

## ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO COENTRO SOB AÇÃO DA RADIAÇÃO DIRETA E DIFUSA

SOUSA, Karla dos Santos Melo de<sup>1</sup>  
SILVA, Toni Batista de Souza<sup>2</sup>  
LESSA, Thiago Bruno da Silva<sup>2</sup>  
BARBOSA, Karine dos Santos<sup>2</sup>  
PEREIRA-SILVA, Vagner<sup>3</sup>  
MACHADO, Neiton Silva<sup>4</sup>

Recebido em: 2018.08.22

Aprovado em: 2018.09.23

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3079

**RESUMO:** Por se tratar de um processo simples e de baixo custo, a secagem natural torna-se uma alternativa de fácil acesso aos pequenos produtores rurais, que podem dispor de uma maneira de secar os seus produtos sem gasto de energia elétrica. Visando maior eficiência dos secadores, faz-se necessária a determinação de curvas de secagem, que permitem prever o momento exato em que o produto atingirá o teor de água esperado. Diante disso, objetivou-se nesse trabalho, avaliar a secagem do coentro em secador solar baixo custo exposto à radiação direta e difusa, e determinar modelos preditivos que se ajustem à curva de cinética de secagem. Utilizou-se plantas de coentro adquiridas no mercado local, divididas em amostras de 5 g de folhas. Para a secagem do material, utilizou-se um secador solar e para fins de comparação, uma estufa de circulação forçada de ar. As amostras foram monitoradas em intervalos regulares de tempo. Aplicou-se ao ajuste dos dados experimentais, os modelos matemáticos indicados na literatura. As secagens sob radiação solar difusa ou direta se mostraram eficientes, apresentando temperatura média de 31° e 51°C, e tempo de secagem de 900 e 300 min, respectivamente. Para os dois tipos de secagem naturais, e também para a secagem em estufa, o modelo Logaritmo foi o de melhor ajuste à cinética de secagem das folhas de coentro.

**Palavras-chave:** *Coriandrum sativum* L.. Desidratação. Modelagem.

## STUDY OF CORIANDER'S DRYING KINETICS UNDER THE ACTION OF DIRECT AND DIFFUSE RADIATION.

**SUMMARY:** Because it is a simple and low-cost process, natural drying becomes an easily accessible alternative to small farmers, who can have a way to dry their products without using electricity. Aiming for greater efficiency of the dryers, it is necessary to determine drying curves, which allow to predict the exact moment in which the product will reach the expected water content. Therefore, the purpose of this work was to evaluate the drying of the coriander in a solar dryer under the cost of exposure to direct and diffuse radiation, and to determine predictive models that fit the drying kinetic curve. Coriander plants purchased at the local market were used, divided into 5 g of leaf samples. For the drying of the material, a solar dryer was used and for comparison purposes, a greenhouse forced air circulation. Samples were monitored at regular intervals. The mathematical models indicated in the literature were applied to the adjustment of the experimental data. Drying under diffuse or direct solar radiation was efficient, with an average temperature of 31 and 51°C and a drying time of 900 and 300 minutes, respectively. For the two types of natural drying, and also for drying in greenhouses, the Logarithm model was the one that best fit the drying kinetics of coriander leaves.

**Keywords:** *Coriandrum sativum* L.. Dehydration. Modeling.

<sup>1</sup> Professora Adjunta I, Dra - Univasf - Campus de Ciências Agrárias, Petrolina, PE.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo - Univasf - Campus de Ciências Agrárias, Petrolina, PE.

<sup>3</sup> Mestrando em Agronomia-Produção Vegetal - Univasf - Campus de Ciências Agrárias, Petrolina, PE.

<sup>4</sup> Professor Adjunto IV, Dr. - Univasf - Campus de Ciências Agrárias, Petrolina, PE.

## INTRODUÇÃO

A secagem é um método de conservação de alimentos, consiste na retirada da água por meio de vaporização térmica, com temperaturas inferiores à de ebulição. O processo promove redução na atividade de água do alimento, diminuindo também as atividades enzimática e microbiológica (VASCONCELOS; MELO FILHO, 2010).

