

## **AJUSTE DE MODELOS MATEMÁTICOS A CURVA DE SECAGEM DA BANANA cv. TERRA COM USO DE ENERGIA SOLAR TÉRMICA SOB EXPOSIÇÃO DIRETA**

Bruno Emanuel Souza Coelho<sup>1</sup>, Cícero Henrique de Sá<sup>1</sup>, Laurenielle Ferreira Moraes da Silva<sup>1</sup>, Karla dos Santos Melo de Sousa<sup>2</sup>, Neiton Silva Machado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando(a) em Engenharia Agrônômica - Universidade Federal do Vale do São Francisco, *Campus Ciências Agrárias*.

<sup>2</sup>Professor(a) Adjunta - Universidade Federal do Vale do São Francisco, *Campus Ciências Agrárias*.

**RESUMO:** A banana é um fruto climatérico que apresenta alta taxa respiratória e alta produção de etileno após a colheita, o que a torna altamente perecível e com vida de prateleira muito curta. A secagem, que é uma operação térmica que visa a remoção do teor de água do produto, inibindo as ações microbianas e bioquímicas. Para tanto, este trabalho teve como objetivo desenvolver dois protótipos de secadores solar de baixo custo e de exposição direta, estudar a eficiência energética para a desidratação de banana cultivar Terra e ajustar diferentes modelos matemáticos aos valores experimentais em função da razão de umidade. Ambas as versões atestaram eficiência térmica, uma vez que na versão 2.1 constatou-se um incremento de 20,59 °C, e na versão 2.2, um incremento de 18,33°C, e, relação a temperatura do ambiente. O tempo total de secagem solar da banana cv. Terra foi de dezoito horas para ambas versões desenvolvidas. O modelo matemático de Dois Termos foi que melhor se ajustou para a predição do processo de secagem solar com uso de energia solar térmica para a banana cv. Terra.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., perdas pós-colheita, agricultura familiar, armazenamento.

## **ADJUSTMENT OF MATHEMATICAL MODELS TO THE BANANA DRYING CURVE cv. EARTH WITH USE OF THERMAL SOLAR ENERGY UNDER DIRECT EXPOSURE**

**ABSTRACT:** Banana is a climacteric fruit that has a high respiratory rate and high production of ethylene after harvesting, which makes it highly perishable and with very short shelf life. Drying, which is a thermal operation aimed at removing the water content of the product, inhibiting microbial and biochemical actions. The objective of this work was to develop two prototypes of low cost and direct exposure solar dryers, to study energy efficiency for banana dehydration and to adjust different mathematical models to the experimental values as a function of the moisture ratio. Both versions proved thermal efficiency, since in version 2.1 an increase of 20.59 °C was observed, and in version 2.2, an increase of 18.33 °C, and in relation to the ambient temperature. The total solar drying time of banana cv. Earth was eighteen hours for both developed versions. The mathematical model of Two Terms was best adjusted for the prediction of the solar drying process using solar thermal energy for banana cv. Earth.

**Keywords:** *Musa* spp., Post-harvest losses, family farming, storage.

### **INTRODUÇÃO**

A banana é cultivada em mais de 125 países, e destaca-se na primeira posição do ranking mundial das frutas, com uma produção de 106,5 milhões de toneladas. Em alguns destes países está atividade é uma das principais fontes de arrecadação e geração de emprego e renda. O continente asiático lidera a produção dessa fruta, com 58% do volume produzido, o americano vem em segundo lugar, com 26%, e o africano, em terceiro lugar, com 14%, e o Brasil produz sete milhões de toneladas, com participação de 6,9% nesse total (VIEIRA, 2015).

Embora exista um número expressivo de variedades de banana no Brasil, quando se consideram aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a pragas e

doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio, são poucas as cultivares com potencial agrônômico e de interesse comercial. As cultivares mais difundidas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Ángola, Nanica, Nanicão e Grande Naine (ALVES, 1999).

A banana madura, em geral, apresenta em sua composição química grande parte de água, açúcares, amido, elevado teor fósforo, teores significativos de cálcio, ferro, cobre, zinco, iodo, manganês e cobalto, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina e vitamina C (LIMA et al., 2000), sendo aproveitada para consumo *in natura* e industrial, principalmente para a produção de farinha de banana verde e madura, cremes, flocos, purê, banana passa e doces em geral.

