



Cinética de secagem de folhas de *Cymbopogon citratus* Drying kinetics of *Cymbopogon citratus* leaves

Nathan Henrique Fagundes Gomes¹

Henrique Cardoso Da Silva Neto²

Jáliston Júlio Lopes Alves³

Renato Souza Rodovalho⁴

Cleiton Mateus Sousa⁵

Resumo: O capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) se destaca entre as plantas medicinais, e tem o citral como componente mais importante do seu óleo essencial. Tem ampla utilização na indústria alimentícia e farmacêutica. A secagem e o armazenamento são etapas fundamentais dentre os processos pós-colheita para a obtenção de produtos de qualidade, os quais são a base para a fabricação de medicamentos fitoterápicos. Diante do apresentado o objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de secagem de folhas de capim-cidreira, *C. citratus*, submetida a diferentes temperaturas do ar de secagem. O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal Goiano Câmpus Ceres. Determinou-se o teor de água das folhas pelo método da estufa, em seguida utilizou-se a secagem com temperaturas do ar controladas de 30, 40, 50 e 60°C em câmara do tipo BOD. A cinética de secagem das folhas de *C. citratus* apresentaram função direta com a temperatura do ar sendo que quanto maior a temperatura do ar de secagem menor foi o tempo gasto. O tempo necessário para obtenção do produto com teor de água de 0,12 b.s. foi de 5 h para 60°C, 10 h para 50 °C, 11 h para 40°C e 12,33 para 30°C. O modelo matemático de secagem em camada fina de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais. A dependência da difusividade em relação à temperatura foi descrita pela equação de Arrhenius, por meio da qual se obteve o valor da energia de ativação de 53,76 kJ.

¹ Instituto Federal Goiano

² Instituto Federal Goiano

³ Instituto Federal Goiano

⁴ Instituto Federal Goiano

⁵ Instituto Federal Goiano

Palavras-chave: Capim-cidreira, difusividade, modelo matemático.

Abstract: The lemongrass (*Cymbopogon citratus*) stands out among the medicinal plants, and has citral as the most important component of its essential oil. It is widely used in the food and pharmaceutical industry. The drying and storage steps are essential among postharvest processes for obtaining quality products, which are the basis for the production of herbal medicines. Presented before the objective of this study was to evaluate the kinetics of drying lemon grass leaves, *C. citratus*, exposed to different temperatures of the drying air. The study was conducted at the Federal Institute Goiano Campus Ceres. It was determined the water content of the leaves by the oven method then used by drying with air temperature controlled at 30, 40, 50 and 60 ° C in BOD chamber. The kinetics of drying of *Cymbopogon citratus* leaves showed direct function of the air temperature being the higher the lower drying air temperature was the time spent. The time required for obtaining the product with a water content of 0.12 bs was 5 h to 60 ° C, 10 h 50 ° C 11 h to 40 ° C and 12.33 at 30 DEG C. The mathematical model drying thin layer of logarithm Midilli and were best fit the data experimental. The dependence of diffusivity with respect to temperature is described by the Arrhenius equation, whereby was obtained a value of 53,76 kJ activation energy.

Keywords: Lemongrass, diffusivity, mathematical model.

1. Introdução

As plantas medicinais são uma das formas mais antigas utilizadas para o tratamento de enfermidades, devido às propriedades curativas de substâncias presentes em determinadas espécies (Campos et al., 2010). De acordo com Silva Júnior (1994), uma planta é considerada como medicinal quando possui substâncias ativas que provocam no organismo humano reações que podem variar da cura ao abrandamento da doença.

As plantas medicinais apresentam um mercado mundial promissor frente à demanda crescente. Porém, tem-se uma carência de estudos que se reflete na frequente falta de qualidade do produto oferecido, tornando-o comercialmente menos competitivo (Gomes et al., 2004).

Dentre as plantas medicinais destaca-se o *Cymbopogon citratus*, conhecido popularmente no Brasil como capim-limão, capim-cidrô, capim-cheiroso, capim-cidreira, capim-cidrão, citronela-de-java e erva-cidreira. É uma planta aromática cultivada para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de Lemongrass (Guimarães et al., 2008).