Quando o alimento é exposto à radiação solar, o método é denominado secagem natural. Segundo Celestino (2010), a secagem natural pode ser aplicada em regiões com temperatura média de 35 a 40° C, com elevada taxa de radiação solar, baixa umidade relativa do ar e baixo índice de poluição, características nas quais se encaixa a região Nordeste do Brasil.

Por se tratar de um processo simples e de baixo custo, a secagem natural torna-se uma alternativa acessível aos pequenos produtores rurais, com possibilidade de secar os seus produtos sem gasto de energia elétrica (COSTA, 2008; ESALQ, 2006; SOUZA et al., 2010).

Nessa perspectiva, Silva (2013) propôs a confecção de um secador solar de exposição direta, fabricado a partir da reutilização de um recipiente de polietileno (com capacidade para 200 litros). O mesmo fora indicado para a secagem de frutas, e os resultados demonstraram a viabilidade do equipamento para os alimentos testados.

As hortaliças, assim como as frutas, apresentam alta perecibilidade, e por isso têm-se empregado métodos de conservação apropriados para cada espécie, a fim de aumentar seu tempo de vida de prateleira (SANTOS et al., 2012). O coentro (*Coriandrum sativum* L.), bastante apreciado na culinária nordestina, é um exemplo de hortaliça que pode ser conservada por meio da secagem natural (GENUNCIO; ZONTA; NASCIMENTO, 2017).

Para maior eficiência do equipamento, faz-se necessária a avaliação da eficiência por meio de curvas de secagem, as quais permitem predizer o momento exato em que o produto atingirá o teor de água esperado (DANTAS; MATA; DUARTE., 2011; CANO-CHAUCA et al., 2004).

Santos et al. (2015) constataram que os modelos de Hederson e Pabis, Newton, Page, Logarítmico, e de Wang e Singh configuraram melhores ajustes aos dados utilizadas para predizer o comportamento da cinética de secagem das hortaliças: hortelã miúda, coentro, salsa, arruda, tomilho e manjeriço.

Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do processo de secagem do coentro em secador solar baixo custo exposto à radiação direta e difusa, ajustar a cinética de secagem através de modelos matemáticos.

## MATERIAL E MÉTODO

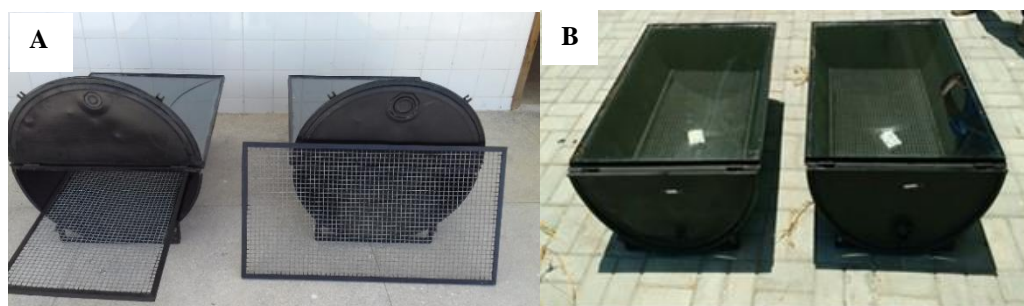
O experimento foi desenvolvido nos meses de agosto e setembro de 2016 no Laboratório de Agroindústria da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, *Campus* de Ciências Agrárias, Petrolina-PE. O clima local da região é classificado como BSh (Semiárido), segundo a classificação de Köppen, com precipitação inferior a 500 mm, com chuvas concentradas no verão, com temperaturas variando de 21,9 a 32,5 °C (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2017).

Utilizou-se plantas de coentro adquiridas no mercado local, as quais foram lavadas em água corrente. Destacou-se 5 gramas de folhas frescas do pecíolo para compor cada uma das 5 repetições avaliadas. A pesagem foi efetuada em balança eletrônica de precisão (0,0001 g).

