

## **CINÉTICA DE SECAGEM DO ALBEDO DO MARACUJÁ AMARELO PARA PRODUÇÃO DE FARINHAS E APROVEITAMENTO RESIDUÁRIO**

**Jamilly Salustiano Ferreira Constantino<sup>1</sup>**

**Agdylannah Felix Vieira<sup>2</sup>**

**Larissa Monique de Sousa Rodrigues<sup>3</sup>**

**Renata Duarte Almeida<sup>4</sup>**

**Julice Dutra Lopes<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFCG, Campina Grande – Paraíba, Brasil, jamillysalustiano@gmail.com

<sup>2</sup>Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande – PB, Brasil, agdylana@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFCG, Campina Grande – Paraíba, Brasil, larissamonique@gmail.com

<sup>4</sup>Engenheira Agrícola e Doutora, UFCG, Campina Grande – Paraíba, Brasil, renatadual@hotmail.com

<sup>5</sup>Orientadora e docente do departamento de Engenharia Química, UFPB, João Pessoa – PB, Brasil, julicedl@gmail.com

### **Introdução**

O maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) é uma planta de clima tropical, sendo uma cultura em expansão tanto para o consumo in natura como para a produção de sucos, destacando-se o Brasil como maior produtor de maracujá a mais de duas décadas, com cerca de 80% da produção mundial (MELETTI, 2011). Em 2015 a produção brasileira de maracujá foi de aproximadamente 694.539 toneladas com rendimento médio de 13,66 t/ha, sendo destacada a região Nordeste como a maior produtora de maracujá por ano, com um percentual de (64,90%) de participação na produção, seguida da região Sudeste com (15,16%) (IBGE, 2015).

O aproveitamento de resíduos como matéria prima para a produção de alimentos, surge como uma alternativa para o enriquecimento nutricional e reduzir o desperdício. Partes dos frutos como cascas, talos e folhas são ricos em fibras e podem ser transformados em farinhas podendo ser usados na produção de diversos produtos alimentícios como pães, biscoitos, dentre outros, auxiliando pessoas que precisam controlar o colesterol e aumentar a ingestão de fibras (LUPATINI et al., 2011; SILVA, 2014).

A secagem é uma alternativa que pode ser utilizada como um método de preservação, sendo fundamental no sistema de produção para se obter um produto de boa qualidade, reduzindo o teor de água através do aumento da temperatura a ser desidratado, promovendo a evaporação da água, enquanto a circulação do ar remove a umidade evaporada, diminuindo dessa forma, as reações bioquímicas de degradação (CELESTINO, 2010). O conhecimento das curvas de secagem é de fundamental importância para o desenvolvimento de processos e dimensionamento de secadores. Através desse estudo é possível estimar o tempo de secagem, o gasto de energia e determinar as melhores condições de operação (VILELA & ARTHUR, 2008).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é estudar a cinética de secagem do albedo (parte branca da casca) do maracujá amarelo macerado e não macerado, temperatura de 70°C, ajustando os modelos matemáticos de Page, Henderson e Pabis e Midilli et al., como forma de obter o método mais eficaz para o reaproveitamento desse resíduo.

### **Material e Métodos**

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Campina Grande, PB. Os frutos foram adquiridos no mercado local da cidade de Campina grande, onde foram lavados e sanitizados e, posteriormente, feita a separação da polpa e das cascas de forma manual. A retirada do flavedo (parte amarela) da casca do maracujá foi realizada após cozimento das cascas, e em seguida, uma parte do albedo foram submetidas

a um processo de maceração (imersão em água) durante 24 horas, para retirada do amargor característico do produto pela presença de compostos flavonoides, com posterior drenagem da água utilizando peneira plástica (SILVA, 2014) e outra parte não passou pelo o processo de maceração para comparar a diferença entre os dois tratamentos e comprovar se é importante ou não a etapa do processo de maceração.

