midilli *et al.* apresentou ajuste adequado aos dados experimentais, para toda a faixa de temperatura estudada (de 40 a 90 °C), e o modelo de Page apresentou ajuste adequado aos dados experimentais apenas para a faixa de temperatura de 60 a 90 °C.

Palavras chave: plantas medicinais, *Baccharis trimera*, modelos matemáticos.

ABSTRACT

EVALUATION OF DRYING KINETICS OF CARQUEJA

This work aimed to study the of drying kinetics of *Baccharis trimera* subjected to different air temperatures and subsequent adjustment of experimental data to different mathematical models. To conduct the experiment were used for 6 trays drying, using the temperatures of 40, 50, 60, 70, 80 and 90 °C. Was employed the experimental design of randomized blocks with three repetitions, of 800 g of fresh leaves in each tray. For the fit of mathematical models to experimental data analysis was performed non-linear regression by the Quasi-Newton method. The results showed that the model Midilli *et al.* made adjustment to the experimental data for the entire range of temperature studied (40 to 90 °C), and, the Page model showed adequate fit to the experimental data only for the range of temperature from 60 to 90 °C.

Keywords: medicinal plant, *Baccharis trimera*, mathematical models.

Recebido para publicação em 26/08/2009. Aprovado em 11/05/2010

1- Engenheiro Agrônomo, D.Sc e Prof. Adjunto I, Curso de Agronomia, UFFS, Erechim-RS, E-mail: laurilr@uffs.edu.com

2- Engenheiro Agrônomo, Prof. Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, URI/Erechim-RS.

3- Engenheiro Agrônomo, Prof. Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, URI/Erechim-RS.

4- Engenheiro Agrícola, D.Sc. e Prof. Associado, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, E-mail: evandro@ufv.br

5- Doutorando do Curso de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, E-mail: ronicely.rocha@ufv.br

INTRODUÇÃO

O gênero *Baccharis*, incluído na tribo *Astereae*, da família *Asteraceae*, é constituído por cerca de 500 espécies. Uma das mais importantes é *Baccharis trimera* (Less.) DC, também denominada *Baccharis genistelloides* var. *trimera* (Less.) Baker, com grande utilização na medicina tradicional e na produção de fitoterápicos (RITTER *et al.*, 2002; NUNES *et al.*, 2003).

O Programa Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos, lançado em dezembro de 2008, apresenta ações que visam a cumprir as diretrizes da Política Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos. Um de seus objetivos é inserir, com segurança, eficácia e qualidade, plantas medicinais, fitoterápicos e serviços relacionados com a Fitoterapia no Sistema Único de Saúde (SUS). Esta relação apresentará fitoterápicos produzidos com plantas nativas ou exóticas adaptadas, de uso na atenção básica de saúde, com o maior número de evidências de segurança e eficácia, com registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), considerando-se os biomas brasileiros e as espécies da flora brasileira não ameaçadas de extinção. Neste contexto, cabe salientar que a carqueja (*Baccharis trimera*) é uma das plantas que faz parte deste programa (ABIFISA, 2009).

Os modelos matemáticos são ferramentas úteis na estimativa do tempo necessário para redução do teor de água do produto, sob diferentes condições de secagem, auxiliando nas tomadas de decisão e contribuindo na melhoria da eficiência do processo (ANDRADE *et al.*, 2003). Portanto, é de inegável importância o ajuste de diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais de secagem, e, também, que este trabalho seja realizado para as diversas espécies de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, para se obter o modelo mais adequado para cada espécie vegetal.

Com o objetivo de avaliar a cinética de secagem de *Mentha crispa* L., Park *et al.* (2002) utilizaram um secador de bandejas, empregando-se três temperaturas (30, 40 e 50 °C) e duas velocidades para o ar de secagem (0,5 e 1,0 m s⁻¹). Os autores ajustaram os dados experimentais ao modelo de Page, concluindo que o modelo apresentou ajuste satisfatório, exceto para o tratamento de secagem a 50 °C e velocidade do ar de 1,0 m s⁻¹.