Segundo Fioreze (2004), as qualidades alimentícias e comerciais da banana são

influenciadas pelas condições de amadurecimento e armazenamento. Isso porque a banana é um fruto climatérico que apresenta alta taxa respiratória e alta produção de etileno após a colheita, o que a torna altamente perecível. Devido ao rápido amadurecimento da banana, a sua vida de prateleira é muito curta, caracterizado pelas manchas escuras que aparecem na casca da fruta.

A secagem é uma operação térmica que visa a remoção do teor de água do produto, e como consequência, acarreta em reduzir a proliferação de microrganismos, reações químicas e deterioração do alimento (TIWARI, 2016). E a banana madura seca pode ser armazenada, satisfatoriamente, por alguns anos sem adição de conservantes, presume-se ser devido ao elevado teor de açúcares, que excede 50% (LIMA et al., 2000).

A secagem utilizando a energia solar demonstra uma alternativa de grande interesse pelas suas qualidades e características de ser limpa, gratuita e de enorme potencial, amplamente disponível em todo o Brasil e principalmente no Nordeste (FERREIRA, et al., 2008).

Segundo Almeida et al. (2016), o secador solar de exposição direta é composto por uma só peça que desempenha simultaneamente a função de coletor solar e de câmara de secagem onde a radiação solar incide diretamente sobre o produto colocado no secador. O ar é aquecido por efeito de estufa, a circulação do ar é feita por convecção natural ou forçada, a secagem é rápida e os custos de construção e manutenção são baixos, e os produtos são protegidos de poeiras e insetos.

No estudo de sistemas de secagem, desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos, dimensionamento, otimização e determinação da viabilidade da aplicação comercial, são de fundamental importância a simulação e a obtenção de informações teóricas a respeito do comportamento de cada produto durante a remoção de água, utilizam-se modelos matemáticos que representam satisfatoriamente (MENEGETTI et al. 2012).

Este trabalho teve como objetivo desenvolver dois protótipos de secadores solar de baixo custo, estudar a eficiência energética para a desidratação de banana cultivar 'Terra' e ajustar diferentes modelos matemáticos aos valores experimentais em função da razão de umidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a secagem, foi desenvolvido um protótipo de exposição direta (Figura 1), denominado de secador solar verão 2.0, derivado da versão 1.0, sem convecção forçada de ar. Para a construção foi utilizado um tambor metálico com capacidade para 200 L, pintado de preto, e cortado ao meio obtendo-se 02 secadores. Após o corte, foi afixada uma cantoneira retangular metálica 5/16 polegadas, para apoiar um vidro de 4 mm de espessura, com comprimento de 80,5 cm e largura de 69,5 cm. Em uma das laterais foi afixado uma ventoinha de corrente alternada alimentada por energia elétrica.

**Figura 1.** Versão 1.0 do secador solar de baixo custo



Na outra lateral foi adaptada uma porta, para permitir a entrada matéria prima, e saída do produto final, e por fim, para permitir a saída de ar frio, nesta porta foi confeccionado um orifício, em um secador

com dimensão de 24 mm de diâmetro (Figura 2A), denominado de versão 2.1, e no outro secador foi dimensionado com 57 mm respectivamente (Figura 2B), denominado de versão 2.2.

**Figura 2.** Versão 2.1 do secador solar de baixo custo com orifício de 24 mm para saída de ar frio (A) versão 2.1 do secador solar de baixo custo com orifício de 57 mm para saída de ar frio (B).



Para evitar a passagem de insetos, os orifícios foram cobertos com telas mosquiteiras de polietileno com 1,0 mm de abertura, contra a entrada de insetos, pragas e vetores. E por fim, com uso de cantoneiras retangular metálica 5/16 polegadas e uma tela, foram construídas duas bandejas para entrada de matéria-prima e saída do produto final.

