

Proposta de aproveitamento de produtos orgânicos para alimentação alternativa de animais**Proposal for the use of organic products for alternative feeding of animals**

DOI:10.34117/bjdv6n9-265

Recebimento dos originais: 10/08/2020

Aceitação para publicação: 11/09/2020

Renato Costa da Silva

Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB
E-mail: renatinocosta@gmail.com

Joan Carlos Alves Pereira

Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB
E-mail: joan_carlos21@yahoo.com

Karoline Thays Andrade Araújo

Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB
E-mail: karoline_thays@hotmail.com

Josivanda Palmeira Gomes

Docente/pesquisador do Depto de Engenharia agrícola-UAEA-UFCG; Rua Aprígio Veloso, 882,
Campina Grande-PB
E-mail: josivanda@gmail.com

Wilton Pereira da Silva

Docente/pesquisador do Depto de Física-UAF-UFCG; Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-
PB
E-mail: wiltonps@uol.com.br

Lumara Tatiely Santos Amadeu

Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB
E-mail: lumaratatiely@hotmail.com

Caroline Gomes dos Reis

Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB
E-mail: carolainetecalimentos@gmail.com

Leiliane Silva Lopes Lima

Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande-PB
E-mail: leilianelopes@gmail.com

RESUMO

Devido à alta importância em se dar um melhor destino aos produtos orgânicos advindos da agricultura, este trabalho teve como o objetivo de reaproveitar os produtos da feirinha de orgânicos da UFCG que seriam descartados pelos comerciantes e secá-los em estufa de circulação forçada na temperatura de 65 °C com o intuito de diminuir sua umidade e obter um produto que pode-se ser utilizado na alimentação de animais. Os produtos foram cortados em fatias de aproximadamente 1cm

de largura e 3 cm de comprimento, secas em estufa a 65°C e analisadas quanto a cinética de secagem, umidade em base úmida, atividade de água (A_w) e colorimetria. Dentre os modelos analisados, o de Page apresentou os melhores parâmetros de ajuste para as amostras de goiaba, manga e melão e o modelo de Henderson e Pabis para as amostras de mamão e maçã. As umidades iniciais dos produtos iniciaram a cima de 70% b. u. e finalizaram abaixo de 14% b. u., a atividade de água teve uma queda considerável em seus valores, os produtos tenderam a escurecer com a secagem. Os resultados obtidos podemos afirmar que os produtos aproveitados do descarte da feirinha de orgânicos da UFCG pode ter um bom proveito na alimentação de animais na forma de um suplemento de ração alternativa com um maior tempo de armazenamento.

Palavras-chave: cinética de secagem, armazenamento, ração, feira

ABSTRACT

Due to the high importance of giving a better destination to organic products from agriculture, this work aimed to reuse products from UFCG's organic fair that would be discarded by traders and dried in an oven with forced circulation at room temperature. 65 °C in order to reduce its humidity and obtain a product that can be used in animal feed. The products were cut into slices approximately 1 cm wide and 3 cm long, dried in an oven at 65°C and analyzed for drying kinetics, moisture on a wet basis, water activity (A_w) and colorimetry. Among the models analyzed, Page's presented the best adjustment parameters for the guava, mango and melon samples and the Henderson and Pabis model for the papaya and apple samples. The initial humidity of the products started above 70% b. u. and finished below 14% b. u., the water activity had a considerable drop in its values, the products tended to darken with drying. The obtained results we can affirm that the products taken advantage of the disposal of the organic fair of UFCG can have a good advantage in the feeding of animals in the form of an alternative feed supplement with a longer storage time.

Keywords: drying kinetics, storage, feed, fair

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que na cadeia produtiva de frutas e legumes existem uma porcentagem de perda do material, seja ele na produção, no transporte ou no mercado. Embora ao longo dos anos essas perdas estejam sendo minimizadas, ainda são encontradas e estudos como este são frequentemente realizados com o intuito de que ocorra um destino sempre mais nobre para esse tipo de resíduo (Čičková et al., 2015)

Uma visão mais moderna de ambientalismo e melhor vida social têm incentivado a procura imediata por soluções para os resíduos sólidos orgânicos, visto que hoje em dia também é lucro tanto em forma de saúde como de economia realizar o tratamento adequado para esses materiais. (Fiori et al., 2008).