A desidratação do albedo do maracujá foi realizada em secador convectivo de bandeja, com circulação de ar com velocidade de 2,0 m.s<sup>-1</sup> a 70°C. Os ensaios de secagem foram realizados em triplicata, onde uma massa de aproximadamente 150 g do resíduo foi pesada em cestas de alumínio de peso conhecido, onde foi feita pesagens em intervalos regulares até a massa constante. No final da secagem foram determinadas as massas secas e calculado o teor de água de acordo com IAL (2008).

Os dados experimentais da secagem do albedo do maracujá (macerado e não macerado) foram expressos na forma de razão do teor de água (RX), conforme mostra equação 1:

$$R_x = \frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} \quad (1)$$

Em que: X<sub>t</sub> é o teor de água no instante t, base seca, bs; X<sub>e</sub>, o teor de água de equilíbrio, bs e X<sub>0</sub>, teor de água inicial, bs.

Para descrição da cinética de secagem foram utilizados os modelos de regressão não-linear proposto por Page (1949), Henderson e Pabis (1961) e Midilli et al. (2002), descritos respectivamente pelas equações 2, 3 e 4, e o ajuste dos dados experimentais foi feito no programa computacional Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

$$R_x = \exp(-k \cdot t^n) \quad (2)$$

$$R_x = a \cdot \exp(-k \cdot t) \quad (3)$$

$$R_x = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t \quad (4)$$

Para analisar a qualidade do ajuste do modelo matemático, utilizou-se como critério o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e o desvio quadrático médio (DQM).

## Resultados e Discussão

O aspecto do albedo de maracujá após a realização da secagem pode ser observado na Figura 1 nos quais a imagem A e B apresentam o albedo seco, triturado, macerado e não macerado, para a temperatura de 70°C.



Figura 1. Albedo do maracujá amarelo macerado (A) e não macerado (B), após desidratação em temperatura de 70°C.

Observando a Figura 2, percebe-se que houve uma alteração na coloração entre as duas amostras. O processo de maceração resultou em um albedo mais claro após a desidratação. O albedo não submetido à maceração apresentou coloração mais escura, lembrando a cor de um produto queimado. No presente trabalho verificou-se que para secagem do albedo (casca) do maracujá amarelo em uma temperatura de 70°C, foram necessários 810 minutos tanto para a secagem do albedo do maracujá macerado, quanto para o não macerado.

Os valores experimentais obtidos das perdas de massa para a temperatura de 70°C do albedo macerado e não macerado, podem ser observados nas Figuras 2, assim como a curva dos modelos escolhidos para o possível ajuste, sendo os dados experimentais representados por linhas pontilhadas e os modelos matemáticos por linhas contínuas. Observou-se que a cinética foi fortemente influenciada pela temperatura e que a perda do teor de água é bem mais rápida no início do processo de secagem. Menezes et al. (2013) analisando a cinética de secagem do bagaço do maracujá, observou que o tempo de secagem diminui conforme o aumento da temperatura; assim como Silva (2014) trabalhando a secagem do albedo do maracujá, também encontrou resultados semelhantes a esses. No geral, os três modelos matemáticos utilizados se ajustaram bem aos dados experimentais.

