

OBTENÇÃO E MODELAGEM MATEMÁTICA DE CINÉTICA DE SECAGEM DE FÉCULA DE CARÁ (*DioscoreaAlata L.*)

AGDYLANNAH FELIX VIEIRA^{1*}; LUIS PAULO FIRMINO ROMÃO DA SILVA²;
LARISSA MONIQUE DE SOUSA RODRIGUES³; RENATA DUARTE ALMEIDA⁴;
ANA PAULA TRINDADE ROCHA⁵

¹Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, agdylana@hotmail.com;

² Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, luispfrs@hotmail.com;

³ Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, larissamonique@gmail.com;

⁴Engenheira, UFCG, Campina Grande-PB, renatadual@yahoo.com.br

⁵Dra. Professora em Engenharia de Alimentos, UFCG, Campina Grande-PB, ana_trindade@yahoo.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018

21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com o estudo obter a fécula do cará (*DioscoreaAlata L.*), obtido no comércio local da cidade de Campina Grande-PB, submete-la ao processo de secagem em três distintas temperaturas (50, 60 e 70°C) e estudar o ajuste dos modelos matemáticos de Page, Henderson & Pabis, Dois termos e Newton aos dados experimentais. Observou-se que a apesar de todos os modelos estudados apresentarem um bom ajuste aos dados, o modelo de Page foi o melhor, obtendo o coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,99 em todas as temperaturas e menor DQM. Verificou-se ainda que a temperatura influencia no tempo de secagem, onde para a maior temperatura obteve-se o menor tempo de secagem.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento, processo de secagem, temperatura, tempo.

OBTAINING AND MODELING MATHEMATICS STARCH CHAMBER DRYING KINETICS (*DioscoreaAlata L.*)

ABSTRACT: The objective of the study was to obtain the starch (*DioscoreaAlata L.*), obtained at the local commerce of the city of Campina Grande-PB, subjecting it to the drying process in three different temperatures (50, 60 and 70 ° C) and to study the fit of the mathematical models of Page, Henderson & Pabis, Two terms and Newton to the experimental data. It was observed that although all the models studied presented a good fit to the data, the Page model was the best, obtaining the coefficient of determination (R^2) higher than 0.99 at all temperatures and lower DQM. It was also verified that the temperature influences the drying time, where for the highest temperature the lowest drying time was obtained.

KEYWORDS: Processing, drying process, temperature, time.

INTRODUÇÃO

O cará, espécie do gênero *Dioscorea*, é oriundo da América do Sul e bastante cultivado por pequenos agricultores (Feijó et al., 2016). Este tubérculo possui excelentes características nutricionais sendo rico em carboidratos, proteínas, fósforo, cálcio, ferro e vitaminas B1 e B2 (Ramos et al., 2014). Devido a sua significativa produção e rendimento agrícola, caracteriza-se com elevado potencial na produção industrial de fécula (Reis et al., 2010).

Segundo Zárete et. al., (1998), a fécula do cará tem potencial para substituir a tradicional fécula de mandioca, devido a suas características tanto de sabor, como de textura e cor, podendo ser utilizada na indústria alimentícia com o mesmo efeito.

A fécula do cará se caracteriza ainda como uma nova matéria prima livre de glúten, tornando-se uma alternativa para o mercado tão carente de produtos neste sentido, voltados para o público celíaco, cujo os quais tem que excluir o glúten de sua dieta.

De acordo com Sanjairaj et al. (2012), a secagem é um método eficaz para reduzir as perdas ao longo da produção e comercialização causadas pelo crescimento microbiano.

A cinética de secagem e as respectivas curvas de secagem obtidas fornecem informações quanto ao desenvolvimento do processo de secagem e ao dimensionamento de equipamentos (Vilela e Artur, 2008), onde a modelagem matemática utilizando-se de algumas equações podem prever a precisão desse processo.

Ante o exposto e tendo em vista a importância do estudo do processo de secagem, objetivou-se neste trabalho obter a fécula de cará, realizar a cinética de secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C e estudar o ajuste de modelos matemáticos de secagem aos dados experimentais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) na Universidade Federal de Campina Grande, PB.

O cará (*Dioscorea Alata L.*) foi adquirido no comércio local e encaminhado para o laboratório em sacos estéreis.

Os tubérculos foram lavados em água corrente, descascados manualmente e imersos em solução de bissulfito de sódio (0,5%) por aproximadamente 10 minutos, para que a ação enzimática fosse inibida (Borba et al., 2005). Em seguida, foram triturados em liquidificador doméstico (600W), juntamente com solução 0,03N de NaOH na proporção de 1:2 (g de inhame : g da solução), por aproximadamente 4 minutos. O material triturado foi filtrado em sacos de organza (abertura da malha próxima a 100 mesh). A suspensão de amido filtrada foi decantada, em ambiente refrigerado a 5°C. O sobrenadante foi descartado e o amido suspenso com água destilada foi decantado novamente. Este procedimento de suspensão e decantação se repetiu até que, praticamente, toda a mucilagem presente na suspensão fosse eliminada e o produto apresentasse as características de amido. Após a decantação final, o amido com teor de água de aproximadamente 67% (b.u.) foi submetido a cinética de secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

A secagem da fécula do cará foi realizada em estufa de circulação de ar por convecção, onde foram colocadas em bandejas de alumínio contendo aproximadamente 25g da amostra cada e em triplicata, fazendo-se o acompanhamento da perda de massa até o equilíbrio higroscópico e ao fim das secagens foram determinadas as massas secas e calculados os teores de água de acordo com IAL (2008).

