

Influência da espessura na cinética de secagem de fatias de beterraba
Influence of thickness on the drying kinetics of beet slices
Influencia del espesor en la cinética de secado de rodajas de remolacha

Recebido: 28/02/2020 | Revisado: 02/03/2019 | Aceito: 03/03/2020 | Publicado: 06/03/2020

Raphael Lucas Jacinto Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7232-2373>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raphaelqindustrial@gmail.com

Newton Carlos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9603-2503>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@gmail.com

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6493-3203>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: virginia.mirtes2015@gmail.com

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6286-5403>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: victor_herbert@hotmail.com

Eliélson Rafael Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-7395>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: elielsnrafael@gmail.com

Josilene de Assis Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1179-1576>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: josy_cavalcante@yahoo.com.br

Anna Paula Rocha de Queiroga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5505-061X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: annapaula_rocha@hotmail.com

Márcia Ramos Luíz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3999-3719>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: marciarluiz@yahoo.com.br

Aisla Rayanny Barbosa do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9192-6500>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: aisla_rayanny10@hotmail.com

Jaqueline Siqueira Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9980-1702>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: jaquelinenunes_16@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da espessura na cinética de secagem de fatias de beterraba e ajustar modelos matemáticos (empíricos e difusivos) aos dados experimentais. As beterrabas foram fatiadas em três diferentes espessuras (4; 6 e 8 mm) e a cinética de secagem foi realizada em estufa de circulação de ar com velocidade do ar de $1,5 \text{ m s}^{-1}$, na temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Os modelos matemáticos empíricos (Lewis, Page e Handerson e Pabis) e difusivos considerando a geometria de parede infinita e a condição de contorno do terceiro tipo foram ajustados aos dados experimentais. O modelo de Page apresentou como o de melhor ajuste quando comparado aos demais por apresentar valores superiores de R^2 ($R^2 > 0,99$) e valores inferiores da função qui-quadrado. A solução analítica da equação de difusão com geometria de parede infinita, apresentou aumento da difusividade e do coeficiente convectivo de transferência de calor com incremento da espessura das fatias e os baixos valores do número de *biot* indicam que a condição de contorno utilizada (terceiro tipo) descreveu de forma satisfatória o processo. No entanto, quando se teve aumento da espessura das fatias, menores foram as variações de umidade em seu interior no decorrer do tempo.

Palavras-chave: Difusividade; Número de Biot; Page; Solução analítica.

Abstract

The present work aims to evaluate the influence of thickness on the drying kinetics of beet slices and to adjust mathematical models (empirical and diffusive) to experimental data. The beets were cut in three different thicknesses (4, 6 and 8 mm) and the drying kinetics were

carried out in an air circulation oven with a speed of 1.5 m s^{-1} , at a temperature of $60 \text{ }^\circ\text{C}$. The empirical (Lewis, Page and Handerson and Pabis) and diffusive mathematical models considering the infinite wall geometry and the boundary condition of the third type were adjusted to the experimental data. The Page model presented as the best fit when compared to the others because it had higher values for R^2 ($R^2 > 0.99$) and lower values for the chi-square function. The analytical solution of the diffusion equation with infinite wall geometry, showed an increase in the diffusivity and convective coefficient of heat transfer with an increase in the thickness of the slices and the low values of the number of biot indicate that the boundary condition used (third type) described the process satisfactorily. However, when there was an increase in the thickness of the slices, the lesser the variations in humidity inside them over time.

Keywords: Diffusivity; Biot number; Page; Analytical solution.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del espesor en la cinética de secado de las rodajas de remolacha y ajustar los modelos matemáticos (empíricos y difusivos) a los datos experimentales. Las remolachas se cortaron en tres espesores diferentes (4, 6 y 8 mm) y la cinética de secado se llevó a cabo en un horno de circulación de aire con una velocidad de $1,5 \text{ m s}^{-1}$, a una temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Los modelos matemáticos empíricos (Lewis, Page y Handerson y Pabis) y difusivos considerando la geometría de la pared infinita y la condición de frontera del tercer tipo se ajustaron a los datos experimentales. El modelo de Page se presentó como el mejor ajuste en comparación con los demás porque presentaba valores más altos de R^2 ($R^2 > 0,99$) y valores más bajos de la función chi-cuadrado. La solución analítica de la ecuación de difusión con geometría de pared infinita mostró un aumento en la difusividad y el coeficiente convectivo de transferencia de calor con un aumento en el grosor de las rodajas y los valores bajos del número de biot indican que la condición límite utilizada (tercer tipo) describió el proceso satisfactoriamente. Sin embargo, cuando hubo un aumento en el grosor de las rodajas, menores fueron las variaciones de humedad dentro de ellas con el tiempo.