#### **Secagem solar**

Neste trabalho, foram utilizadas bananas cv. Terra, oriundas da fruticultura irrigada orgânica do município de Petrolina-PE. Os frutos foram selecionados de acordo com o grau de maturação, maduro, ausência de injúrias e com boa firmeza, sendo levados sob refrigeração em cooler de plástico para o Laboratório de Agroindústria da Univasf, onde em seguida foram lavados e sanitizados com solução aquosa contendo 50 ppm de cloro ativo, e lavados novamente para retirar o excesso de cloro.

Os frutos foram descascados, e cortados em forma de rodela. A secagem ocorreu entre os dias 02 e 04/09/2018, estação inverno, nesse período a precipitação pluviométrica foi de 0,0 mm e a umidade relativa do ar média 46,9%. A secagem teve início às 10:00 e finalizou às 14:30 h, sendo exposta a radiação solar entre as 08:00 as 17:00, e armazenadas a noite em dessecadores com sílica gel para não haver ganho de umidade, e expostas à radiação solar no dia seguinte até o termino do processo, ou seja, quando houve equilíbrio de umidade.

#### **Avaliação da eficiência da secagem solar**

Para o acompanhamento da temperatura interna dos secadores utilizou-se um termômetro infravermelho com precisão de 0,01 °C. Além disso,

a temperatura do ambiente e a radiação solar foram obtidas a partir de dados fornecidos pelo Laboratório de Meteorologia da Univasf (LabMet), referentes à Estação Automática do *campus* Ciências Agrárias (9°19'28"S e 40°33'34"W).

Para construção da cinética de secagem, a matéria-prima foi avaliada quanto ao teor de umidade por secagem direta em estufa com circulação de ar forçado a 105°C, até atingir peso constante (IAL, 2008). E para avaliação da taxa de secagem, a massa das amostras foi aferida em intervalos regulares durante a secagem, utilizando uma balança semianalítica digital com precisão de 0,01 g. Os dados foram utilizados para avaliar a perda de água em função do tempo de secagem, sendo expressos na forma de razão de umidade (Eq. 1)

$$RU = \frac{U - U_e}{U_0 - U_e}$$

Eq. (1)

Em que: U – teor de água do produto (%b.s.);  $U_i$  – teor de água inicial do produto (%b.s.);  $U_e$  – teor de água de equilíbrio do produto (%b.s.).

E para estudar a cinética de secagem e a significância estatística, foram utilizados os modelos matemáticos semi-teóricos: Aproximação da difusão, Dois termos, Henderson e Pabis, Logarítmico e Midilli (Tabela 1), os quais foram ajustados à curva experimental de secagem, utilizando-se o programa computacional SigmaPlot versão 11.0.

**Tabela 1.** Modelos matemáticos semi-teóricos utilizados para predizer o processo de secagem.

Modelo Matemático	Equação	Referência
Aproximação da difusão	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k \cdot b \cdot t)$	Santos et al. (2013)
Dois termos	$RU = a \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	Santos et al. (2013)
Handerson & Pabis	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	Radünz et al. (2011)
Logaritmo	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	Santos et al. (2014)
Midilli	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	Santos et al. (2014)

Em que: RU, razão de umidade, adimensional; t, tempo de secagem, min; k, constantes de secagem específicas para o modelo, min<sup>-1</sup>; a, b, c, n, coeficientes do modelo.

Para avaliar o modelo que se ajusta melhor aos dados experimentais foram utilizados, como parâmetros o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e o desvio quadrático médio (Eq. 2):