Segundo Pereira et al. (2004), o óleo essencial de capim cidreira é composto de mirênio, neral, gerônio e outros compostos e é utilizado na medicina popular para o tratamento de resfriados, disenteria, dores de cabeça e como tranquilizante e antiespasmódico e também apresenta atividade antimicrobiana.

De acordo com Martinazzo et al. (2013) a secagem e o armazenamento são etapas fundamentais dentre os processos pós-colheita para a obtenção de produtos de qualidade, os quais são a base para a fabricação de medicamentos fitoterápicos. O processo de secagem resulta em considerável redução de volume e indiretamente redução de custos em transportes e manipulação do produto, além de permitir a conservação das plantas por um período superior (Silva & Casali, 2000).

Dentro do processo de secagem de produtos agrícolas, o período de taxa constante de perda de água, vem sendo muito explorado pelos pesquisadores. O mecanismo pelo qual ocorre a difusão da água nos produtos agrícolas se mostra complexo em função da diversidade da composição química e estrutura física dos produtos (Resende et al, 2005). A teoria da difusão líquida tem sido amplamente empregada na área de secagem, porém, existem algumas suposições a serem consideradas para sua aplicação, a exemplo da redução do volume desprezada, não existência do efeito de capilaridade, equilíbrio térmico instantâneo com o ar e os efeitos da transferência de energia e massa de um corpo para outro, admitidos como desprezíveis (Martinazzo et al., 2007).

A velocidade com que o alimento perde umidade é controlada pela matriz das características do alimento e por variáveis como temperatura, velocidade e umidade relativa do ar, caracterizando assim a cinética de secagem (Celestino, 2010). De acordo com Vilela & Artur (2008) as informações contidas nas curvas de secagem são fundamentais para o desenvolvimento de processos e para o dimensionamento de equipamentos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de secagem de folhas de capim-cidreira, *Cymbopogon citratus*, submetida a diferentes temperaturas do ar de secagem.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal no mês de agosto, localizado no Instituto Federal Goiano Câmpus Ceres, no estado de Goiás, com latitude de 15° 18' 52" e longitude 49° 36' 10". Utilizou-se folhas de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*), colhidas manualmente, no período matutino, selecionando-se sempre folhas verdes, com ausência de folhas danificadas e evitando-se a presença de materiais vegetais estranhos.

Após a colheita, antes de se iniciarem os processos de secagem, o material foi transportado para laboratório onde as folhas foram lavadas e cortadas ficando os fragmentos com cerca de 1 cm.

Os teores de água do produto foram determinados em estufa de ventilação forçada a 103 °C, até peso constante, em três repetições. Realizaram-se as secagens sob diferentes temperaturas (30, 40, 50 e 60 °C) utilizando-se câmara tipo BOD. Durante a operação de secagem foram realizadas pesagens periódicas, até se atingir o teor de água final de 0,12 b.s., enquanto as curvas de secagem foram ajustadas aos dados experimentais utilizando-se 11 equações empíricas e semi-empíricas, discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1: Modelos matemáticos empíricos e semi-empíricos de ajuste para representação da cinética de secagem.

Nome do modelo	Equação	Nº
Modelo de Newton	$RU = \exp(-k \cdot t)$	(1)
Modelo de Page	$RU = \exp(-k \cdot t^n)$	(2)
Modelo de Henderson e Pabis	$RU = \exp a \cdot (-k \cdot t)$	(3)
Modelo de Verna	$RU = a \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k_1 t)$	(4)
Modelo de Dois termos	$RU = a \cdot \exp(-K_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(5)
Modelo de Logarítmico	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	(6)
Modelo de Wang e Sing	$RU = 1 + at + bt^2$	(7)
Modelo de Aproximação da difusão	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k \cdot b \cdot t)$	(8)
Modelo de Logistic Meneghetti Mata	$RU = a_0 / (1 + a \cdot \exp(k \cdot t))$	(9)
Modelo de Midilli	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	(10)
Modelo de Difusão (Lei de Fick)	$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n + 1)^2} \cdot \exp\left[-\frac{(2n + 1)^2 \cdot \pi^2 \cdot D_{ef} \cdot t}{4L^2} \left(\frac{S}{V}\right)^2\right]$	(11)

em que: RU – razão de umidade do produto, adimensional; t – tempo de secagem, s; k, k₀, k₁ – coeficientes de secagem, s⁻¹; a, b, c, n – constantes dos modelos; n – número de termos da equação; D – coeficiente de difusão, m² s⁻¹; L – espessura do produto, m.