Palabras clave: Difusividad; Número de Biot; Página; Solución analítica.

1. Introdução

Uma das plantas mais frequentemente cultivadas utilizadas na indústria açucareira é a beterraba. A produção de açúcar a partir da beterraba é a segunda maior do mundo após sua produção a partir da cana-de-açúcar. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) informou que a produção mundial de beterraba superou 2772 milhões de toneladas em 2016 (FAOSTAT, 2019). A maior quantidade de beterraba é produzida na Europa, depois na Ásia e na América do Norte (Pathak et al., 2014; Borysiuk et al., 2019). Como subproduto da indústria de refino de açúcar, a polpa de beterraba é geralmente usada para formulação de rações, com pouco valor comercial. Enquanto isso, o processo muitas vezes gera um problema ambiental; portanto, várias tentativas foram utilizadas para fazer o melhor uso desses subprodutos (Chen, Fu & Luo, 2015; Huang, Li & Wang, 2017).

A secagem é uma das formas mais comuns e antigas de preservação de alimentos. O principal objetivo dessa técnica é a remoção de água nos sólidos até um determinado nível, no qual as reações químicas de deterioração e deterioração microbiana são bastante minimizadas. Outros objetivos importantes da desidratação de alimentos são a redução de peso e volume, destinada a diminuir os custos de transporte e armazenamento. A grande variedade de alimentos desidratados, atualmente disponíveis ao consumidor, e a interessante preocupação em atender às especificações de qualidade e conservação de energia, enfatizam a necessidade de um entendimento detalhado do processo de secagem (Krokida et al., 2003; Veja et al., 2007).

Recentemente, a secagem de vegetais é de particular interesse porque é adicionado a várias refeições prontas para comer, a fim de melhorar sua qualidade nutricional devido aos compostos de benefício à saúde presentes nos vegetais (vitaminas, fitoquímicos, fibras alimentares) (Kunzek & Vetter, 1999). Usualmente, os vegetais são secos convectivamente usando ar quente como meio para aquecer e remover a água evaporada nesse fenômeno complexo de transferência de calor e massa acoplada (López, De Ita & Vaca, 2009). O aspecto mais importante da tecnologia de secagem é a modelagem matemática dos processos e equipamentos de secagem. Seu objetivo é permitir que os engenheiros escolham a mais adequada condição de operação e dimensione o equipamento de secagem e a câmara de secagem de acordo com as condições de operação desejadas (Kaleta & Górnicki, 2010). As taxas de secagem devem ser relacionadas para um determinado produto e para uma determinada operação (processo e equipamento), podendo ser estabelecidas mediante estudos de transferência de calor e massa, além dos possíveis mecanismos de migração interna de umidade. Entretanto, as equações de transferência de calor e massa demandam considerável conhecimento de cálculo numérico, para sua solução analítica (Vilhalva et al., 2012).

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da espessura na cinética de secagem de fatias de beterraba e ajustar modelos matemáticos (empíricos e difusivos) aos dados experimentais.

2. Metodologia

A cinética de secagem foi realizada em estufa de circulação de ar com velocidade do ar de $1,5 \text{ m.s}^{-1}$, na temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$, nas quais as fatias de beterraba com diferentes espessuras (4; 6 e 8 mm) foram distribuídas uniformemente em bandejas. Os dados experimentais foram expressos em termos de razão de teor de água (X^*), dada pela relação entre as diferenças de teores de água no tempo, t , e teor de água de equilíbrio ($X(t) - X_{eq}$) e teores de água inicial e de equilíbrio ($X_i - X_{eq}$). Como descrito na Equação (1):

$$X^*(t) = \frac{X(t) - X_{eq}}{X_i - X_{eq}} \quad (1)$$

Sendo que: X^* = razão de teor de água (adimensional); X_{eq} = teor de água de equilíbrio (base seca); $X(t)$ = teor de água (base seca); X_i = teor de água inicial (base seca).