As curvas de secagem foram obtidas pela conversão dos dados referentes à perda de água no parâmetro adimensional RX, realizados para cada intervalo de tempo, conforme Equação 1.

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

RX= razão de umidade, adimensional;

X= teor de água, bs;

X_e= teor de água de equilíbrio, bs;

X_o= teor de água inicial, bs.

Os dados experimentais da secagem da fécula do cará foram ajustados para quatro equações (Tabela 1) por meio do programa computacional Statistica versão 7.0 utilizando-se a análise de regressão não-linear, pelo método Quasi-Newton.

Tabela 1. Modelos matemáticos

Designação do Modelo	Modelo	Equação
Page	$RX = e^{-kt^n}$	(2)
Henderson & Pabis	$RX = a \exp(-kt)$	(3)
Dois termos	$RX = a \exp(-k_0t) + b \exp(-k_1t)$	(4)
Newton	$RX = \exp(-kt)$	(5)

Em que: RX - razão do teor de água (adimensional), k, k₀, e k₁ - constante de secagem a, b, n - constantes dos modelos t - tempo (minutos)

Os critérios para a escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foram, o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM) calculado pela Equação 6.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum(Rx_{exp} - Rx_{pre})^2}{N}} \quad (6)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabelas 2 encontram-se os valores dos parâmetros dos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem da fécula de cará nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios quadráticos médios (DQM).

Tabela 2. Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem

Modelo	T(°C)	Parâmetros				R^2	DQM
		K	n				
Page	50	0,0010	1,4106			0,9985	0,0153
	60	0,0024	1,3135			0,9981	0,0159
	70	0,0044	1,2532			0,9959	0,0216
Henderson & Pabis		a	k				
	50	1,0715	0,0078			0,9867	0,0454
	60	1,0570	0,0104			0,9888	0,0471
	70	1,0454	0,0136			0,9867	0,0389
Dois termos		a	K0	b	K1		
	50	0,5608	0,0078	0,5106	0,0078	0,9867	0,0454
	60	0,5330	0,0104	0,5240	0,0104	0,9888	0,0388
	70	0,5227	0,0136	0,5228	0,0136	0,9867	0,0389
Newton		k					
	50	0,0070				0,9787	0,0574
	60	0,0096				0,9840	0,0464
	70	0,0128				0,9833	0,0436

Considerando-se as diferentes temperaturas de secagem para a fécula de Cará, verificou-se nos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais, valores de R^2 superiores a 0,9, indicando uma representação satisfatória do processo de secagem. No entanto, observa-se que o modelo de Page apresentou os maiores valores de R^2 , superiores a 0,99, e os menores DQM, sendo considerado o melhor modelo em todas as temperaturas de estudo. Observa-se que os modelos Henderson & Pabis, Dois Termos e Newton, por apresentarem $R^2 \geq 0,9$ e $DQM < 0,1$, também podem ser utilizados para representar o processo de secagem da fécula do cará.

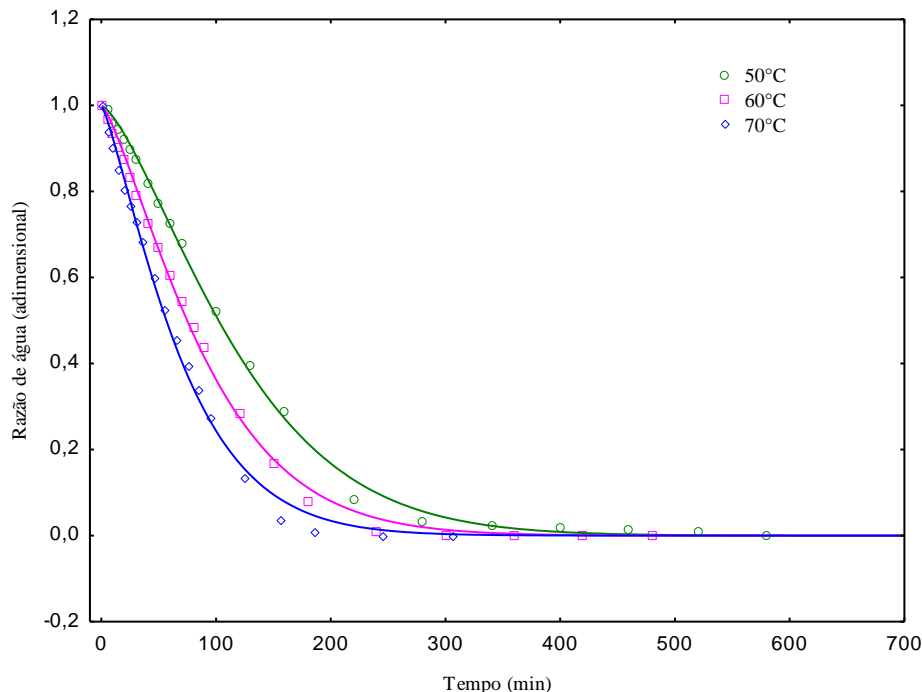
Observa-se na literatura que o modelo de Page é bastante utilizado, para expressar satisfatoriamente o fenômeno da secagem, Dantas et al. (2013) e Hofsky et al. (2013), também verificaram isso em suas pesquisas.