Para o cálculo da razão de umidade (RU), durante as secagens nas diferentes temperaturas, utilizou-se a Equação 12.

$$RU = \frac{U - U_e}{U_i - U_e} \quad (12)$$

em que: RU - razão de umidade do produto, adimensional; U - teor de água do produto, decimal b.s.; U_i - teor de água inicial do produto, decimal b.s.; U_e - teor de água de equilíbrio do produto, decimal b.s.

A determinação da umidade de equilíbrio higroscópico (U_e) foi realizado pela Equação 13, proposta por Corrêa et al. (2002) para plantas medicinais, com seus parâmetros determinados pelo processo de dessorção.

$$U_e = \frac{1}{(aT + UR^c)} \quad (13)$$

em que: U_e - umidade de equilíbrio higroscópico, decimal b.s.; T - temperatura do ar de secagem, °C; UR - umidade relativa do ar, decimal; a, b, c - constantes que dependem da natureza do produto. Para o *C. citratus* foram utilizados a = -1,0484; b = -0,0221 e c = -0,0628.

Realizou-se a análise de regressão não linear, para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais de secagem, pelo método Quasi-Newton, através do programa computacional STATISTICA 7.0®.

O grau de ajuste do modelo aos dados experimentais foi verificado em função da magnitude do coeficiente de determinação ajustado (R^2) e do erro médio estimado (SE) apresentado pela equação 14.

$$SE = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_0)^2}{GLR}} \quad (14)$$

em que: Y - valor observado experimentalmente; Y_0 - valor calculado pelo modelo; GLR - grau de liberdade do modelo representado pelo número de casos experimentais menos o número de parâmetros.

A dependência da difusividade efetiva (D) com a temperatura foi determinada pela Equação 15 que representa o modelo de Arrhenius.

$$D = a \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \quad 15$$

em que: D – difusividade efetiva, $m^2 s^{-1}$; a – constante da difusividade, $m^2 s^{-1}$; E_a – energia de ativação, $J mol^{-1}$; R – constante universal dos gases com o valor de $8,314 J mol^{-1} K^{-1}$; T – temperatura absoluta, K .

3. Resultados e discussão

Na Figura 1 podem ser observadas as curvas de secagem em camada delgada de folhas de capim-cidreira nas temperaturas de 30, 40, 50 e 60°C. Verifica-se a clara influência da temperatura do ar na cinética do processo de secagem. O tempo de secagem diminui à medida que aumenta a temperatura do ar. Para alcançar o teor de água em torno de 0,12 b.s., o tempo necessário foi de 5, 10, 11 e 12,33 h respectivamente para as temperaturas de 60, 50, 40 e 30°C. A tendência de redução de tempo para secagem em função do aumento da temperatura também foi verificada por Martinazzo et al. (2007) em estudos com *C. Citratus*. porém, com tempo superior para as temperaturas de 30 e 40°C. Este fato ocorre com o incremento da temperatura devido ao aumento da diferença de pressão do vapor de ar saturado com a água no interior do produto vegetal. Assim, a água migra do interior da folha para o ar de secagem em menor período de tempo quando comparado a demais temperaturas.