Para a secagem do material, utilizou-se um secador solar de baixo custo e uma estufa com circulação forçada de ar. O secador solar (Figura 1) foi desenvolvido em parceria com o Laboratório de

Construções Rurais (CEAGRO/CCA/UNIVASF), constituído de um recipiente metálico (com capacidade de 200 L) cortado ao meio, polido com lixa nº 80 e pintado de preto fosco. Na parte superior foi acrescentado tampa de vidro fixada com silicone.

**Figura 1** - Secador solar baixo custo (A); detalhe com a escotilha de ventilação aberta e grade para suporte (B).



Fonte: O autor.

A temperatura interna do secador solar foi verificada com o auxílio de um termômetro digital infravermelho Mira Laser e a temperatura externa do ambiente foi obtida a partir dos dados fornecidos pela Estação Meteorológica da UNIVASF (LABMET, 2016). O valor média da temperatura interna do secador, sob radiação direta e difusa, foi utilizado para a secagem do material em estufa.

Para a construção das curvas de secagem, as amostras foram monitoradas em intervalos regulares de tempo: nas duas primeiras horas de avaliação, os intervalos foram de 15 minutos; da segunda até a quarta hora de avaliação, os intervalos passaram a ser de 30 minutos; a partir de 4 h de experimento, o monitoramento aconteceu em intervalos de 60 minutos, até que as amostras atingissem peso constante.

O teor de água foi determinado pelo método descrito no Manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), onde as amostras foram colocadas em estufa à temperatura de  $105 \pm 1$  °C, até peso constante. O teor de água também foi determinado para o material desidratado, com a finalidade de se obter o teor de água final.

Com os dados experimentais das secagens foram calculados os valores da razão de umidade (Equação 1).

$$RU = \frac{U - U_e}{U_0 - U_e} \quad (1)$$

Em que:

$RU$  – razão de umidade (adimensional);  $U$  – umidade contida no tempo  $t$  (% base seca);  $U_e$  – Umidade de equilíbrio (% base seca) e  $U_0$  – Umidade inicial (% base seca).

Aplicou-se ao ajuste dos dados experimentais, os modelos matemáticos apresentados na Tabela 1. Os modelos foram ajustados às curvas da cinética de secagem, utilizando o software estatístico R, versão 3.4.1, e os gráficos foram elaborados no programa Sigma Plot 10.0.

**Tabela 1** – Modelos matemáticos utilizados para prever o processo de secagem

Modelo Matemático	Equação	Referência
Aproximação	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k \cdot b \cdot t)$	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)
Exponencial de Dois Termos	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \exp(-k \cdot a \cdot t)$	Radünz et al. (2011)
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)
Newton	$RU = \exp(-k \cdot t)$	Santos et al. (2014)
Page	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t^n)$	Alexandre et al. (2013)

Em que: RU, razão de umidade, adimensional; t, tempo de secagem, s; k,  $k_0$ ,  $k_1$ , constantes de secagem específica para o modelo,  $s^{-1}$ ; e a, b, c, n – coeficientes do modelo. Fonte: O autor.

Para avaliar qual modelo produziu os melhores resultados, utilizou-se como parâmetros o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio quadrático médio (Equação 2).

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

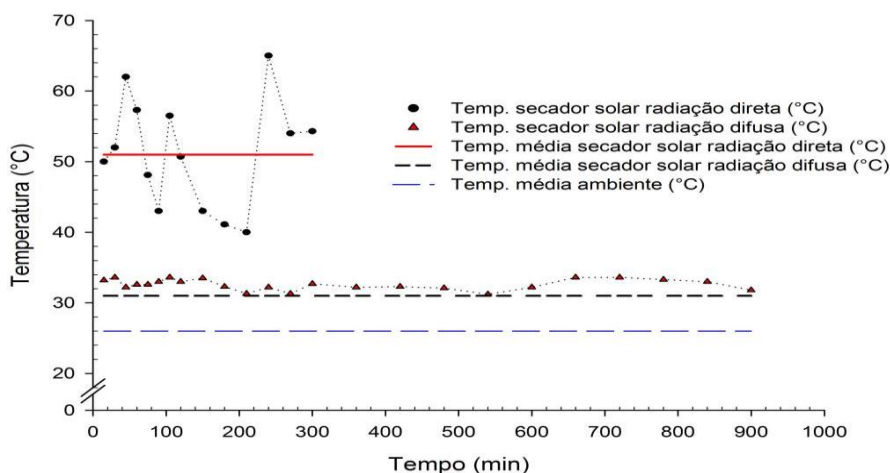
Em que:  $DQM$  – desvio quadrático médio;  $RU_{pred}$  – razão de umidade predito pelo modelo;  $RU_{exp}$  – razão de umidade experimental e n – número de observações.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Avaliação da eficiência do secador solar