Com o aumento da temperatura, os valores do parâmetro “k”, em todos os modelos, aumentaram, indicando segundo Araújo et al. (2017), que há uma elevação na taxa de secagem gradativa com a temperatura do ar.

Na Figura 1 encontram-se as curvas de cinética de secagem da fécula de Cará nas diferentes temperaturas de estudo (50, 60 e 70 °C) ajustadas ao modelo de Page, cujo o qual foi considerado o melhor modelo. Observa-se que a temperatura influenciou no tempo de secagem, onde conforme aumenta-se a temperatura de secagem ocasiona uma redução gradativa nos tempos de secagem. Com relação a perda de água do produto, esta é mais rápida no início da secagem, apresentando curvas em declínio no gráfico e ao fim da secagem quando a amostra aproximasse do teor de equilíbrio observa-se que o gráfico tende a linearidade, comportamento semelhante ao observado por Castiglioni et al. (2013)

ao secarem massa fibrosa de mandioca. Com relação aos tempos de secagem, na temperatura de 50°C a fécula foi seca em 580 minutos, em 60°C em 480 min e a 70 °C em 305 min.

Figura 1. Curvas de secagem da fécula do Cará nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



CONCLUSÃO

Observou-se que os modelos matemáticos utilizados obtiveram um bom ajuste aos dados experimentais, no entanto o modelo de page apresentou o melhor ajuste, tendo o maior coeficiente de determinação e menor DQM. Constatou-se ainda que, a temperatura influencia bastante no tempo de secagem do produto, sendo o menor tempo de secagem obtido na maior temperatura de estudo.

REFERÊNCIAS

- Araujo, W. D.; Goneli, A. L. D.; Corrêa, P. C.; Filho, C. P. H.; Martins, E. A. S. Modelagem matemática da secagem dos frutos de amendoim em camada delgada. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 48, n.3, p. 448-457, 2017.
- Borba, A. M.; Sarmiento, S. B. S.; Leonel, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, n.4, p.835-843, 2005.
- Castiglioni, G. L., Da Silva, F. A., Caliar, M.; Júnior, M. S. S. Modelagem matemática do processo de secagem da massa fibrosa de mandioca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.9, p. 987-994, 2013.
- Dantas, R. L.; Pê P. R.; Rocha, A. P. T. Comportamento da secagem da hortelã da folha miúda. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. v.18, n. 2, p. 23-27. 2013.
- Feijó, J. C.; Cruz, F. G. G.; Melo, R. D.; Rufino, J. P. F.; Damasceno, J. L.; Costa, A.P.G.C. Negreiros, T.J.N. Farinha de cará (*Dioscorea trifida* L.) sobre o desempenho, qualidade do ovo e bioquímica sérica de poedeiras comerciais leves. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.17, n.1, p.413-426, 2016.
- Hofsky, V. A.; Silva, F. L. H.; Gomes, J. P.; Silva, O. S.; Carvalho, J. P. D.; Lima, E. E., Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.6, p.640-646. Junho 2013.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª edição, 1ª Edição Digital, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- Ramos, A. S.; Castro, A. P.; Medeiro, C. M.; Fraxe, T. J. P.; Melo, S. R. D.; Avaliação da brotação para obtenção de mudas de diferentes partes do tubérculo de cará roxo (*Dioscorea trifida* L.f). Revista Brasileira da Agroecologia, v. 9, n.1, p. 170-175, 2014.
- Reis, R. C. ; Ascheri, D. P. R. ; Devilla, I.A. . 1 - PROPRIEDADES FÍSICAS DO TUBÉRCULO E PROPRIEDADES QUÍMICAS E FUNCIONAIS DO AMIDO DE INHAME (*Dioscorea* sp.) CULTIVAR SÃO BENTO. Revista Agrotecnologia, v. 1, n.1, p., 2010.
- Sanjairaj, V.; Iniyan, S.; Goic, R. A review of solar drying technologies. Revista de Pesquisa e Extensão em Saúde, v. 4, n. 1, p. 25-38, 2012.
- Vilela, C. A. A.; Artur, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.28, p.387-394, 2008.
- Zárete, N. A. H.; Vieira, M. C.; Mapeli, N. C.; Siqueira, A. C. Produção de clones de cará (*Dioscorea* spp.) em Dourados (MS). Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária, n.2, v. 28, 1998.