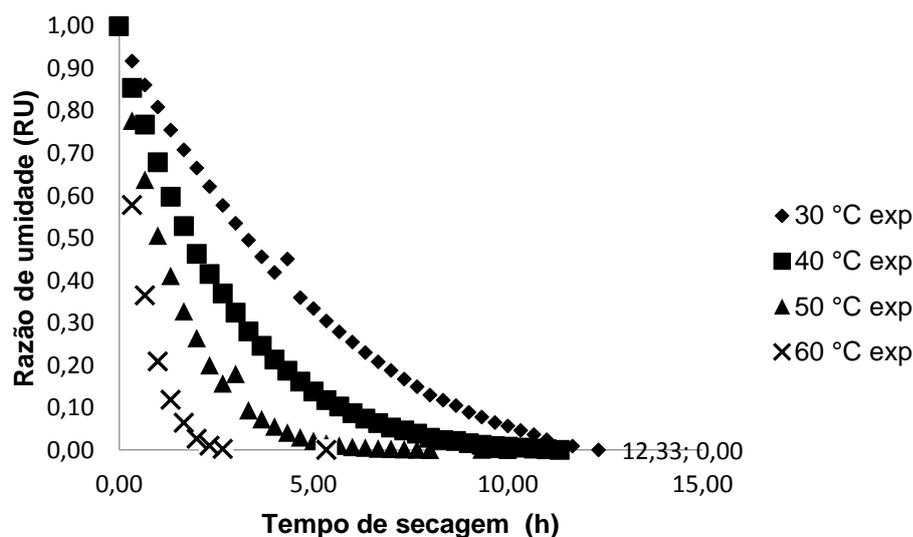


Figura 1: Variações da razão de umidade em função do tempo para diferentes temperaturas do ar de secagem.

Rocha et al. (2000) estudando a influência da temperatura de secagem sobre o rendimento e a composição química do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*, encontraram melhores resultados para o tempo de secagem e rendimento de óleo sob a temperatura de 60 °C e observaram grande variação quantitativa da composição química do óleo essencial em função das diferentes temperaturas testadas (30, 40, 50, 60 e 70 °C).

Observa-se na Tabela 2, o resumo do ajuste dos modelos através de regressão não linear aos dados experimentais de secagem de folhas de *C. citratus* em camada fina, utilizando-se as diferentes

temperaturas do ar de secagem. Analisando os valores obtidos referentes ao erro médio estimado (SE), o qual descreve o valor do desvio padrão da estimativa, nota-se que o modelo de Logaritmo apresentou valores entre 0,0191 a 0,0313 e Midilli os valores entre 0,0193 a 0,0313 nas diferentes condições experimentais. De acordo com Goneli et al. (2014), quanto menor for o valor do desvio padrão da estimativa (SE), melhor será a qualidade de ajuste do modelo em relação aos dados observados.

Verifica-se que quanto aos coeficientes de determinação (R^2), a equação apresentou valores elevados estando, acima de 97% para todas as temperaturas, com exceção do Wang e Singh e Aproximação da Difusão, o que, segundo Madamba et al. (1996) e Kashaninejad et al. (2007), demonstram representação satisfatória destes modelos para o fenômeno de secagem estudado. O modelo com os melhores resultados com base nos procedimentos estatísticos foi o de Midilli.

Tabela 2: Valores do coeficiente de determinação (R^2) e do erro médio estimado (SE), calculados para verificação do ajuste dos modelos matemáticos aos valores experimentais da secagem de folhas de *C. citratus*, obtidos nas temperaturas do ar de secagem de 30, 40, 50 e 60 °C.

Modelos matemáticos	R^2 (%)				SE (adimensional)			
	30°C	40°C	50°C	60°C	30°C	40°C	50°C	60°C
Newton	97,91	98,54	99,29	99,45	0,0419	0,0327	0,0214	0,0199
Page	98,97	98,57	99,30	99,46	0,0331	0,0327	0,0214	0,0197
Henderson e Pabis	98,08	98,54	99,30	99,45	0,0403	0,0327	0,0214	0,0199
Verna	98,13	98,54	99,30	99,45	0,0321	0,0327	0,0213	0,0199
Dois termos	98,13	98,54	99,30	99,45	0,0396	0,0327	0,0213	0,0199
Logaritmo	99,12	98,66	99,33	99,50	0,0271	0,0313	0,0229	0,0191
Wang e Singh	98,79	93,01	81,41	73,68	0,0318	0,0716	0,1103	0,1386
Aproximação da Difusão	97,91	98,65	99,33	56,07	0,0419	0,0314	0,0208	0,1790
Logistic - Meneghetti Mata	98,08	98,54	99,30	99,45	0,0402	0,0327	0,0214	0,0199
Midilli	99,12	98,66	99,32	99,48	0,0272	0,0313	0,0210	0,0193