Para a secagem de Louro (*Laurus nobilis* L.), Demir *et al.* (2004) utilizaram temperaturas de

secagem de 40, 50 e 60 °C e, também, secaram sob sol e sombra. Entre os diversos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais, concluíram que o modelo de Page foi o que melhor descreveu o processo de secagem para as condições estudadas.

Para realizar a secagem de folhas de endro (*Anethum graveolens* L.) e salsinha (*Petroselinum crispum* L.), Doymaz (2006) utilizou três temperaturas de secagem (50, 60 e 70 °C), mantendo a velocidade do ar em 1,1 m s⁻¹. Os valores foram ajustados aos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Page e Midilli e Kucuk. Concluiu que o modelo de Midilli e Kucuk descreveu satisfatoriamente a cinética de secagem para ambas as plantas.

Para a secagem de folhas de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), Martinazzo *et al.* (2007) empregaram temperaturas de 30, 40, 50 e 60 °C, encerrando o processo quando as folhas atingissem a umidade de 0,12 b.s. Os dados experimentais foram ajustados a 13 equações empíricas e semiempíricas, sendo elas: Newton, Page, Page modificado, Thompson, difusão (lei de Fick), Henderson e Pabis, logarítmico, dois termos, exponencial de dois termos, Wang e Sing, Henderson e Pabis modificado, Midilli *et al.* e aproximação da difusão. Os autores concluíram que o modelo proposto por Midilli *et al.* foi o que melhor se adequou aos dados experimentais.

Para avaliar a cinética de secagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), Goyalde *et al.* (2008) avaliaram diferentes modelos matemáticos para descrever o comportamento de secagem. A secagem foi realizada às temperaturas de 50 e 60 °C, com umidade relativa do ar de 17,9 e 11,1 %, respectivamente, até o teor de água final de 6 % b.u. Os autores concluíram que o modelo de Midilli *et al.* apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais.

Com o objetivo de ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais, Barbosa *et al.* (2007) submeteram folhas de erva-cidreira-brasileira à secagem com ar aquecido a 40, 50, 60, 70 e 80 °C e velocidade de 0,29+0,03 m s⁻¹. Aos dados experimentais foram ajustados os modelos de Midilli *et al.*, Page, Lewis, exponencial de dois termos, dois termos, Henderson e Pabis, aproximação da difusão, Thompson e Wang e Singh. Os autores concluíram que os modelos de Page e de Midilli *et al.* foram os que representaram

melhor a cinética de secagem desta planta.

Portanto, este trabalho teve por objetivo estudar a cinética de secagem de carqueja, submetida a diferentes temperaturas do ar de secagem, e posterior ajuste dos dados experimentais a diferentes modelos matemáticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização da pesquisa de secagem foi utilizada a carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) DC). A reprodução da espécie foi realizada por estaquia, a partir de plantas matrizes, e, posteriormente, cultivada em uma área experimental da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus II, Erechim-RS.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, em que cada bloco foi constituído por uma data de coleta, possibilitando a secagem de todos os tratamentos simultaneamente.

A coleta das plantas foi realizada no início do florescimento, entre as 7 e 8 h, cortando-se as plantas a aproximadamente 10 cm acima do solo. Após a coleta, as plantas eram encaminhadas ao laboratório de secagem para serem selecionadas e, posteriormente, homogeneizadas. No processo de seleção eram retiradas partes doentes e danificadas, assim como qualquer material estranho presente, e, então as plantas eram picadas em pedaços de aproximadamente 5 cm e, em seguida, homogeneizadas manualmente.

O teor de água foi determinado antes de iniciar a secagem (material fresco) e no final do processo de secagem (material seco), por meio do método gravimétrico. Foi utilizada a metodologia recomendada pela *ASAE Standards* (ASAE, 2000), utilizando-se aproximadamente 25 g de amostra fresca, com três subamostras, mantendo-se o material em estufa com circulação forçada do ar a temperatura de 103 ± 2 °C, durante 24 horas.