Observou-se que, quando o secador foi exposto à radiação solar direta, houve maior variação de temperatura, com valor médio de 51°C, muito acima da temperatura ambiente média (Figura 2). Essa oscilação na temperatura interna do secador, deve-se à diferença na intensidade da radiação solar direta no decorrer do dia.

**Figura 2** - Dados de temperatura em função do tempo de secagem do coentro no secador solar sob radiação direta e difusa.



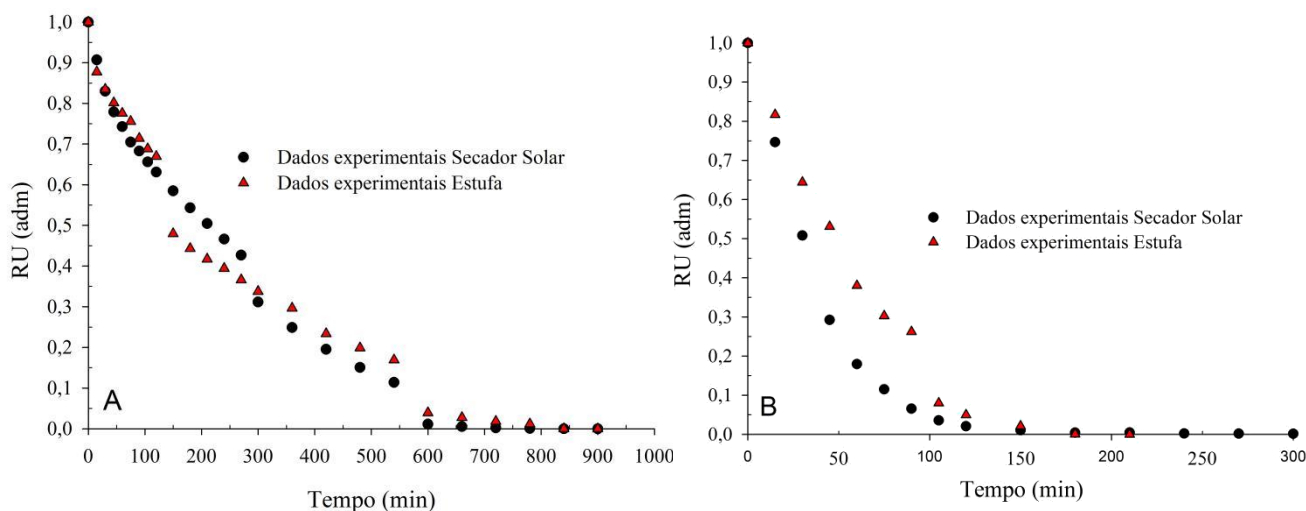
Fonte: O autor

Para a secagem sob radiação difusa, a variação térmica dentro do secador solar foi menor, com média de 31°C. É importante ressaltar que, mesmo com o secador sob radiação difusa, a temperatura média registrada foi 5°C acima que da média da temperatura ambiente.

### Curvas de secagem

Na Figura 3, verifica-se que o comportamento das curvas de secagem para o secador colocado sob radiação difusa (A), e em estufa foram semelhantes. Entretanto, observou-se que nos primeiros minutos, o material seco em estufa apresentou decréscimo mais acentuado na umidade. Aos 200 minutos de secagem, a razão de umidade para o material na estufa foi de 0,4, enquanto que com o secador solar à sob radiação difusa, a razão apresentou valor 0,5. O tempo total de secagem em ambos os casos foi de 900 minutos.

**Figura 3** - Curvas de secagem do coentro com secador solar sob radiação difusa, comparado com a secagem em estufa (A); Curvas de secagem do coentro com o secador solar sob radiação direta, comparado com secagem em estufa (B).