As três funções empíricas $f(t,a,b)$ apresentadas na Tabela 1, foram ajustadas aos conjuntos de dados experimentais, usando regressão não linear através do Software de Ajuste de Curvas LAB Fit (Silva e Silva, 2008). Os resultados, dos modelos empíricos, foram avaliados por meio dos indicadores estatísticos qui-quadrado, χ^2 (Equação 5) e coeficiente de determinação, R^2 .

Tabela 1 – Modelos empíricos ajustados aos dados experimentais da cinética de secagem das fatias de beterraba.

Modelos	Equação
Lewis	$X^* = e^{-at}$ (2)
Page	$X^* = e^{-at^b}$ (3)

$$X^* = ae^{-bt} \quad (4)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_{\text{exp},i}^* - X_{\text{pre},i}^*)^2}{N - n} \quad (5)$$

onde, χ^2 : é a função qui-quadrado; $X_{\text{exp},i}^*$: é a razão de umidade experimental; $X_{\text{pre},i}^*$: é a razão de umidade prevista pelo modelo; N: é o número de dados experimentais; e n: é o número de coeficientes e constantes do modelo.

Solução analítica da equação de difusão

O teor médio de umidade do sólido com geometria de parede infinita no momento t é dado por (Luivok, 1968), desconsiderando-se a contração volumétrica.

$$X^*(t) = \sum_{n=1}^{16} B_n \exp\left(-\mu_n^2 \frac{Def}{(L/2)^2} t\right) \quad (5)$$

Onde: $X^*(t)$ é a razão de umidade no instante t; L é a espessura; Def é a difusividade; t é o tempo.

Os parâmetros da Equação 6, foram obtidos através das Equações 6, 7 e 8:

$$B_n = \frac{2Bi^2}{\mu_n^2 (Bi^2 + Bi + \mu_n^2)} \quad (6)$$

$$Bi = \frac{h(L/2)}{Def} \quad (7)$$

onde: h é o coeficiente convectivo de transferência de calor; Bi é o número de Biot.

$$\cot \mu = \frac{\mu}{Bi} \quad (8)$$

onde, a Equação 8 é característica para a parede infinita. Para obtenção da solução analítica da equação de difusão a otimização do processo foi feita de acordo com as metodologias propostas por Silva et al. (2010).

3. Resultados

Na Tabela 2, pode-se observar os valores obtidos para os parâmetros das equações matemáticas de Lewis, Page e Handerson e Pabis ajustadas aos dados experimentais, assim como os valores dos parâmetros estatísticos, coeficiente de determinação (R^2) e função qui-quadrado (χ^2).

Observou-se que o parâmetro “ a ” das equações empíricas de Lewis e Page sofreu tendência de redução com aumento da espessura das fatias, no entanto, esse mesmo comportamento não foi observado para o modelo de Handerson e Pabis. O parâmetro “ b ” do modelo de Page apresentou tendência de aumento com o aumento da espessura das fatias. No modelo de Handerson e Pabis esse mesmo parâmetro apresentou comportamento inverso, ou seja, reduzindo com aumento da espessura das fatias. Segundo Moreira et al. (2018) o parâmetro “ b ” é uma constante de proporcionalidade entre a taxa de secagem e a razão de umidade

Tabela 2- Parâmetros obtidos pelo ajuste dos modelos aos dados experimentais da cinética de secagem das fatias de beterraba em diferentes espessuras na temperatura de 60 °C.