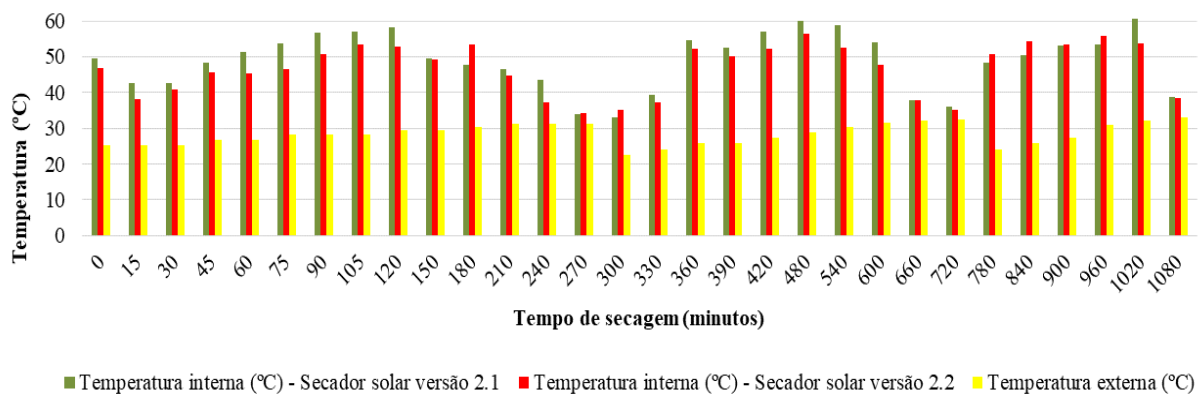
$$DQM = \sqrt{\frac{\sum (RU_{pred} - RU_{exp})^2}{n}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que: DQM - desvio quadrático médio; RU<sub>pred</sub> - razão de umidade predito pelo modelo; RU<sub>exp</sub> - razão de umidade experimental; n - número de observações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Figura 3, é possível notar que durante o decorrer da secagem o secador solar a versão 2.1 atingiu uma temperatura interna média de 49°C, com valores máximos e mínimos de 60,7 e 33,1 °C, respectivamente. Já versão 2.2, apresentou temperatura interna média de 46,7 °C, com valores máximo e mínimo de 56,4 °C e 34,3°C respectivamente. Já a temperatura média do ar foi de 28,4°C, com máxima de 33°C e mínima de 22,7 °C no decorrer da secagem.

**Figura 3.** Variação da temperatura do ar no interior e exterior do secador solar durante a secagem.

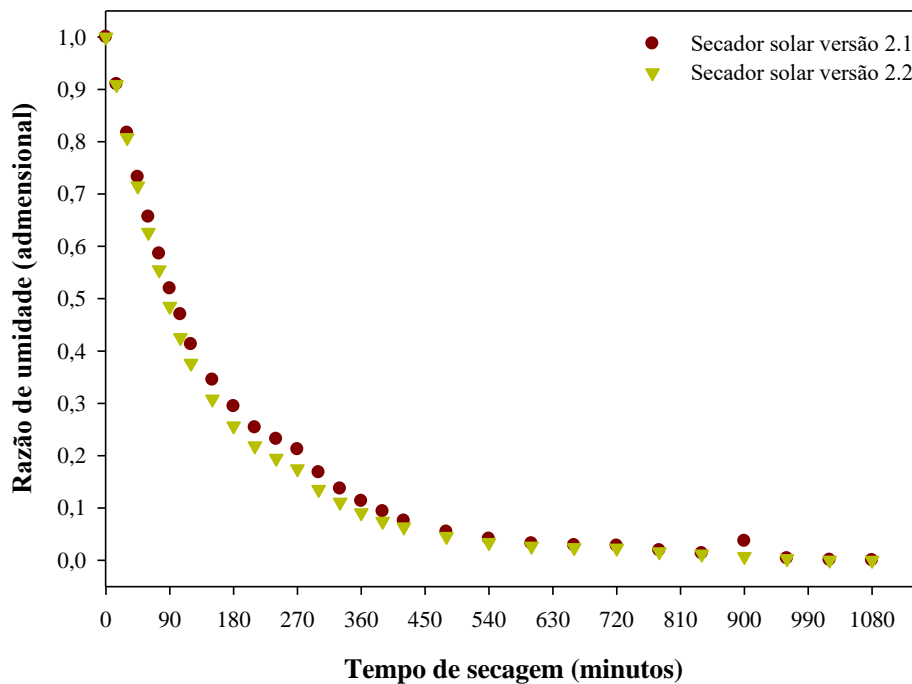


Silva et al. (2018), ao avaliarem os parâmetros sensoriais do tomate Sweet Grape desidratado em secador solar híbrido observaram um incremento de 10,4 °C da temperatura interna do secador em relação a do ar do ambiente. Sendo assim, o protótipo desenvolvido neste trabalho, registrou maior eficiência, uma vez que na versão 2.1 constatou-se um incremento de 20,6 °C, e na versão 2.2, um incremento de 18,3°C.