Com o objetivo de dar um melhor destino as frutas que apresentam danos mecânicos, e alto nível de amadurecimento onde geralmente se encontram descartadas pelos comerciantes, o presente trabalho teve como objetivo realizar a secagem dos produtos em estufa de circulação a ar na

temperatura de 65 °C e verificar o comportamento na secagem tal como seu estado final, assim indicando o produto seco para a alimentação de animais com um tempo maior de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados experimentais deste trabalho foram coletados no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, PB.

Foi-se utilizado como matéria prima para esse trabalho frutas e legumes que seriam descartados pelos feirantes da feirinha de orgânicos da UFCG, por apresentarem um estado de maturação muito elevado ou apresentando amassos e furos. Os produtos foram levados ao laboratório e lavados, sanitizados e cortados em pequenas fatias de aproximadamente 1 cm de largura e 3 cm de comprimento, posteriormente foi realizada a secagem em estufa com circulação forçada (velocidade do ar aproximadamente 1 m/s) na temperatura de 65 °C.

Os dados das cinéticas foram obtidos acompanhando a perda de massa durante o processo de desidratação até que as amostras atingissem massa constante, as pesagens das amostras ocorreram em intervalos regulares de 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90 e 120 min. Quando as amostras atingiram massa constante, determinou-se o teor de água de equilíbrio em estufa a 105 °C por 24 h para obtenção da massa seca (BRASIL, 2005). Com os dados das umidades em base seca, foram calculados os valores da razão de umidade, conforme a Equação 1.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (1)$$

Em que: RX - Razão de umidade do produto (adimensional); X - Teor de umidade do produto em determinado tempo (b. s.); Xi - Teor de umidade inicial do produto (b. s.); e Xe - Teor de umidade equilíbrio do produto (b. s.).

Em seguida foram traçadas as curvas de cinética de secagem e ajustadas aos modelos matemáticos, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Modelos matemáticos ajustados à cinética de secagem das diferentes frutas.

Modelo	Modelo
Henderson e Pabis	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Thompson	$RX = \exp \left(\left(-a - (a^2 + 4 b t)^{0,5} \right) / 2 b \right)$
Page	$RX = \exp(-k \cdot t^n)$

Em que: a, b, n – parâmetros dos modelos, t – tempo, k – constante de secagem.

Para o ajuste dos modelos aos dados experimentais foi utilizado o programa computacional Statistica 7. Os critérios empregados para determinar o modelo que se ajustou melhor aos dados experimentais foram: coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM) (Equação 2).

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

Em que: DQM - Desvio quadrático médio; RX_{pred} - Razão de umidade predito pelo modelo; RX_{exp} - Razão de umidade experimental; n - Número de observações.

Após a secagem foram realizadas as análises do teor de umidade (b. u., %) determinado de acordo com a metodologia descrita no manual do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005), a atividade de água determinada por medida direta no higrômetro Aqualab, na temperatura de 25 °C e análise colorimétrica, onde a determinação dos parâmetros de cor dos produtos foram determinadas em quadruplicata utilizando-se o espectrofotômetro Mini Scan HunterLab XE Plus, no sistema de cor Cielab, obtendo-se os valores de L^* , a^* e b^* . O L^* representa a luminosidade, valores de $-a^*$ define a cor verde e valores de $+a^*$ a transição do vermelho, já os valores de $-b^*$ representam a cor azul e $+b^*$ a a cor amarela.

Calculou-se o croma ou saturação da cor (C^*) e o ângulo hue ou ângulo de matiz (h) de acordo com as Equações 1 e 2:

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

$$h = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (4)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se, na Tabela 2, os parâmetros dos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem da goiaba, manga, mamão, melão e maçã na temperatura de 65°C, com os respectivos R^2 e DQM.

Tabela 2 – Parâmetros dos diferentes modelos matemáticos, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) ajustado às curvas de secagem a 65°C da goiaba, manga, mamão, melão e maçã.

Modelo	Parâmetros			R^2	DQM
	a/n	b	k		
Henderson e Pabis	0,996358	-	0,008129	0,9981	0,0155

Goiaba	Thompson	-2705,66	1,834205	-	0,9981	0,0157
	Page	1,030831	-	0,007076	0,9983	0,0147
Henderson e Pabis		0,983343	-	0,010860	0,9994	0,0083
Manga	Thompson	-20,2756	0,212118	-	0,9993	0,0092
	Page	0,949001	-	0,013935	0,9996	0,0072
Henderson e Pabis		0,988148	-	0,012608	0,9989	0,0123
Mamão	Thompson	-1764,25	1,837855	-	0,9986	0,0134
	Page	0,983390	-	0,013783	0,9987	0,0131
Henderson e Pabis		1,036590	-	0,011717	0,9914	0,0359
Melão	Thompson	-2445,45	1,862992	-	0,9894	0,0398
	Page	1,267154	-	0,003479	0,9983	0,0161
Henderson e Pabis		0,978919	-	0,013265	0,9992	0,0102
Maçã	Thompson	-74,9249	0,683425	-	0,9985	0,0138
	Page	0,9607	0,01616	-	0,9988	0,0123

Observa-se, através dos indicadores estatísticos, que todos os modelos apresentaram bons ajustes aos dados experimentais de secagem para todas as frutas, com R^2 superiores a 0,989, podendo ser utilizados na predição da cinética de secagem das frutas.