Para condução do experimento foram utilizados seis secadores, tendo como fonte de aquecimento um conjunto de resistências elétricas. Nos tratamentos de secagem foi empregado ar aquecido a 40, 50, 60, 70, 80 e 90 °C, todos com variação máxima de ± 2 °C. O ajuste do valor desejado para cada tratamento foi realizado por meio de um controlador

automático de temperatura.

A câmara de secagem, de cada secador, era composta por uma bandeja, construída em aço inoxidável, com dimensões de 0,30 x 0,30 m e 0,50 m de altura. As temperaturas do ar ambiente, de secagem e de exaustão foram monitoradas por meio de termopares tipo “J”, acoplados a um microcomputador via sistema de aquisição de dados, sendo os valores armazenados neste microcomputador.

A velocidade do ar de secagem através da massa de produto foi mantida em aproximadamente $0,5 \text{ m s}^{-1}$, sendo monitorada com um anemômetro de fio quente. A vazão era controlada na entrada da câmara de secagem, pela redução da entrada de ar.

Para calcular a umidade de equilíbrio foi utilizado o modelo de GAB (Guggenheim, Anderson e de Boer), ajustado por Silva (2005) para carqueja, conforme apresentado na Equação 1:

$$X_{eq} = \frac{X_m \cdot C \cdot K \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w)(1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)} \quad (1)$$

em que,

X_{eq} = umidade de equilíbrio, kg kg^{-1} ;
 X_m = umidade na monocamada molecular, kg kg^{-1} ;
 a_w = atividade de água, adimensional; e
 C e K = constantes que dependem da natureza do produto.

A razão de umidade (RU) do produto foi calculada para o tempo t , conforme apresentado na Equação 2:

$$RU = \frac{U_x - U_e}{U_0 - U_e} \quad (2)$$

em que,

RU = razão de umidade (adimensional);
 U_x = teor de água do produto no tempo x (% base seca);
 U_e = umidade de equilíbrio (% base seca); e
 U_0 = teor de água inicial do produto (% base seca).

Os valores de RU observados, para cada temperatura do ar de secagem, foram ajustados a 12 diferentes modelos matemáticos de regressão não linear, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Modelos matemáticos avaliados para descrever o processo de secagem de carqueja

Modelo	Equação
Aproximação da difusão	$RU=a.\exp(-k.t)+(1-a).\exp(-k.b.t)$
Dois termos	$RU=a.\exp(-k.t)+b.\exp(-q.t)$
Exponencial de dois termos	$RU=a.\exp(-k.t)+(1-a).\exp(-k.a.t)$
Henderson & Pabis	$RU=a.\exp(-k.t)$
Henderson & Pabis modificada	$RU=a.\exp(-k.t)+b.\exp(-q.t)+c.\exp(-w.t)$
Lewis	$RU=\exp(-k.t)$
Logarítmico	$RU=a.\exp(-k.t)+c$
Midilli <i>et al.</i>	$RU=a.\exp(-k.t^n)+b.t$
Newton	$RU=\exp(-k.t)$
Page	$RU=\exp(-k.t^n)$
Page modificada	$RU=\exp(-k.t)^n$
Wang e Singh	$RU=1+a.t+b.t^2$

Para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais, realizou-se análise de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton, empregando-se o programa computacional STATISTICA 6.0[®], sendo os valores dos parâmetros dos modelos estimados em função da temperatura do ar de secagem.