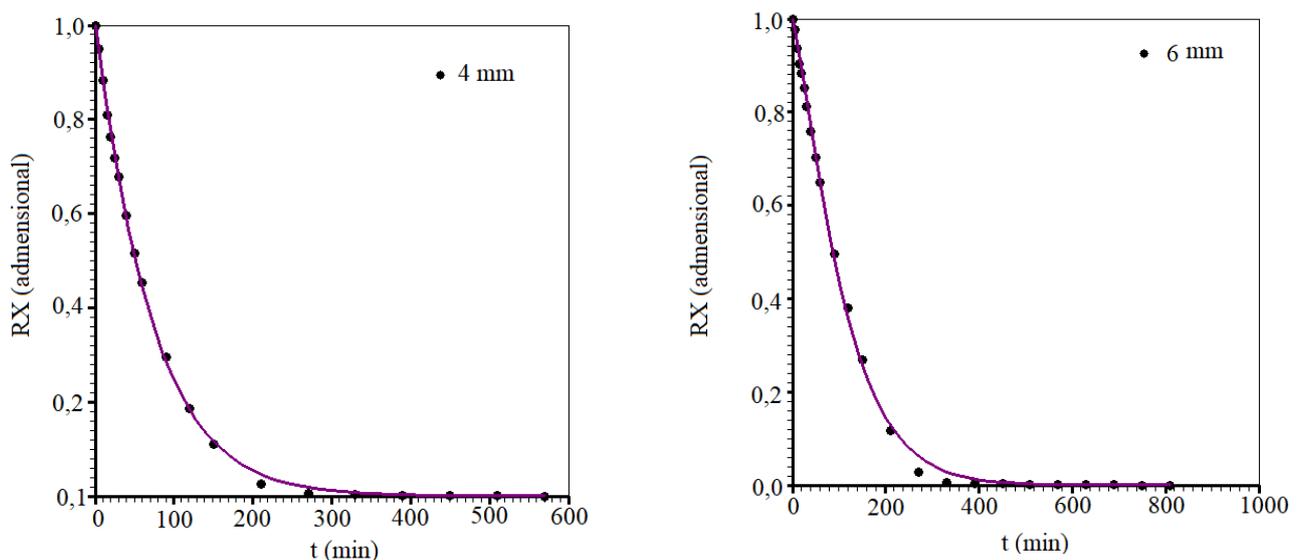
Modelo	Espessura (mm)	Parâmetros		R^2	χ^2
		a	b		
Lewis	4	$1,355 \times 10^{-2}$	-	0,9949	0,003010
	6	$0,826 \times 10^{-2}$	-	0,9962	0,025709
	8	$0,723 \times 10^{-2}$	-	0,9952	0,043990
Page	4	$1,076 \times 10^{-2}$	1,056	0,9994	0,001525
	6	$0,301 \times 10^{-2}$	1,219	0,9991	0,001704
	8	$0,169 \times 10^{-2}$	1,307	0,9995	0,002353
Handerson e Pabis	4	1,012	$1,383 \times 10^{-2}$	0,9991	0,002485
	6	1,042	$0,882 \times 10^{-2}$	0,9959	0,017690

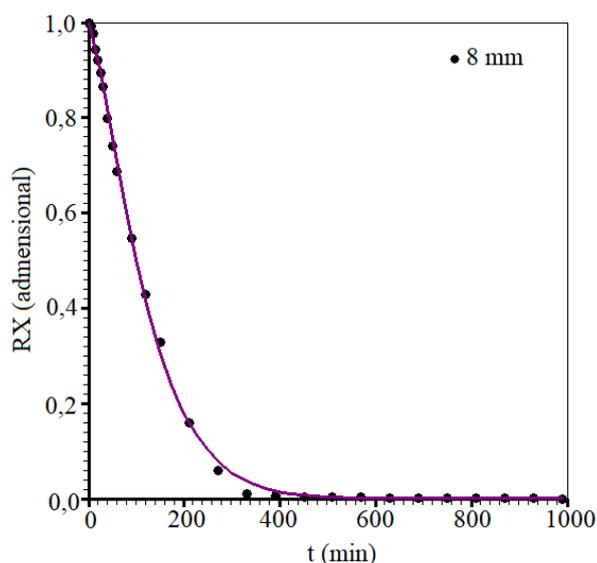
Observa-se na Tabela 2, que os três modelos matemático empíricos apresentaram coeficiente de determinação (R^2) maior que 0,99 para as três espessuras. Mas, a avaliação de apenas um único parâmetro estatístico não constitui um bom critério de seleção de modelos não-lineares. Sendo portanto, necessário a análise de outros parâmetros como a função qui-quadrado, que apresentou baixos valores para os três modelos ajustados, no entanto, para as três espessuras o modelo de Page foi o que apresentou os menores valores observado variando de 0,001525 a 0,002353 sendo considerado como o modelo de melhor ajuste. Pois, além de apresentar $R^2 > 0,99$ e baixos valores da função qui-quadrado também apresenta simplicidade em sua equação.