Na Figura 4 tem-se a curva de secagem da

banana cv. Terra, em função da razão de umidade e o tempo de secagem. Nota-se que o tempo de secagem foi igual nos dois protótipos, com tempo total de 18 horas. Leite e al. (2015) relataram um tempo superior (22 horas) para a secagem de fatias de banana variedade Terra, utilizando secador descontínuo de bandejas, em escala de bancada, com temperaturas do ar de secagem de 40, 50 e 60 °C e velocidade do ar de 1 m.s<sup>-1</sup>.

**Figura 4.** Cinética de secagem da banana cv. Terra com uso de energia solar térmica



Todos os modelos matemáticos ajustados (Tabela 3) apresentaram ajustes com elevados coeficientes de determinação ( $R^2$ ), todos superiores a 0,99, e baixo desvio padrão da estimativa (todos inferiores a 0,020). Segundo Goneli et al. (2009), tais resultados indicam uma representação satisfatória do processo de secagem.

Observa-se que dentre os modelos testados o melhor ajuste para as duas versões desenvolvidas foi o modelo de Dois termos, em razão de ter apresentado o maior coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,9986$  e  $0,9989$ ), o menor desvio quadrático médio (DQM = 0,0121 e 0,106), para a versão 2.1 e versão 2.2, respectivamente.

**Tabela 2.** Parâmetros dos modelos, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM) dos dados de secagem solar da banana cv. Terra

Modelo	Protótipo	Parâmetros							R <sup>2</sup>	DQM
		a	b	k	k <sub>0</sub>	k <sub>1</sub>	c	n		
Aproximação da difusão	Versão 2.1	0,5184	0,4031	0,0106	-	-	-	-	0,9984	0,0124
	Versão 2.2	0,7043	0,3909	0,0100	-	-	-	-	0,9986	0,0116
Dois termos	Versão 2.1	0,5499	0,4648	-	0,0045	0,0119	-	-	0,9986	0,0121
	Versão 2.2	0,3812	0,6398	-	0,0043	0,0112	-	-	0,9989	0,0106
Henderson e Pabis	Versão 2.1	0,9779	-	0,0065	-	-	-	-	0,9956	0,0203
	Versão 2.2	0,9885	-	0,0073	-	-	-	-	0,9959	0,0195
Logaritmo	Versão 2.1	0,9690	-	0,0069	-	-	0,0196	-	0,9970	0,0172
	Versão 2.2	0,9805	-	0,0078	-	-	0,0183	-	0,9973	0,0162
Midilli	Versão 2.1	1,0196	7,604.10 <sup>-6</sup>	0,0118	-	-	-	0,8924	0,9980	0,0143
	Versão 2.2	1,0248	8,163.10 <sup>-6</sup>	0,0124	-	-	-	0,9025	0,9979	0,0145

Em que: t, tempo de secagem, min; k, k<sub>0</sub>, k<sub>1</sub>, constantes de secagem específicas para o modelo, min<sup>-1</sup>; a, b, c, n, coeficientes do modelo.

O parâmetro “a” dos modelos de Aproximação da Difusão, Henderson e Pabis, Logarítmico e Midilli, foram maiores para o processo de secagem utilizando a versão 2.2, exceto o modelo de Dois termos, que foi maior para o protótipo que atingiu maior incremento médio de temperatura (versão 2.1). Lema et al. (2007) que desidrataram salsa nas temperaturas de 35, 45, 55 e 65 °C e velocidade do ar de secagem de 1,0 m s<sup>-1</sup>. Verificaram maiores valores com aumento da temperatura neste parâmetro para os modelos de Aproximação da Difusão e Logarítmico.