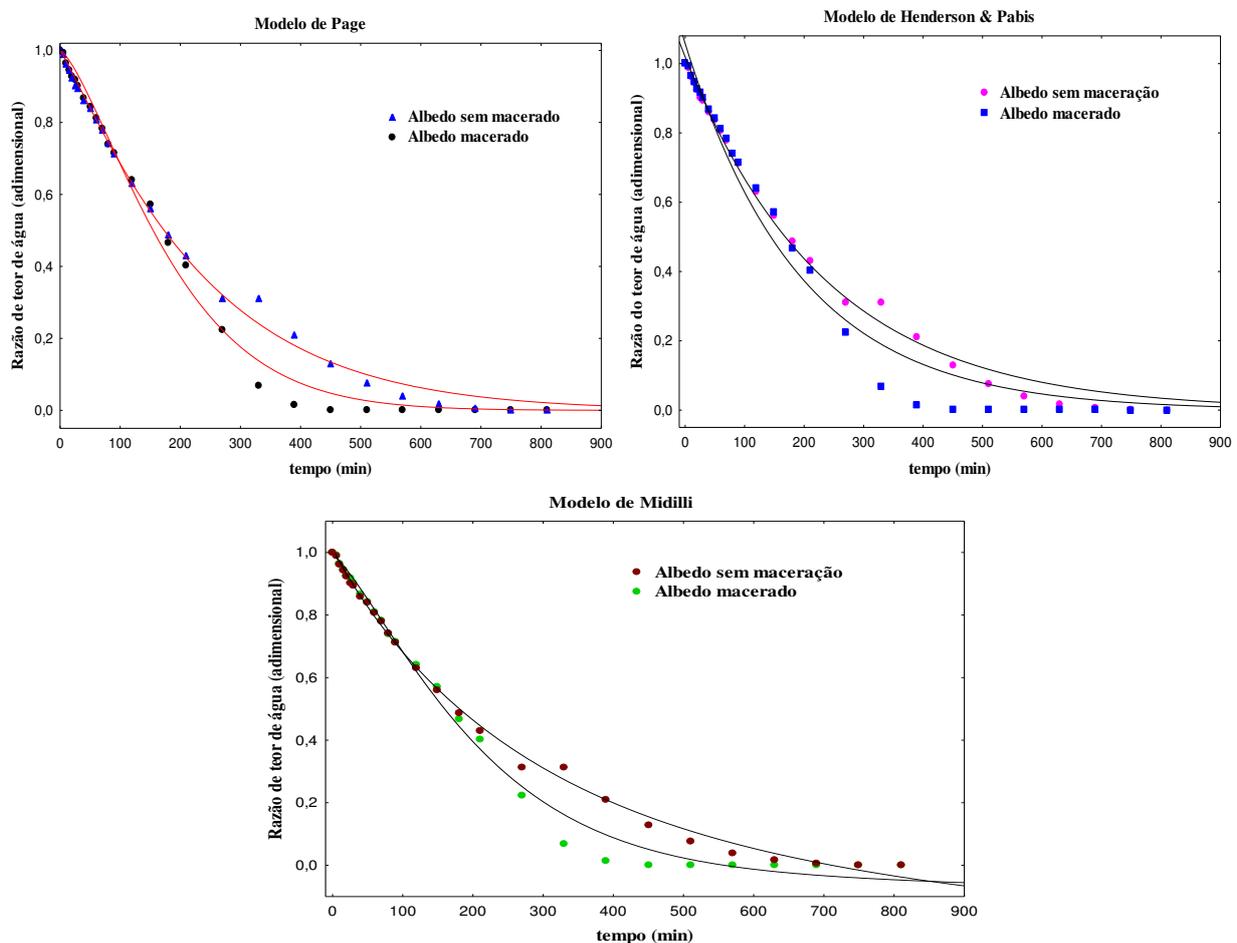


Figura 2. Cinética de secagem do albedo (casca) do maracujá amarelo macerado e não macerado ajustado aos modelos matemáticos de Page (A), Henderson e Pabis (B) e Midilli et al. (C), respectivamente, na temperatura de 70°C.

Verifica-se nas curvas de secagem, que a cinética definiu bem o processo característico de secagem nos dois ensaios experimentais utilizados (Albedo do maracujá macerado e não macerado). Pode-se observar na Figura 2, que os dados da secagem do albedo macerado para a temperatura de 70°C se ajustaram melhor a curva proposta por Page (1949). Já a secagem para o albedo que não passou pelo

processo de maceração, se ajustou melhor tanto para a curva proposta por Page (1949) quanto para a curva proposta por Midilli et al. (2002).