Fonte: O autor.

Santos et al. (2015) encontraram resultados semelhantes, com a razão de umidade do coentro apresentando queda mais acentuada no início do processo e, à medida que o tempo de secagem aumentava, houve uma tendência ao equilíbrio.

Nota-se ainda, que a perda de água foi mais rápida na secagem sob radiação solar direta, quando comparado com a secagem em estufa (Figura 3B). Nos primeiros 50 minutos, a razão de umidade chegou a 0,2 com o secador solar, e a 0,5 em estufa. O tempo total de secagem foi de 300 e 210 min., para o secador sob radiação solar direta e para a estufa, respectivamente (Figura 3B). O tempo total de secagem foi semelhante aos resultados de Santos et al. (2015), que observaram tempo médio de 260 min. para secagem do coentro em estufa à 50 °C.

Comparando as duas condições de secagem solar, observa-se que o tempo gasto para a secagem do material sob radiação difusa, foi três vezes maior do que sob radiação direta.

Pôde-se observar a correlação direta entre a temperatura e a velocidade de secagem. Quando exposto à radiação direta, e conseqüentemente maior temperatura, houve maior velocidade na secagem do coentro do que com o uso do secador solar sob radiação solar difusa. Desta maneira, a temperatura se torna um fator determinante no processo, influenciando na duração e qualidade da secagem. Esse comportamento também foi verificado por Sousa et al. (2006) ao secarem farelo de mamona; Waughon e Pena (2008), na secagem de fibra residual do abacaxi; e Santos et al. (2013), secando farinha de grãos de urucum.

O teor de água das folhas de coentro utilizadas neste experimento variou de 94,06 a 88,69 % b.u., e terminaram com 48,29 e 0,81 %b.u., para a secagem solar sob radiação difusa e radiação direta, respectivamente.

### Secagem sob radiação solar difusa

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que o modelo Logaritmo apresentou melhor ajuste aos dados de secagem sob radiação solar difusa e secagem na estufa ( $T=31^{\circ}\text{C}$ ), fato verificado pelos maiores valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e menor desvio quadrático médio (DQM).

**Tabela 2** – Parâmetros dos modelos ajustados aos dados de secagem das folhas do coentro, com secador solar sob radiação difusa e secagem em estufa ( $T=31^{\circ}\text{C}$ ); coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM). **(Continua)**

Modelo	Tratamento	Parâmetros								
		A	B	K	$k_0$	$k_1$	c	n	$R^2$	DQM
Aproximação	Secador solar	-51,8199	0,9917	0,0058	-	-	-	-	0,5771	0,0454
	Estufa	-96,0167	0,9992	0,0043	-	-	-	-	0,6063	0,0407
Dois termos	Secador solar	0,4814	0,4880	-	0,0037	0,0037	-	-	0,9814	0,0438
	Estufa	0,4590	0,5108	-	0,0038	0,0038	-	-	0,9848	0,0388
Handerson & Pabis	Secador solar	0,9694	-	0,0037	-	-	-	-	0,9814	0,0438
	Estufa	0,9697	-	0,0038	-	-	-	-	0,9848	0,0388
Logaritmo	Secador solar	1,0651	-	0,0028	-	-	-0,1258	-	0,9908	0,0309
	Estufa	1,0131	-	0,0032	-	-	-0,0613	-	0,9875	0,0352

**Tabela 2** – Parâmetros dos modelos ajustados aos dados de secagem das folhas do coentro, com secador solar sob radiação difusa e secagem em estufa (T=31°C); coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM). **(Conclusão)**

Modelo	Tratamento	Parâmetros								
		A	B	K	$k_0$	$k_1$	c	n	$R^2$	DQM
Midilli	Secador solar	0,9874	-0,0001	0,0065	-	-	-	0,8824	0,6881	0,0335
	Estufa	0,9818	-0,0001	0,0065	-	-	-	0,8830	0,6742	0,0336
Newton	Secador solar	-	-	0,0039	-	-	-	-	0,5755	0,0456
	Estufa	-	-	0,0039	-	-	-	-	0,6062	0,0407
Page	Secador solar	-	-	0,0046	-	-	-	0,9697	0,5700	0,0462
	Estufa	-	-	0,0047	-	-	-	0,9692	0,6101	0,0403