Os valores dos parâmetros obtidos em cada modelo estão apresentados na Tabela 3 para as diferentes temperaturas do ar de secagem. Com base nestes valores realizou-se ajuste de equações para determinação dos valores dos parâmetros do modelo de Midilli em função da temperatura do ar de secagem. Houve incremento dos valores de k para os modelos de Newton, Dois Termos, Logaritmo, Aproximação da difusão e Midilli em função do aumento da temperatura. O incremento do coeficiente k com o aumento da temperatura indica que a viscosidade da água reduz, indicando que a água encontrada no interior das folhas consegue migrar com maior facilidade quando comparada a menores temperaturas de secagem.

Tabela 3. Parâmetros a, k, b e n obtidos dos modelos ajustados aos dados de secagem de folhas de *Cymbopogon citratus*, temperaturas do ar.

Modelo	T (°C)	a	k	b	n
Logaritmo	30	1,144175*	0,000048*	-0,151699*	
	40	1,008208*	0,000102*	-0,020296*	
	50	1,004665*	0,000185*	-0,006795*	
	60	1,009091*	0,000435*	-0,007383*	
Midilli	30	0,984899*	0,000033*	-0,000002*	1,051607*
	40	0,985037*	0,000088*	0,000003*	1,018087*
	50	1,001604*	0,000202*	0,000004*	0,992084*
	60	1,001354*	0,000400*	0,000007*	1,012372*

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Na Tabela 4 têm-se as equações para estimativa dos parâmetros do modelo, com os respectivos coeficientes de determinação (R^2). Já na Figura 2, verifica-se os dados experimentais e calculados de razão de umidade (RU) empregando-se a equação de Midilli com os parâmetros estimados através das equações e dos valores apresentados na Tabela 4. A Figura 2 permite verificar o ajuste deste modelo na descrição dos resultados experimentais.

Tabela 4: Parâmetros do modelo de Midilli para cálculo da razão de umidade (RU) de *Cymbopogon citratus* em função da temperatura do ar de secagem (30, 40, 50 e 60 °C).

Parâmetro	Equação	R^2 (%)
a	$a = -9,67 \cdot 10^{-7} t^2 + 7,46 \cdot 10^{-4} t + 9,62 \cdot 10^{-1}$	79,7
k	$k = 1,21 \cdot 10^{-5} t - 3,66 \cdot 10^{-4}$	93,5
n	$n = 1,35 \cdot 10^{-4} t^2 - 1,35 \cdot 10^{-2} t + 1,34$	95,9
b	$b = -4 \cdot 10^{-9} t^2 + 5 \cdot 10^{-7} t^{-1} \cdot 10^{-5}$	97,3

Em função do mecanismo de transporte da água no interior do produto se dar através de difusão de vapor, utilizou-se a equação baseada na Lei de Fick para realização dos cálculos, a partir dos dados experimentais da difusividade efetiva do produto (D). Na Tabela 5 são demonstrados os valores encontrados para cada condição de secagem.