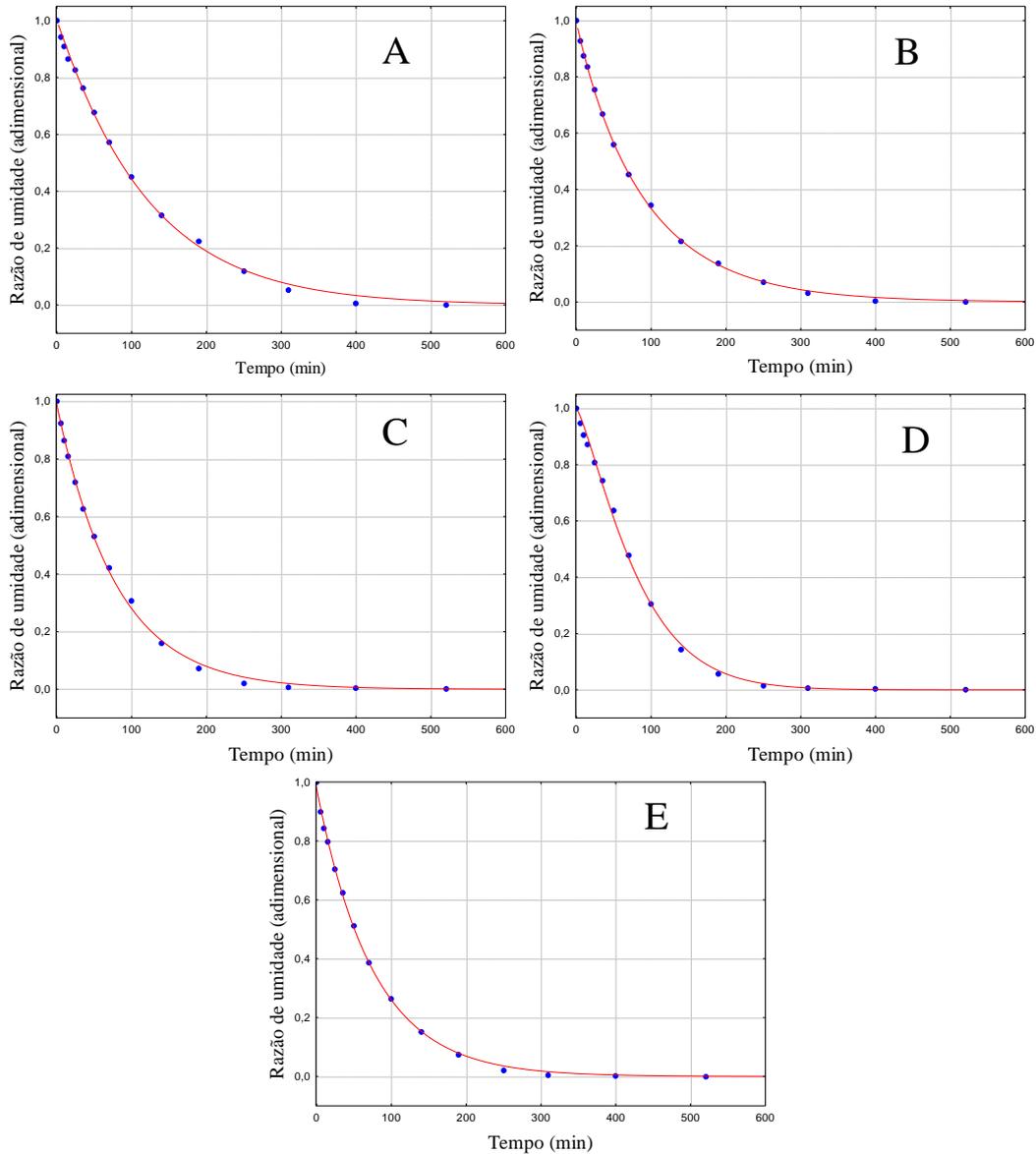
Dentre os modelos testados, o de Page foi considerado o melhor para estimar as curvas de cinética de secagem das amostras de goiaba, manga e melão, apresentando os maiores R^2 ($> 0,998$) e os menores DQM ($< 0,02$), já para as amostras de mamão e maçã, o modelo Henderson e Pabis foi o que se ajustou melhor aos dados, apresentando os maiores R^2 ($> 0,998$) e os menores DQM ($< 0,02$). Marques (2008) também verificou coeficientes de determinação superiores a 0,99, apresentando o modelo de Page com os melhores resultados ao estudar a secagem de abacaxi, goiaba e manga.