A escolha do modelo foi realizada em função do coeficiente de determinação ajustado (R^2), do erro médio relativo (EMR), do erro médio estimado (EME) e pela análise dos resíduos. O erro médio relativo e o erro médio estimado, para cada modelo, foram determinados pelas equações 3 e 4, respectivamente:

$$ERM = \frac{100}{n} \sum \frac{|Y - Y_0|}{Y} \quad (3)$$

$$EME = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_0)^2}{GLM}} \quad (4)$$

em que,

n = número de observações;

Y = valor observado;

Y_0 = valor estimado pelo modelo; e

GLM = graus de liberdade do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para determinação das curvas de secagem, os valores de umidade de equilíbrio para carqueja foram calculados por meio do modelo de GAB, ajustado por Silva (2005), obtendo-se os seguintes valores: 4,4; 3,2; 2,8; 2,5; 1,9 e 1,5 % b.u., respectivamente, para a secagem com ar aquecido a 40, 50, 60, 70, 80 e 90 °C.

No Quadro 2 são apresentados os valores dos coeficientes de determinação ajustados (R^2), dos erros médios relativos (EMR) e dos erros médios estimados (EME), para cada um dos modelos matemáticos avaliados.

De acordo com Aguerre *et al.* (1989), resultados de erro relativo médio abaixo de 10 % indicam razoável ajuste dos valores observados em relação aos ajustados pelo modelo em questão.

Portanto, conforme os resultados obtidos para os coeficientes de determinação, para os erros médios relativos e para os erros médios estimados, demonstrados mostrados no Quadro 2, apenas o modelo de Midilli *et al.* apresentou ajuste adequado para descrever o processo de secagem de carqueja para a faixa de temperatura avaliada (desde 40 até 90 °C), entre os 12 modelos matemáticos avaliados. Esse modelo apresentou coeficiente de determinação superior 0,99, erro médio relativo inferior a 9,5 % e dispersão aleatória dos resíduos para todos os valores de temperatura empregados.

Entretanto, observa-se, no Quadro 2, que o modelo de Page também apresenta ajuste satisfatório, tanto pelo o coeficiente de determinação, que foi superior a 0,99, quanto pelo erro médio relativo, exceto para a temperatura do ar de secagem de 50 °C, visto que o erro médio relativo foi superior a 10 %. Quanto aos resíduos, apresentaram dispersão tendenciosa para os tratamentos de secagem com ar aquecido a 40 e 50 °C, e para os demais tratamentos dispersão aleatória. Assim sendo, esse modelo apenas pode ser usado para descrever a cinética de secagem para as temperaturas de secagem de 60 a 90 °C.

Na Figura 1 estão mostrados os dados experimentais e as curvas ajustadas pelo modelo de Midilli *et al.* para descrever a cinética de secagem de carqueja.

Quadro 2. Valores dos coeficientes de determinação, dos erros médios relativos e dos erros médios estimados, obtidos para os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais

Modelo matemático	Temp. (°C)	R ²	EMR (%)	EME	Modelo matemático	Temp. (°C)	R ²	EMR (%)	EME
Aproximação da difusão	40	0,9999	1,59	0,0084	Logarítmico	40	0,9964	19,60	0,0472
	50	0,9991	11,69	0,0201		50	0,9986	3,37	0,0252
	60	0,9999	2,57	0,0025		60	0,9976	14,04	0,0299
	70	0,9999	2,91	0,0042		70	0,9967	17,10	0,0394
	80	0,9994	10,58	0,0151		80	0,9946	34,86	0,0442
	90	0,9985	11,93	0,0254		90	0,9964	17,41	0,0396
Dois termos	40	0,9999	1,59	0,0082	Midilli <i>et al.</i>	40	0,9996	2,20	0,0149
	50	0,9986	4,05	0,0250		50	0,9991	8,81	0,0203
	60	0,9961	16,49	0,0375		60	0,9999	2,80	0,0053
	70	0,9947	17,92	0,0498		70	0,9999	1,09	0,0036
	80	0,9883	45,59	0,0650		80	0,9995	9,14	0,0137
	90	0,9833	39,17	0,0860		90	0,9995	6,03	0,0145
Exponencial dois termos	40	0,9998	2,64	0,0100	Newton	40	0,9909	27,73	0,0753
	50	0,9979	6,54	0,0304		50	0,9982	7,08	0,0285
	60	0,9948	20,27	0,0433		60	0,9951	19,89	0,0424
	70	0,9922	23,86	0,0608		70	0,9925	23,34	0,0597
	80	0,9857	52,38	0,0719		80	0,9860	51,43	0,0711
	90	0,9774	46,08	0,0999		90	0,9778	45,77	0,0991
Henderson e Pabis	40	0,9940	21,18	0,0611	Page	40	0,9996	3,41	0,0155
	50	0,9985	8,49	0,0262		50	0,9985	11,70	0,0262
	60	0,9961	16,48	0,0375		60	0,9998	5,95	0,0084
	70	0,9947	17,92	0,0498		70	0,9998	6,92	0,0090
	80	0,9883	45,59	0,0650		80	0,9965	8,86	0,0138
	90	0,9933	39,15	0,0860		90	0,9989	8,48	0,0221
Henderson e Pabis modificada	40	0,9999	1,59	0,0082	Page modificada	40	0,9909	27,73	0,0753
	50	0,9986	4,05	0,0250		50	0,9982	7,08	0,0285
	60	0,9961	16,48	0,0375		60	0,9951	19,89	0,0424
	70	0,9947	17,92	0,0498		70	0,9925	23,34	0,0597
	80	0,9883	45,59	0,0650		80	0,9860	51,43	0,0711
	90	0,9833	39,16	0,0860		90	0,9778	45,77	0,0991
Lewis	40	0,9909	27,73	0,0753	Wang & Singh	40	0,8428	143,05	0,3132
	50	0,9982	7,08	0,0285		50	0,9539	84,40	0,1433
	60	0,9951	19,89	0,0424		60	0,9880	48,26	0,0661
	70	0,9925	23,34	0,0597		70	0,9906	44,20	0,0664
	80	0,9860	51,43	0,0711		80	0,9980	29,76	0,0266
	90	0,9778	45,77	0,0991		90	0,9994	3,42	0,0159