O cálculo dos parâmetros de ajustes e a avaliação dos modelos por meio de regressão não linear aos dados experimentais, foram calculados utilizando-se os modelos, estão apresentados na Tabela 1, respectivamente, assim como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio quadrático médio (DQM).

Tabela 1. Parâmetros obtidos para equações de Page, Henderson e Pabis e Midilli et al. por regressão não linear da secagem do albedo do maracujá macerado e não macerado a 70°C

Modelo	Tratamento	Parâmetros				$R^2$	DQM
Page	Macerado			k	n	99,64%	0,022
	Não macerado			0,0227	11,05077	99,91%	0,009
Henderson e Pabis	Macerado			a	k	99,42%	0,028
	Não macerado			1,009551	0,027660	99,87%	0,011
Midilli et al.	Macerado	a	k	n	b	99,7%	0,02
	Não macerado	1,0150	0,005	0,938649	-0,00013	99,92%	0,008

Os experimentos apresentaram valores altos para  $R^2$  e baixos para o DQM indicando que os modelos representam bem estes processos de secagem, visto que os modelos matemáticos de Page e Midilli et al., ajustados aos dados experimentais, apresentaram coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 99%. Com relação aos valores de DQM todos os modelos foram excelentes por apresentarem valores inferiores a 0,06 em todos dois ensaios experimentais de secagem utilizados. O teor de água das farinhas foram de 5,88 para a farinha do albedo macerado e 5,42 para o albedo não macerado. De acordo com Zanoelo et al. (2007), qualquer modelo de secagem com valores de  $R^2$  menores que 0,90 (decimal) pode ser considerado aceitável, em termos de engenharia, para a descrição do processo. Porém, o mais comum é a obtenção de coeficientes de determinação maiores que 0,99 para os melhores modelos de secagem (SILVA et al., 2008).

## Conclusão

A cinética foi fortemente influenciada pela a temperatura e a perda de água é mais rápida no início do processo. Os modelos matemáticos de Page, Henderson e Pabis e Midilli et al. se ajustaram bem aos dados experimentais apresentando  $R^2$  superior a 99% e DQM inferior a 0,06. A farinha que passou pelo processo de maceração apresentou aspecto mais claro.

## Referências

- CELESTINO, C. Princípios de Secagem de Alimentos. 1. ed. Platina, DF: Embrapa Cerrados. 2010.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal, Culturas temporárias e Permanentes. vol. 42, 2015. Disponível em: [http://https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam\\_2015\\_v42\\_br.pdf](http://https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2015_v42_br.pdf). Acesso em: 15/09/2017.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4ª ed. 1ª ed. Digital, São Paulo, 1020p. 2008.
- LUPATINI, A. L.; FUDO, R. M.; MESOMO, M. C.; CONCEIÇÃO, W. A. S.; COUTINHO, M. R. Desenvolvimento de Biscoito com Farinha de Casca de Maracujá-Amarelo e Okara. Revista Ciências Exatas e Naturais, v.13, n.3, p.318-329. 2011.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do Maracujá no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, v.33, p.83-91. 2011.
- MENEZES, M. L. DE; STROHER, A. P.; PEREIRA, N. C.; BARROS, S. T. D. DE. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. Engevista, v.15, n.2, p.176-186. 2013.
- SILVA, E. C. DE O.DA. Obtenção e Caracterização da Farinha do Albedo de Maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para uso alimentício. 65p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2014.

- SILVA, A. S.; ALMEIDA, F. A. C.; LIMA, E. E.; SILVA, F. L. H. Drying kinetics of coriander (*Coriandrum sativum*) leaf and stem. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.6, n.1, p.13-9. 2008.
- STATSOFT, Inc. Statistica (Data Analysis Software System), version 7.0. 2004.
- VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.28, n.2, p.387-394. 2008.
- ZANOELO, E. F.; CELSO, G. M. D.; KASKANTZIS. Drying kinetics of mate leaves in a packed bed dryer. *Byosystems Engineering*, v.96, n.4, p.487-494. 2007.