O parâmetro de secagem “k” dos modelos de Page e Henderson e Pabis apresentaram maiores valores para a maçã. Segundo Goneli et al. (2011), a constante de secagem “k” representa o efeito das condições externas de secagem. A constante “n”, presente no modelo de Page, apresentou o maior valor para a manga, fato que pode ser explicado devido a maior resistência do produto à secagem devido a sua composição. A constante “n” representa a resistência interna do produto à secagem (Corrêa et al., 2007).

Na Figura 1 são descritas as curvas das cinéticas de secagem da goiaba (A), manga (B), mamão

(C), melão (D) e maçã (E) na temperatura de 65°C. Os pontos representam os dados experimentais e a linha contínua os dados preditos pelo modelo matemático de Page para a goiaba, manga e melão, e Henderson e Pabis para o mamão e a maçã.

Figura 1 - Curvas de cinética de secagem da goiaba (A), manga (B) e melão (D) preditas pelo modelo de Page, mamão (C) e maçã (E) preditas pelo modelo de Henderson e Pabis, na temperatura de 65°C.



Na Tabela 3 estão apresentados os valores da umidade e atividade de água (A_w) dos produtos recolhidos na feirinha de orgânicos da UFCG após a secagem em estufa de circulação forçada na temperatura de 65 °C.

Tabela 3 – Valores médios das umidades b. u. e atividades de água (Aw) iniciais e finais após a secagem dos produtos em estufa a 65 °C

Produto	Umidade (% b. u.)		Aw	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Mamão	87,74	11,87	0,969	0,486
Manga	74,90	12,37	0,987	0,598
Maça	83,24	12,92	0,972	0,446
Goiaba	83,94	13,71	0,945	0,557
Melão	92,35	5,54	0,935	0,480
Couve	90,06	1,94	0,912	0,487

Enque: I – inicial; F - final

E possível observar na Tabela 1 a grande diminuição dos valores de umidade para todos os produtos que passaram pelo processo de secagem, resultado esse já esperado devido à grande concentração de água livre encontrada nos produtos in natura, cerca de 87% para o mamão e 92% para o melão que atingiram pós secagem 11,87 e 5,54% de umidade respectivamente. A retirada da quantidade de água nos produtos, principalmente dos componentes orgânicos como os provenientes da agricultura providencia um maior tempo de estoque e evita a degradação do produto e o desenvolvimento de substâncias nocivas para o consumidor (Tontul & Topuz, 2017). A atividade de água (Aw) é um parâmetro que está relacionado a umidade do produto, assim é possível observar também a diminuição nos valores de Aw de acordo com a diminuição da umidade, onde todos os produtos secos atingiram valores menores que 0,6. Resultado esses considerados bons, pois segundo Oliveira et al. (2005) a flora microbiana não consegue se multiplicar em alimentos que apresentam atividade de água abaixo de 0,6. Aquino (2013) encontrou valor de atividade de água 0,485, ao secar banana cv. prata na temperatura de 60 °C para a produção de banana-passa. Assim, com os resultados obtidos podemos afirmar que os produtos aproveitados do descarte da feirinha de orgânicos da UFCG pode ter um bom proveito na alimentação de animais na forma de um suplemento de ração alternativa com um maior tempo de armazenamento.

Na Tabela 4 estão apresentados o parâmetro de cor dos produtos iniciais e finais após a secagem em estufa na temperatura de 65 °C.