Moreira et al. (2018) ao realizarem a cinética de secagem de fatias de kiwi em diferentes espessuras (5; 10 e 15 mm) nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, também determinaram que o modelo matemático de Page foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais.

Como o modelo de Page foi considerado o de melhor ajuste na Figura 1, têm-se os gráficos para cada espessura das fatias de beterraba, observado que maiores tempos de processo (990 min) foram necessários para as fatias de maiores espessuras (8 mm) e consequentemente, menores tempos (570 min) para as fatias de menores espessuras (4 mm).

Figura 1 – Ajuste do modelo matemático de Page aos dados experimentais da cinética de secagem das fatias de beterraba em diferentes espessuras na temperatura de 60 °C





Percebe-se por meio da Figura 1 que as maiores inclinações das curvas durante os instantes iniciais do processo de secagem, indicam maiores gradientes de temperatura entre o ar de secagem e o produto. Portanto, segundo Santos et al. (2020) pode-se observar que as maiores perdas de umidade são verificadas nos instantes iniciais do processo, que tende a decrescer até que o produto apresente umidade de equilíbrio.

Na Tabela 3, pode-se observar os valores obtidos pela solução analítica da equação de difusão com geometria de parede infinita e condição de contorno do terceiro tipo para a cinética de secagem de fatias de beterraba em diferentes espessuras na temperatura de 60 °C.

Tabela 3 – Parâmetros obtidos pela solução analítica da equação de difusão.

Espessura (mm)	Def x 10 ⁻⁵ (m ² min ⁻¹)	h x 10 ⁻⁵ (m min ⁻¹)	Bi x 10 ⁻³	R ²	χ ²
4	3,31	2,74	1,75	0,9991	0,002450
6	5,48	2,89	1,50	0,9965	0,015746
8	8,51	3,19	1,50	0,9974	0,022927

Fonte: Própria (2020).

Observou-se um aumento nos valores da difusividade quando se teve aumento da espessura das fatias, variando de 3,31 a 8,51 x 10⁻⁵ m² min⁻¹. Valores próximos ao do presente

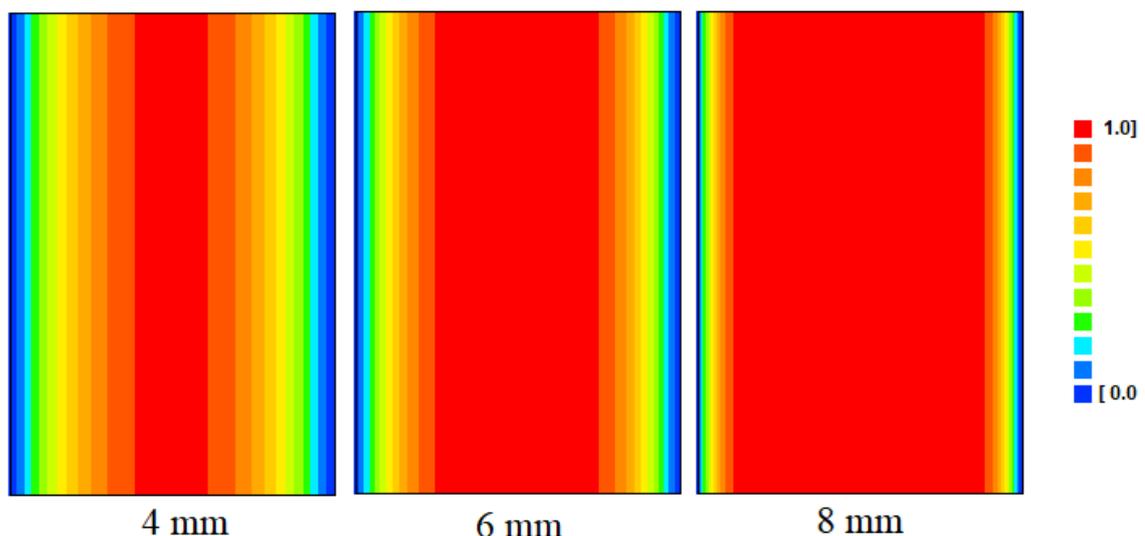
estudo foram obtidos por Santos et al. (2019a) que obtiveram valores de difusividade variando de $3,28$ a $5,53 \times 10^{-11}$ ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) para secagem de fatias de acuri com espessura de aproximadamente $4,07$ mm nas temperaturas de 60 , 70 , 80 e 90 °C. Segundo Sousa et al. (2017) existe uma tendência de aumento da difusividade efetiva com o incremento da espessura, influenciando diretamente na remoção de água do produto.