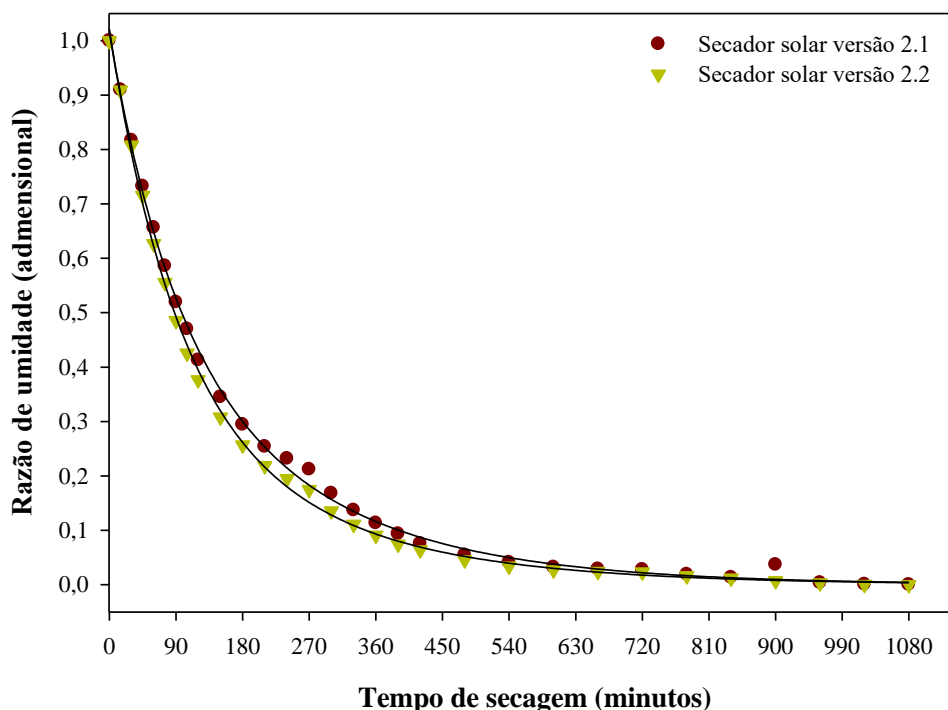
Em relação ao parâmetro b, os modelos de Midilli e Aproximação da Difusão nota-se que houve maiores valores na secagem utilizando a versão 2.1 do protótipo, e o inverso aconteceu com o modelo de Dois Termos. Sousa et al. (2011) verificaram que o valor de “b” aumentou com a elevação da temperatura do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), entre as temperaturas de 30 a 70 °C verificando aumento no parâmetro b com a elevação da temperatura de secagem.

De acordo com Corrêa et al. (2010), o parâmetro “k” dos modelos matemáticos tende a

aumentar com o aumento da temperatura de secagem, em função de maiores taxas de secagem, e teor de umidade de equilíbrio em menor tempo de submissão do produto ao ar de secagem. No presente trabalho, este parâmetro dos modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Midilli foi maior quando comparado a versão 2.2 a versão 2.1 do secador solar. No entanto, verifica-se que no modelo de Aproximação da difusão e Dois Termos, houve diminuição de “k” entre os protótipos, entretanto o tempo de secagem foi o mesmo para as duas versões, ou seja, atingiram umidade de equilíbrio aos 1080 minutos.

Segundo Reis et al. (2015), é possível constatar um aumento do parâmetro “n” dos modelos matemáticos utilizados em função do aumento da temperatura na secagem da pimenta bico em diferentes temperaturas (40, 50 e 60°C) e velocidade do ar de secagem (1,0; 1,5 e 2,0 m/s). No presente trabalho, o modelo de Midilli, apresentou variações muito próximas deste parâmetro, sendo justificado pelo incremento médio das temperaturas serem relativamente próximas para as duas versões.

**Figura 5.** Cinética de secagem da banana cv. Terra ajustadas pelo modelo Dois termos.



Na Figura 5 estão dispostas as curvas experimentais das cinéticas de secagem da banana variedade Terra, curvas ajustadas com o modelo de Dois Termos, que foi o melhor modelo.

## CONCLUSÃO

Ambas as versões atestaram eficiência térmica, uma vez versão 2.1 constatou-se um incremento de 20,6 °C, e na versão 2.2, um incremento de 18,3°C.

O tempo total de secagem solar da banana cv. Terra foi de 18 horas para ambas as versões desenvolvidas.