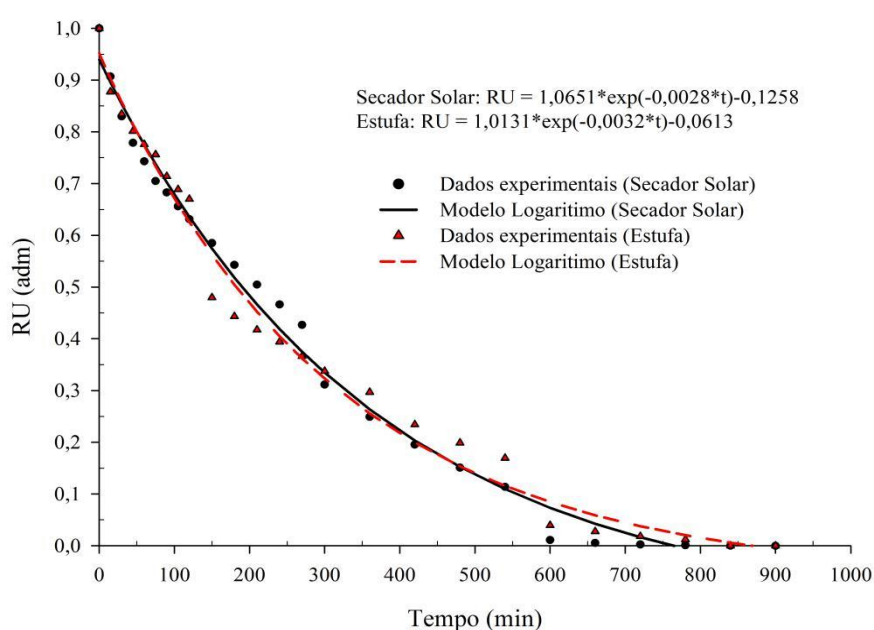
Em que: RU, razão de umidade, adimensional; t, tempo de secagem, min; k,  $k_0$ ,  $k_1$ , constantes de secagem específicas para o modelo,  $\text{min}^{-1}$ ; a, b, c, n, coeficientes do modelo.

**Fonte:** O autor.

Silveira et al. (2015) demonstraram que o modelo de secagem de Midilli foi o que melhor representou o comportamento da secagem solar de folhas de coentro, tornando-se preditivo ao processo, por apresentar maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ), entre 99,31-99,71, e menor desvio quadrático médio (DQM), com valores entre 0,00048 e 0,00126; comportamento semelhante foi observado por Silva (2015) em secagem convectiva de cebolinha, coentro e salsa a 50, 60, 70 e 80 °C.

Na Figura 4 são apresentadas as cinéticas de secagem do coentro ajustadas ao modelo matemático Logaritmo, tanto para o secador solar quanto para a estufa. Observa-se que para ambos, as amostras perderam cerca de 50% de umidade após 200 minutos. Resultado semelhante foi observado por Silva (2015) na secagem do coentro em estufa com circulação de ar a 30 °C.

**Figura 4** - Cinéticas de secagem de coentro em secador solar sob radiação difusa e em estufa (T = 31 °C) ajustadas pelo modelo Logaritmo



**Fonte:** O autor.

### Secagem sob radiação solar direta

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se observar que os modelos se ajustaram melhor na secagem sob radiação direta do que na secagem em estufa ( $T=51^{\circ}\text{C}$ ). Fato verificado pelos maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e menores desvios quadráticos médios (DQM). Com base nos resultados, verifica-se que a secagem solar sob radiação direta é extremamente eficiente, uma vez que a mesma ocorre de maneira uniforme e em menor tempo.

O modelo Logaritmo ajustou-se melhor aos dados, apresentando  $R^2$  e DQM variando de 0,9881 a 0,9935 e 0,0242 a 0,0358, para a secagem sob radiação solar direta e em estufa, respectivamente. Santos et al. (2015) verificaram que os modelos de Hederson e Pabis, Newton, Page, Logarítmico, e de Wang e Singh se ajustaram melhor à cinética de secagem de hortelã miúda, coentro, salsa, arruda, tomilho e manjerição à temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$ .