Tabela 4 – Parâmetros de colorimétricos dos produtos antes e a pós a secagem em estufa a 65 °C										
Produto	L*		a*		b*		C*		h (°)	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Mamão	69,48	50,41	45,25	31,02	53,49	47,47	70,06	56,71	49,72	56,86

Manga	65,93	49,69	39,12	21,75	64,79	54,51	75,68	58,69	58,87	68,24
Maça	87,51	63,90	5,21	4,63	78,91	33,45	79,08	33,77	86,22	82,2
Goiaba	61,28	43,3	48,79	25,88	30,98	26,32	57,79	36,91	32,41	45,48
Melão	76,89	48,57	-2,5	-0,53	32,49	31,87	32,58	31,87	-85,60	-89,04
Couve	51,64	37,69	-10,6	-1,77	28,98	24,17	30,85	24,23	-69,91	-85,8

Em que: I – inicial; F – final

Observa-se na Tabela 1 que os valores da luminosidade diminuíram com a secagem para todos os produtos indicando que ocorreu um escurecimento com a secagem. Esta tendência mostra que a secagem resultou em produtos mais escuros. Comportamento inverso foi observado por Abano et al. (2011) ao secarem fatias de tomate em várias temperaturas, onde observaram que a luminosidade aumentou quando comparadas com o tomate in natura. Durigon et al. (2013) ao utilizarem o secador convectivo em escala piloto e a estufa com circulação de ar no tomate italiano cortados em fatias constataram que o tempo de secagem apresentou grande influência no escurecimento das amostras.

De acordo com o sistema CIELAB, se o ângulo estiver entre 0° e 90° , quanto maior este for, mais amarelo é o produto, e, quanto menor for, mais vermelho é (Trigo et al. 2012), assim pode-se observar que tanto o melão amarelo como a couve ainda apresentaram uma coloração esverdeada após a secagem. Sá et al. (2008) obtiveram valores médios entre 60° e 70° , mostrando que a polpa dos frutos estava alaranjada, como era esperado para o melão Cantaloupe, pois a parte interna dos mesmos tem exatamente essa cor.

4 CONCLUSÃO

Dentre os modelos analisados, o de Page apresentou os melhores parâmetros de ajuste para as amostras de goiaba, manga e melão e o modelo de Henderson e Pabis revelou os melhores parâmetros de ajuste para as amostras de mamão e maçã.

Os produtos após a secagem tiveram uma alta perda na sua quantidade de água, assim consequente mente uma redução no valor da A_w . Os esmos tendem a escurecer após a secagem.

Assim, com os resultados obtidos podemos afirmar que os produtos aproveitados do descarte da feirinha de orgânicos da UFCG pode ter um bom proveito na alimentação de animais na forma de um suplemento de ração alternativa com um maior tempo de armazenamento.

REFERÊNCIAS

Abano, E. E.; Ma. H.; Qu W. Influence of air temperature on the drying kinetics and quality of tomato slices, *J Food Process Technol*, v. 2, n. 5. p. 1-9, 2011.

Aquino, B. N. Produção de banana-passa obtida por processos combinados de desidratação osmótica e secagem convectiva, 2013, monografia, (Licenciatura em Ciências Agrárias), Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha – PB, 2013.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos químicos e físico-químicos para análise de alimentos, Brasília: Ministério da Saúde, 1017f, 2005.

Čičková, H.; Newton, G. L.; Lacy, R. C.; Kozánek, M. The use of fly larvae for organic waste treatment, v. 35, n.- , p. 68-80, 2015.

Corrêa, P. C. et al. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 501-510, 2007.

Durigon, A.; Mazutti, M. A.; Mossi, A. J.; Treichel, H. Effects of temperature on both drying kinetics and color of Italian tomato, *Biochemistry and Biotechnology Reports*, v.2, n.1, p. 1-12, 2013.

Fiori, M.G.S., M. Schoenhals, Follador, F.A.C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. *Engenharia Ambiental*, v. 5: p. 178 -191, 2008.

Goneli, A. L. D.; Corrêa, P. C.; Magalhães, F. E. DE A.; Baptestini, F. M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, p.1-8, 2011.

Marques, L. G. O. Liofilização de frutas tropicais. 2008, 255 p. (Tese Doutorado). Doutorado em Engenharia de química, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos.

Oliveira, M. M.; Campos, A. R. N.; Gomes, J. P.; Silva, F. L. H. Isotermas desorção do resíduo agroindustrial da casca do abacaxi (*Ananas comosus* L. Mer). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.4, p.565-569, 2005.

Brazilian Journal of Development

Trigo, J. M.; Albertini, S.; Spoto, M. H. F.; Sarmiento, S. B. S. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 15, n. 2, p. 125-133, 2012.

Tontul, I.; Topuz, A. Spray-drying of fruit and vegetable juices: Effect of drying conditions on the product yield and physical properties. *Trends in Food Science & Technology*, v. 63, p. 91-102, 2017.