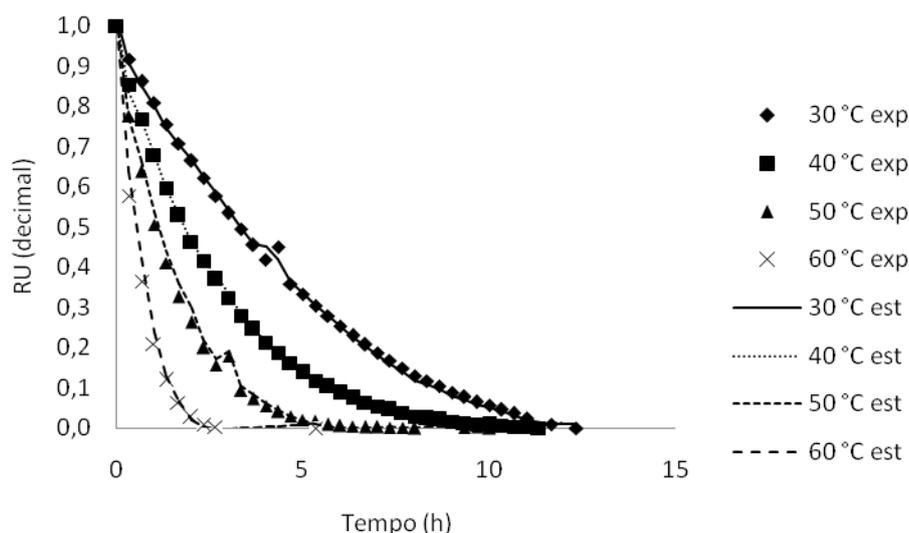


Figura 2: Valores experimentais e estimados de razão de umidade pela estimativa dos parâmetros da equação de Midilli.

Observa-se na Tabela 5 que os valores da difusividade apresentaram um aumento em relação à elevação da temperatura de secagem como também foi verificado por Martinazzo et al. (2007) em estudos com *C. citratus* e Prates de et al. (2012) que estudaram a secagem das folhas de *Solanum lycocarpum*. Os últimos autores citados encontraram valores para difusividades que variaram de $2,81 \cdot 10^{-11}$ a $8,85 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para as temperaturas de 40 a 60°C. A diferença dos valores pode estar relacionada às condições da secagem experimental entre os autores. Martinazzo et al. (2007) realizaram a cinética de secagem utilizando-se um secador de bandejas com temperaturas controladas (30, 40, 50 e 60 °C) e umidade relativa do ar monitorada, através de um psicrômetro.

Tabela 5: Valores da difusividade efetiva (D) obtidos para folhas de *C. citratus* em diferentes temperaturas do ar de secagem.

T (°C)	Difusividade (m^2/s^{-1})	R ² (%)
30	$2,20 \times 10^{-12}$ *	93,45
40	$3,79 \times 10^{-12}$ *	96,28
50	$6,60 \times 10^{-12}$ *	97,23
60	$1,56 \times 10^{-11}$ *	97,14

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A Figura 3 demonstra os valores de D representados na forma linearizada descritos em função do recíproco da temperatura absoluta (1/T). Como explicado por Prates et al. (2012) a inclinação da curva da representação de Arrhenius fornece a relação $E_a R^{-1}$, enquanto a sua interseção com o eixo das ordenadas indica o valor de a que é um fator pré-exponencial.

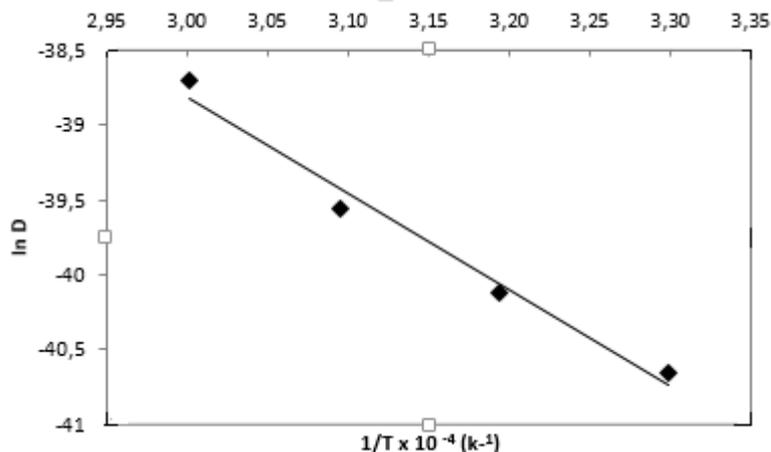


Figura 3: Representação de Arrhenius para a relação entre a difusividade efetiva e a temperatura absoluta na secagem de folhas de *C. citratus*

A energia de ativação (E_a) obtida foi de $53,76 \text{ kJ mol}^{-1}$, valor inferior ao encontrado por Martinazzo et al. (2010), de $63,47 \text{ kJ mol}^{-1}$. A energia de ativação pode ser definida, como a facilidade com que as moléculas de água superam a barreira de energia durante a migração no interior do produto. E assim infere-se que, nos processos de secagem, quanto menor a energia de ativação maior será a difusividade de água no produto (CORRÊA et al., 2006).