**Tabela 3** – Parâmetros obtidos dos modelos ajustados aos dados de secagem das folhas do coentro, com secador solar sob radiação direta e em estufa ( $T=51^{\circ}\text{C}$ ) e valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do desvio quadráticos médio (DQM).

Modelo	Tratamento	Parâmetros								
		A	B	k	$k_0$	$k_1$	c	n	$R^2$	DQM
Aproximação	Secador solar	-0,7740	0,5233	0,070 4	-	-	-	-	0,9404	0,0058
	Estufa	-267,5180	0,9974	0,029 9	-	-	-	-	0,7099	0,0339
Dois termos	Secador solar	0,5377	0,5024	-	0,027 1	0,0271	-	-	0,9928	0,0255
	Estufa	0,5401	0,5061	-	0,017 6	0,0176	-	-	0,9783	0,0482
Handerson & Pabis	Secador solar	1,0401	-	0,027 1	-	-	-	-	0,9928	0,0255
	Estufa	1,0461	-	0,017 6	-	-	-	-	0,9783	0,0482
Logaritmo	Secador solar	1,0489	-	0,026 3	-	-	-0,0120	-	0,9935	0,0242
	Estufa	1,1241	-	0,014 1	-	-	-0,1013	-	0,9881	0,0358
Midilli	Secador solar	1,0010	0,0000	0,009 5	-	-	-	1,267 0	0,9348	0,0063
	Estufa	0,9857	-0,0002	0,005 5	-	-	-	1,252 6	0,7354	0,0309
Newton	Secador solar	-	-	0,026 2	-	-	-	-	0,7108	0,0280
	Estufa	-	-	0,016 9	-	-	-	-	0,5629	0,0511
Page	Secador solar	-	-	0,009 5	-	-	-	1,263 9	0,9315	0,0066
	Estufa	-	-	0,005 1	-	-	-	1,281 0	0,7130	0,0335

Em que: RU, razão de umidade, adimensional; t, tempo de secagem, min; k,  $k_0$ ,  $k_1$ , constantes de secagem específicas para o modelo,  $\text{min}^{-1}$ ; a, b, c, n, coeficientes do modelo.

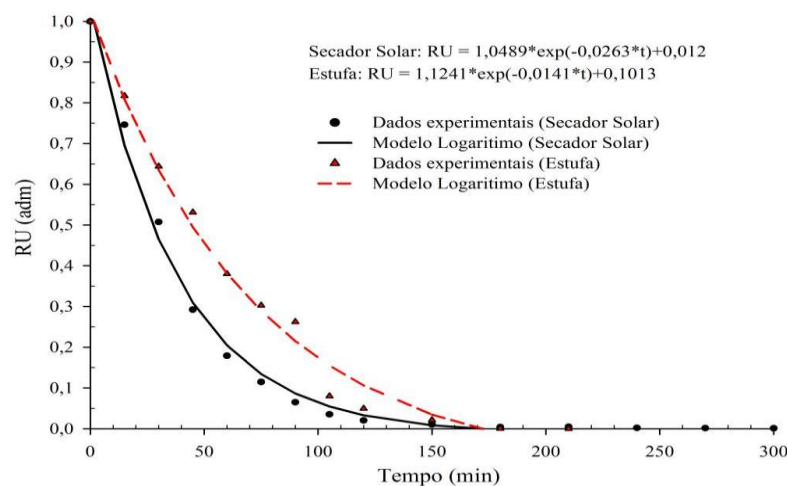
Fonte: O autor.

Na Figura 5, são apresentadas as cinéticas de secagem do coentro em secador solar sob radiação direta e secagem em estufa ( $T=51^{\circ}\text{C}$ ), ajustadas pelo modelo Logaritmo. Constata-se que o comportamento das curvas se assemelham ao do trabalho realizado por Silva (2015), também para



secagem de coentro. Observa-se que a secagem sob radiação solar direta ocorreu em menor tempo, quando comparada à secagem sob radiação solar difusa.