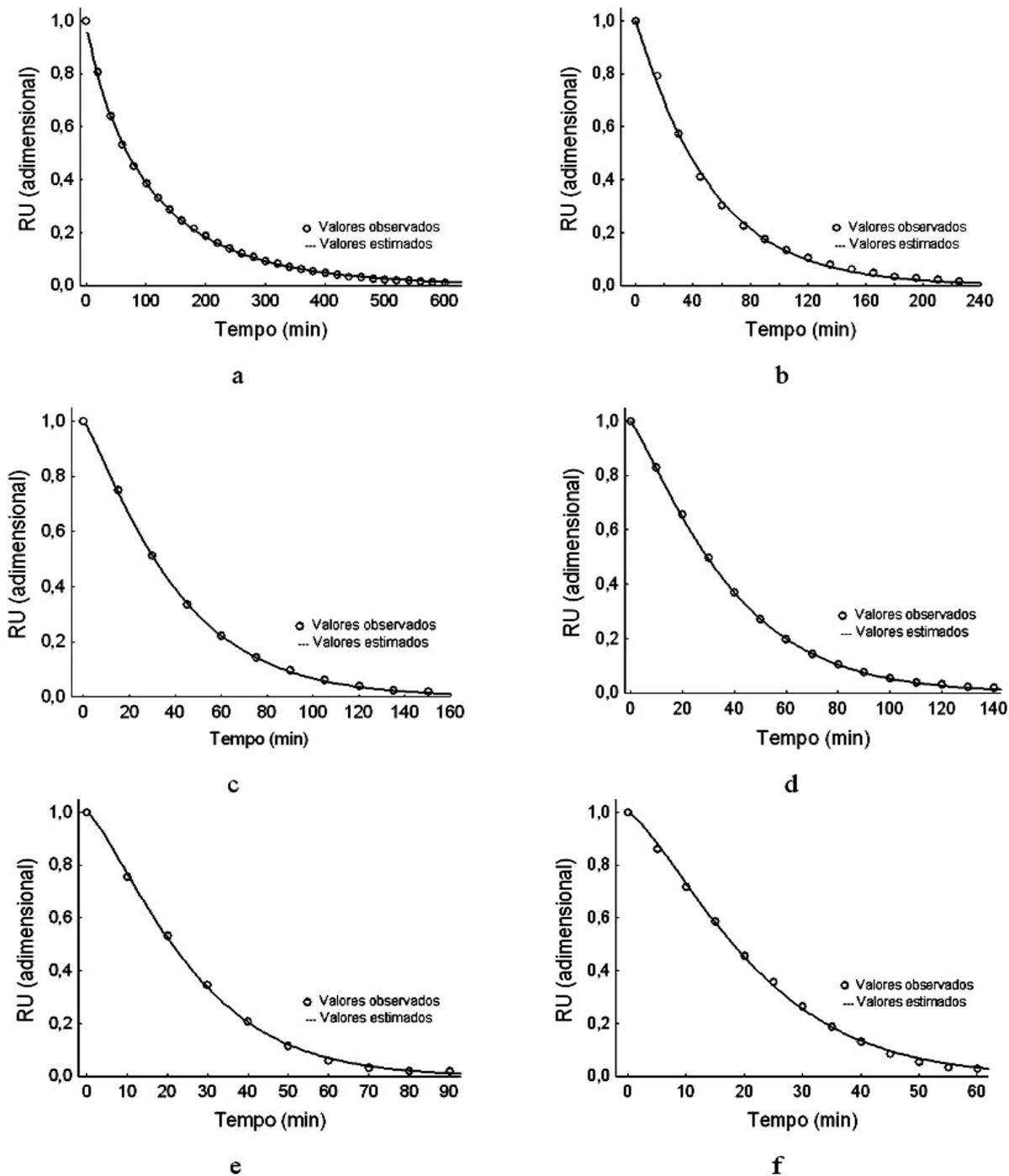


Figura 1. Curvas de secagem de carqueja a 40 °C (a), 50 °C (b), 60 °C (c), 70 °C (d), 80 °C (e) e 90 °C (f) ajustadas pelo modelo de Midilli *et al.*

Quadro 3. Valores estimados dos parâmetros para os modelos de Midilli *et al.* e de Page

Temperatura (°C)	Coeficientes					
	Modelo de Midilli <i>et al.</i>			Modelo de Page		
	a	k	n	b	k	n
40	1,005760	0,020312	0,834471	-0,000004	0,019319	0,844149
50	1,007455	0,014945	1,066866	0,000079	0,016486	1,034829
60	1,001355	0,012102	1,181561	0,000061	0,012879	1,161396
70	0,999855	0,011223	1,217326	0,000073	0,012113	1,193141
80	0,995469	0,012969	1,299997	-0,000014	0,013279	1,295197
90	0,992846	0,016054	1,287153	-0,000474	0,014576	1,333663