O modelo matemático que melhor se ajustou para a predição do processo foi o de Dois Termos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Extensão da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Pibex Univasf), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsas aos discentes.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. B.; LIMA, M. A. A.; SOUZA, L. G. M. Desenvolvimento de secador solar construído a partir de material reciclado, *HOLOS*, v. 4, n. 32, pp. 197-205, 2016.

ALVES, E. J. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2ª edição. Embrapa-SPI: Brasília, pp. 85-86, 91, 533, 542, 564, 574, 1999.

CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H.; BOTELHO, F. M.; GONELI, A. L. D.; Carvalho, F. M. Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. *Revista Ceres*, v. 57, n. 5, p. 595-601, 2010.

FERREIRA, A. G.; et al. Technical feasibility assesment of a solar chimney for food drying. *Solar Energy*. v. 82, p.44-52, 2008.

FIGUEIREDO, R. Princípios de secagem de produtos biológicos. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2004, 229p.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H. Cinética de secagem dos grãos de café descascados em camada delgada. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 11, Especial Café, p. 64-73, 2009.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas: métodos físicos e químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1002 p.

- LEITE, A. L.M. P.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; SANTOS P. Contração volumétrica e cinética de secagem de fatias de banana variedade Terra. Pesquisa Agropecuária Tropical (Online), v. 45, p. 155-162, 2015.
- LEMA, A.; PONTIN, M.; SANMARTINO, A.; ZILETTI, M.; MARTINELLO, M. Características del proceso de secado en capa delgada del perejil. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, v.11, p.875-882, 2007.
- LIMA, A. G. B.; NEBRA, S. A.; QUEIROZ, M. R. Aspectos científico e tecnológico da banana. Comunicado técnico. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 2, n.1, 2000, p.87-101.
- MENEGHETTI, V. L.; AOSANI, E.; ROCHA, J. C.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C.; POHNDORF, R. S. Modelos matemáticos para a secagem intermitente de arroz em casca, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 10, pp.1115–1120, 2012.
- NUNES, A. G. Desenvolvimento experimental de um secador solar multienergético para secagem de frutas. Campina Grande, PB. Tese de Doutorado em Engenharia de Processos. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016, 206p.
- RADÜNZ, L. L.; AMARAL, A. S.; MOSSI, A. J.; MELO, E. C.; ROCHA, R. P. Avaliação da cinética de secagem de carqueja. Engineering in Agriculture, v. 19, n. 1, p. 19-27, 2011.
- RAFIEE, S. H.; KEYHANI, A.; SHARIFI, M.; JAFARI, A.; MOBLI, H.; TABATABAEEFAR, A. Thin layer drying properties of soybean (*Villamz Cultivar*). Journal of Agricultural Science and Technology, v. 11, n. 3, p. 289-300, 2009.
- REIS, D. R.; SANTOS, P.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G. Influência das características do ar na cinética de secagem de pimenta variedade bico. Brazilian Journal Food Technology, v. 18, n. 2, p. 146- 154, 2015.
- SANTOS, D. C.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; OLIVEIRA, E. N. A. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 2, 2013.
- SANTOS, M. N. S.; OLIVEIRA, D. E. C.; RUFFATO, S.; PERREIRA, V. S. Cinética de secagem de grãos de milho da cultivar Pioneer P3646 - 10.14688/1984-3801/GST.V7N2P119-129. Global Science and Technology, v. 7, n. 2, 2014.
- SILVA, M. A.; JAVARÁ, N. N.; BRAZ, M. R. S. Parâmetros sensoriais do tomate Sweet Grape desidratado em secador solar híbrido. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado, 7., 2018, Gramado. Anais... VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – CBENS, 2018.
- SOUSA, K. A.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; COSTA, L. M. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*). Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 4, p. 883-892, 2011.
- TIWARI, A. A Review on Solar Drying of Agricultural Produce, Journal Food Processing & Technology, vol. 7, p.1-12, 2016.
- VIEIRA, L. M. Brasil é o terceiro maior produtor de banana. Brasília: Revista Campo e Negócios, 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-debanana/>>. Acesso em: 22 de novembro de 2018.