**Figura 5** - Cinéticas de secagem do coentro em secador solar sob radiação direta e em estufa (T=51 °C), ajustadas pelo modelo Logarítimo.



Fonte: O autor.

## CONCLUSÃO

As secagens sob radiação solar difusa ou direta se mostraram eficientes, apresentando temperatura média de 31 e 51°C, e tempo de secagem de 900 e 300 min, respectivamente.

Para os dois tipos de secagem naturais, e também para a secagem em estufa, o modelo Logarítimo foi o de melhor ajuste à cinética de secagem das folhas de coentro.

A secagem de coentro com o secador solar é extremamente viável, do ponto de vista funcional e econômico, tornando-se uma alternativa de êxito aos pequenos produtores do Nordeste.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, H. V. et al. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 640-646, 2013.

CANO-CHAUCA, M. et al. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 121-132, 2004.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de Alimentos**. Planaltina-DF: EMBRAPA Cerrados, 2010. 51 p.

COSTA, A. R. S. **Sistema de secagem solar para frutos e modelagem da secagem de banana em um secador de coluna estática**. 2008. 126 f.: il. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal - RN.

DANTAS, L. A; MATA, M. E. R. M; DUARTE, M. E. M. Programa Computacional Dinâmico para Simulação de Secagem de Grãos e Sementes de Milho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 309-318, 2011.

ESALQ-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Divisão de biblioteca e documentação. **Manual de desidratação solar de frutas ervas e hortaliças**, Piracicaba: ESALQ, 2006. 48P (Série Produtor Rural, 33)

EMBRAPA SEMIÁRIDO – Centro Nacional de Pesquisa do Trópico Semiárido. **Médias Anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09° 09'S, 40° 22'W) – Ano 2014**. Disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br>>. Acesso em: 25 out. 2017.

GENUNCIO, G.C.; ZONTA, E.; NASCIMENTO, E.C. Manejo de produção do coentro em estufas. **Revista campos & negócios**. Altamira -Uberlândia-MG: publicado em Hortifrúti em, 24 de abril de 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/manejo-de-producao-do-coentro-em-estufas>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

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

LABMET. Dados climáticos diários observados nas estações meteorológicas da UNIVASF de Petrolina e Juazeiro. **Laboratório de Meteorologia - LABMET**. Disponível em: <[www.labmet.univasf.edu.br](http://www.labmet.univasf.edu.br)>. Acesso em: 8 de dez. 2016.

RADÜNZ, L. L.et al.Avaliação da cinética de secagem de carqueja. **Engineering in Agriculture**, v. 19, n. 1, p. 19-27, 2011.

SANTOS, D. C.et al. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, 2013.

SANTOS, G.et al. Estudo comparativo do coentro (*Coriandum sativum* L.) seco obtido em diferentes métodos de secagem. **Revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 2, n. 3, p. 236-244, 2012.

SANTOS, J. A. B.et al. Cinética de secagem de hortaliças em estufa de secagem com luz. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 2, n. 1, p. 1833-1838, 2015.

SANTOS, M. N. S.et al. 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. G. **Cinética de secagem de hortaliças**: Estudo preliminar. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2015.

SILVA, T. S. **Estudo de um secador solar fabricado a partir de sucata de tambor de polietileno**. 2013. 39 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal - RN.

SILVEIRA, N. H.et al. Secagem solar de coentro: efeito de pré-tratamentos e do processo sobre, os aspectos físicos-químicos. **Revista Verde**, v. 10, n. 4, p. 34-38, 2015.

SOUSA, M. B.et al. Cinética de secagem do farelo de mamona. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 2, p. 135-146, 2006.

SOUZA, L. G. M.et al. **Secagem de alimentos utilizando secador solar de exposição direta confeccionado com sucatas de luminária**. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – PB, 2010.

VASCONCELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. 2010. **Conservação de Alimentos**. Recife:EDUFRPE, 2010. 130 p.: il.

WAUGHON, T. G. M.; PENA, R. S. S. Modelagem da secagem em camada delgada da fibra residual do abacaxi. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, p. 297-306, 2008.