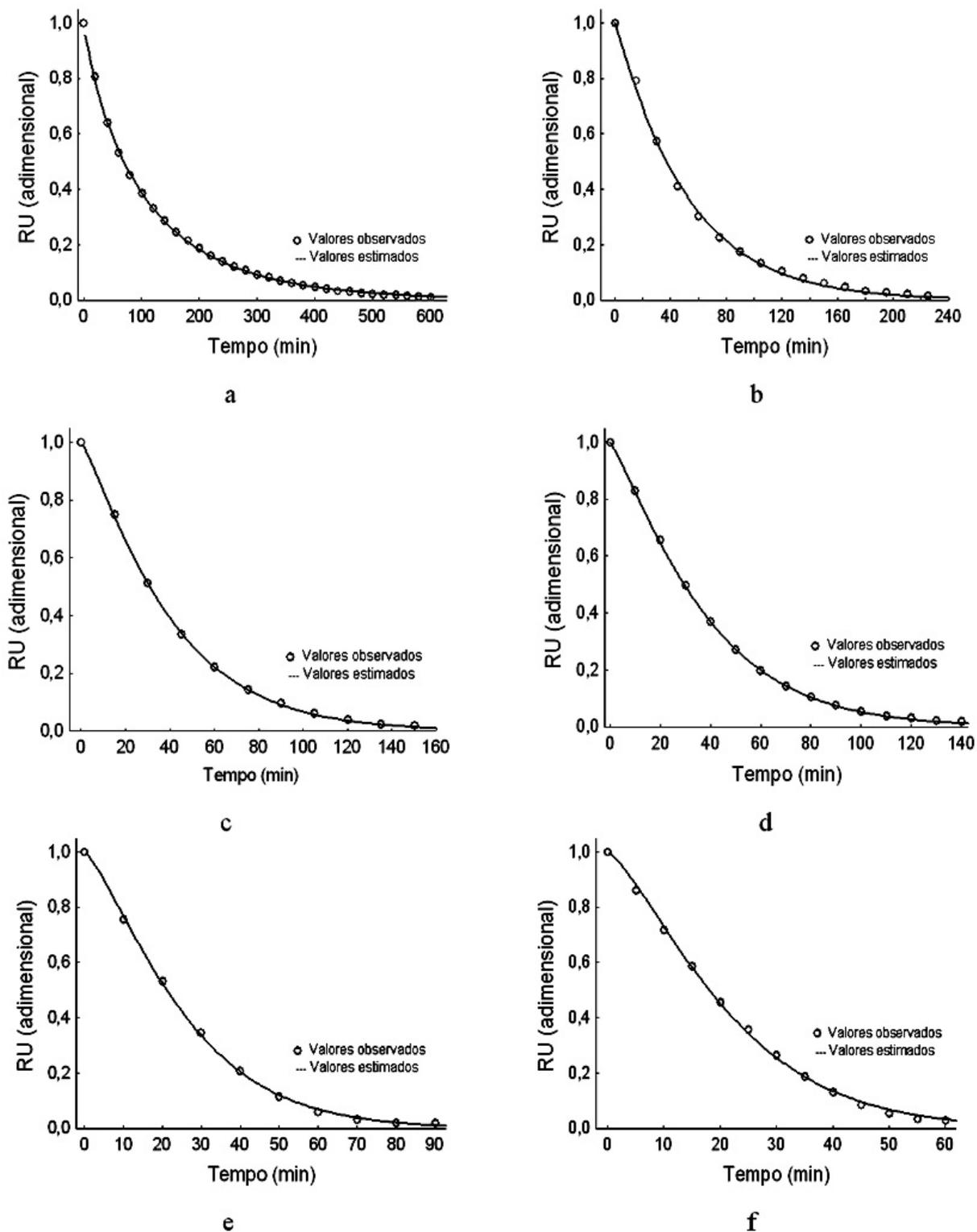


Figura 2. Curvas de secagem de carqueja a 40 °C (a), 50 °C (b), 60 °C (c), 70 °C (d), 80 °C (e) e 90 °C (f) ajustadas pelo modelo de Page.

Na Figura 2 estão mostrados os dados experimentais e as curvas ajustadas pelo modelo de Page para descrever a cinética de secagem de carqueja:

No Quadro 3 são apresentados os valores dos

parâmetros para o modelo de Midilli *et al.* e para o modelo de Page.

O resultados encontrados estão de acordo com os obtidos por Martinazzo *et al.* (2007), que avaliaram as características da secagem de folhas

de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf em camada delgada, para a faixa de temperatura de 30 a 60 °C, quando concluíram que o modelo de Midilli *et al.* foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, apresentando o maior coeficiente de determinação e menor erro médio estimado. Também Goyalde *et al.* (2008), estudaram a cinética de secagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) cortada em pequenos pedaços e concluíram que o melhor ajuste foi obtido pelo modelo de Midilli *et al.* para ambas temperaturas de secagem.

Já para a secagem de *Mentha crisper* L., usando temperaturas do ar de 30, 40 e 50 °C, Park *et al.* (2002) obtiveram o melhor ajuste dos dados com o modelo de Page.