Com relação ao coeficiente convectivo de transferência de calor (h) também verificou-se aumento nos seus valores quando se teve aumento da espessura das fatias, variando de $2,74$ a $3,19 \times 10^{-5}$ (m min^{-1}). Santos et al. (2019b) ao realizarem a cinética de secagem de fatias de pêssego nas temperaturas de 50 , 60 e 70 °C obtiveram valores variando $1,51$ a $1,79 \times 10^{-6}$ (m min^{-1}).

Baixos valores foram obtidos para o número de *Biot*, não apresentando relação direta com aumento da espessura. Baixos valores do número de *Biot* também foram observados por Moreira et al. (2018) que variam de $1,25$ a $1,75 \times 10^{-3}$ para secagem de fatias de kiwi em diferentes espessuras (5 ; 10 e 15 mm). Segundo Silva et al. (2012), para um número tão baixo de *Biot*, a série infinita que representa a solução da equação de difusão pode ser representada apenas por seu primeiro termo, com erro insignificante de truncamento.

Na Figura 2, pode-se observar a distribuição de umidade no interior das fatias de beterraba nas suas diferentes espessuras (4 ; 6 e 8 mm) na temperatura de 60 °C e no tempo de 200 minutos.

Figura 2 – Distribuição de umidade no interior das fatias de beterraba na temperatura de 60 °C em suas diferentes espessuras no tempo de 200 min.



Verifica-se por meio da Figura 2, os gradientes de umidade existentes no interior das fatias de beterraba durante o processo de secagem, em que a perda de umidade do produto ocorre principalmente da parte externa à parte interna do produto. E que para o mesmo intervalo de tempo analisado (200 min) quando se teve aumento da espessura das fatias menores eram as variações dos gradientes de umidade em seu interior.

4. Considerações finais

Todos os modelos matemáticos analisados apresentaram ajuste satisfatório aos dados experimentais obtidos, porém o modelo de Page apresentou ajuste superior quando comparado aos demais por apresentar valores superiores de R^2 e valores inferiores da função qui-quadrado. A solução analítica da equação de difusão com geometria de parede infinita apresentou aumento da difusividade e do coeficiente convectivo de transferência de calor, com incremento da espessura das fatias e os baixos valores do número de *biot* indicam que a condição de contorno utilizada (terceiro tipo) descreveu de forma satisfatória o processo. No entanto, quando se teve aumento da espessura das fatias, menores eram as variações de umidade em seu interior no decorrer do tempo.

Como sugestões de trabalhos futuros, pode-se realizar novas cinéticas de secagem das fatias de beterrabas em diferentes temperaturas, assim como avaliar a influência da secagem no perfil instrumental de textura das fatias.

Referências

Borysiuk, P., Jencyk-Tolloczko, I., Auriga, R., & Kordzikowski, M. (2019). Sugar beet pulp as raw material for particleboard production. *Industrial Crops and Products*, 141, 111829.