4. Conclusão

O modelo matemático de secagem em camada delgada de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais.

A dependência da difusividade em relação à temperatura foi descrita pela equação de Arrhenius, por meio da qual se obteve o valor da energia de ativação de $53,76 \text{ kJ mol}^{-1}$.

5. Bibliografia

- CAMPOS, N. V., AZEVEDO, A. A., SANT'ANNA, B. F. S. 2010. Acúmulo e efeitos fitotóxicos do flúor em folhas de boldo gambá e capim cidreira utilizadas para chás. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, 45, 646-653.
- CELESTINO, S. M. C. 2010. *Princípios de secagem de alimentos*, Planaltina, Embrapa Cerrados.
- CORRÊA, P. C., RESENDE, O., GONELI, A. L. D., BOTELHO, F. M., NOGUEIRA, B. L. 2006. Determinação do coeficiente de difusão líquida dos grãos de feijão. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 8, 117-126.
- CORRÊA, P. C., AFONSO J. P. C., MARTINS, P. M., MELO, E. C., RADUNZ, L. L. 2002. Modelo matemático para representação da higroscopicidade de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Armazenamento*, 27, 9-13.
- GOMES, E. C., RÜCKER, N. G. A., NEGRELLE, R. R. B. 2004. Estudo prospectivo da cadeia produtiva do capim-limão - Estado do Paraná. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 42, 709-731.
- GONELI, A. L. D., NASU, A.K., GANCEDO, R. L., ARAÚJO, W. D., SARATH, K. L. L. 2014. Cinética de secagem de folhas de erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 16, 434-443.

- GUIMARÃES, L. G. L., CARDOSO, M. G., ZACARONI, L. M., LIMA, R. K. 2008. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão ((D.C.) STAPF). *Revista Química Nova*, 31, 1476-1480.
- KASHANINEJAD, M., MORTAZAVI, A., SAFEKORDI, A., TABIL, L. G. 2007. Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. *Journal of Food Engineering*, 78, 98-108.
- MADAMBA, P. S., DRISCOLL, R. H., BUCKLE, K. A. 1996. Enthalpy– entropy compensation models for sorption and browning of garlic. *Journal of Food Engineering*, 28, 109–119.
- MARTINAZZO, A. P., CORRÊA, P. C., RESENDE, O., MELO, E. C. 2007. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 11, 301–306.
- MARTINAZZO, A. P., MELO, E. C., CORRÊA, P. C., SANTOS, R. H. S. 2010. Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 12, 488-498.
- MARTINAZZO, A. P., MELO, E. C., DEMUNER, A. J., BERBERT, P. A. 2013. Avaliação do óleo essencial folhas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf após o processo de secagem. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12, 115-122.
- PEREIRA, R. S., SUMITA, T. C., FURLAN, M. R., JORGE, A. O. C., UENO, M. 2004. Antibacterial activity of essential oils on microorganisms isolated from urinary tract infection. *Revista de Saúde Pública*, 38, 326-338.
- PRATES, M. F. O., REIS, R. C., DEVILLA, I. A., FARIA, R. Q., LIMA JUNIOR, A. F. 2012. Cinética de secagem de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (fruta-de-lobo). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 14, 514-521.
- RESENDE, O., CORRÊA, P. C., GONELI, A. L. D., MARTINAZZO, A. P., RIBEIRO, R. M. 2005. Contração volumétrica na difusão líquida durante o processo de secagem do arroz em casca. *Revista Brasileira de Armazenamento*, 30, 163-171.
- ROCHA, S. F. R., MING, L. C., MARQUES, M. O. M. 2000. Influência de cinco temperaturas de secagem no rendimento e composição de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 3, 73-78.
- SILVA, F., CASALI, V. W. D. 2000. *Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais*, Viçosa, Arte Livros.
- SILVA JUNIOR, A. A. 1994. *Plantas medicinais, caracterização e cultivo*, Florianópolis, EPAGRI.
- VILELA, C. A. A., ARTUR, P. O. 2008. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28, 387-394.