Portanto, o ajuste do modelo matemático depende da espécie vegetal, devendo ser realizados estudos individuais para as diversas espécies de plantas medicinais, aromáticas e condimentares existentes.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizada a pesquisa, pode-se concluir que:

- O modelo de Midilli *et al.* apresentou ajuste adequado aos dados experimentais para toda a faixa de temperatura estudada (de 40 a 90 °C);
- O modelo de Page apresentou ajuste adequado aos dados experimentais apenas para a faixa de temperatura de 60 a 90 °C; e
- Portanto, o modelo proposto por Midilli *et al.* pode ser utilizado para prever a cinética de secagem de folhas de carqueja para a faixa de temperatura de 40 a 90 °C.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à FAPERGS, CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro, essencial para o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIFISA. **Governo lista plantas que poderão virar fitoterápicos.** Disponível em: www.abifisa.org.br/noticias_ver.asp?news=2909 Acesso em: 03 mar. 2009.

AGUERRE, R.J.; SUAREZ, C.; VIOLLAZ, P. E. New BET type multi-layer sorption isotherms - Part II: Modelling water sorption in foods. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v.22, n.4, 1989. p.192-5.

ANDRADE, E.T.; BORÉM, F.M.; HARDOIM, P.R. Cinética de secagem do café cereja, bóia e cereja desmucilado, em quatro diferentes tipos de terreiros. **Revista Brasileira de Armazenamento – Especial Café**, Viçosa, v.1, n.7, p.37-43, 2003.

ASAE Standards. **Standards Engineering Practices Data: Moisture measurement-forages**, ASAE S358.2 DEC99. Adopted and published by: American Society of Agricultural Engineers, 2000, p.565-572.

BARBOSA, F. da F.; MELO, E. de C.; SANTOS, R.H.S.; ROCHA, R.P. da; MARTINAZZO, A.P.; RADÜNZ, L.L.; GRACIA, L.M.N. Evaluation of mathematical models for prediction of thinlayer drying of brazilian lemon-scented verbena leaves (*Lippia alba* (mill) n.e. brown). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.1, p.71-80, 2007.

DEMIR, V.; GUNHAN, T.; YAGCIOGLU A.K.; DEGIRMENCIOGLU, A. Mathematical modelling and the determination of some quality parameters of air-dried bay leaves. **Biosystems Engineering**, Edinburgh, v.88, n.3, p.325-335, 2004.

DOYMAZ, I.; TUGRUL, N.; PALA, M. Drying characteristics of dill and parsley leaves. **Journal of Food Engineering**, Davis, v.77, n.3, p.559 – 565, 2006.

GOYALDE, N.A.; ROCHA, R.P.; MELO, E.C.; GONELI, A.L.D.; ARAÚJO, F.L. Mathematical modelling of drying kinetics of sugarcane slices. In: CIGR - International Conference of Agricultural Engineering e Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, XXXVII, 2008, Foz do Iguaçu, **Anais ...** Foz do Iguaçu: 31 de agosto a 04 de setembro, 2008.

MARTINAZZO, A.P.; CORRÊA, P.C.; RESENDE, O. e MELO, E. de C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.301–306, 2007.

NUNES, G.P.; SILVA, M.F.; RESENDE, U.M.; SIQUEIRA, J.M. Plantas medicinais comercializadas por raizeiros no Centro de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.13, n.2, p.83-92, 2003.

PARK, K.J., VOHNIKOVA, Z., BROD, F.P.R. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crisp* L.), **Journal of Food Engineering**, Davis, v.1, n.51, p.193-199, 2002.

RITTER, M. R.; SOBIERAJSKI, G. R.; SCHENKEL,

E. P.; MENTZ, L. A. Plantas usadas como medicinais no município de Ipê, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.12, n.2, p.51-62, 2002.

SILVA, F. **Avaliação do teor e da composição química do óleo essencial de plantas medicinais submetidas a processos de secagem e armazenamento**. 2005. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP. 2005.