Chen, H., Fu, X., & Luo, Z. (2015). Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical water. *Food Chemistry*, 168, 302-310.

Food and Agriculture Organization, 2019. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

Huang, X., Li, D., & Wang, L. J. (2017). Characterization of pectin extracted from sugar beet pulp under different drying conditions. *Journal of Food Engineering*, 211, 1-6.

Krokida, M. K., Karathanos, V. T., Maroulis, Z. B., & Marinos-Kouris, D. (2003). Drying kinetics of some vegetables. *Journal of Food engineering*, 59(4), 391-403.

Kunzek, H., & Vetter, S. (2001). Functional properties of food components and the development of innovative products. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 97(1), 12-22.]

López, R., De Ita, A., & Vaca, M. (2009). Drying of prickly pear cactus cladodes (*Opuntia ficus indica*) in a forced convection tunnel. *Energy Conversion and Management*, 50(9), 2119-2126.

Luikov, A.V. (1968). *Analytical Heat Diffusion Theory*. Academic Press, Inc., Ltd., London.

Moreira, I. D. S., da Silva, W. P., de Castro, D. S., de Melo Silva, L. M., & Gomes, J. P. (2018). Production of kiwi snack slice with different thickness: Drying kinetics, sensory and physicochemical analysis. *Australian Journal of Crop Science*, 12(5), 778.

Pathak, A. D., Kapur, R., Solomon, S., Kumar, R., Srivastava, S., Singh, P.R., 2014. Sugar beet: a historical perspective in indian context. *Sugar Tech* 16, 125–132. <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0304-7>.

Santos, D. C., Leite, D. D. F., Lisbôa, J. F., Ferreira, J. P. L., Santos, F. S., Lima, T. L. B., Figueiredo, R. M. F., & Costa, T. N. (2019a). Modelling and thermodynamic properties of the drying of acuri slices. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2018031.

Santos, N. C., Barros, S. L., Monteiro, S. S., Silva, S. N., Ribeiro, V. H. A., Silva, V. M. A., & Araújo, R. D. F. (2019b). Kinetics of Drying and Physical-Chemical Quality of Peach cv. Hubimel. *Journal of Agricultural Science*, 11(16), 223-232.

Silva, W. P., Precker, J. W., e Silva, C. M., & Gomes, J. P. (2010). Determination of effective diffusivity and convective mass transfer coefficient for cylindrical solids via analytical

solution and inverse method: Application to the drying of rough rice. *Journal of food Engineering*, 98(3), 302-308.

Silva, W. P., Farias, V. S. O., Neves, G. A., Lima, A. G. B. (2012). Modeling of water transport in roof tiles by removal of moisture at isothermal conditions. *Heat Mass Transf.* 48, 809-821.

Santos, N., Barros, S., Almeida, R., Monteiro, S., Nascimento, A., Silva, V., Gomes, J., Luiz, M., & Vieira, D. (2020). Avaliação da Degradação dos Compostos Bioativos do Fruto *Physalis (P. peruviana)* Durante o Processo de Secagem. *Research, Society and Development*, 9(1), e102911678.

Sousa, E. P. D., de Figueirêdo, R. M., Gomes, J. P., Queiroz, A. J. D. M., Castro, D. S. D., & Lemos, D. M. (2017). Mathematical modeling of pequi pulp drying and effective diffusivity determination. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(7), 493-498.

Vega, A., Fito, P., Andrés, A., & Lemus, R. (2007). Mathematical modeling of hot-air drying kinetics of red bell pepper (var. Lamuyo). *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1460-1466.

Vilhalva, D. A. A., Soares Júnior, M. S., Caliari, M., & Silva, F. A. D. (2012). Secagem convencional de casca de mandioca proveniente de resíduos de indústria de amido. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(3), 331-339.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida – 10%

Newton Carlos Santos – 10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – 10%

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro – 10%

Eliélson Rafael Barros – 10%

Josilene de Assis Cavalcanti – 10%

Anna Paula Rocha de Queiroga – 10%

Márcia Ramos Luíz – 10%

Aisla Rayanny Barbosa do Nascimento – 10%

Jaqueline Siqueira Nunes – 10%