

Franciele R. Machado e Gabriela. S. Rosa
Engenharia Química - Universidade Federal do Pampa
Email: franciiirocha@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O cultivo da amora-preta vem crescendo no estado do Rio Grande do Sul, devido ao seu baixo custo na produção e facilidade no manejo. É uma fruta pertencente à família das *Rosacea* de gênero *Rubus*, e apresenta uma coloração atrativa, característica esta que representa a alta concentração de antocianinas. As antocianinas são conhecidas como pigmentos naturais e seu uso está sendo associado com a prevenção de doenças crônicas. Uma boa alternativa para preservar as propriedades do produto *in natura* é através do processo de secagem, o qual visa à redução do teor de água do material, diminuindo a proliferação de fungos e bactérias, facilitando o transporte e armazenamento. O conhecimento das isotermas de equilíbrio é de grande importância na determinação do conteúdo final de umidade de um material, quando este é submetido à operação de secagem.

OBJETIVO

Avaliar a influência das condições de processo na cinética de secagem da amora-preta, além disso, obter as isotermas de equilíbrio nas temperaturas de secagem.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

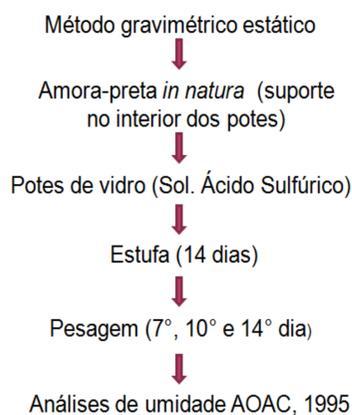
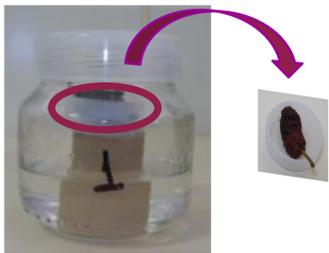
Secagem

- ✓ Temperaturas : 60 e 70 °C
- ✓ Velocidades do ar: 1 e 2 m/s



FIGURA 1 – Secador de leito fixo.

Isoterma de equilíbrio



METODOLOGIA DE CÁLCULO

Modelos matemáticos para a secagem

Henderson e Pabis

$$\frac{X-X_e}{X_o-X_e} = a \cdot e^{(-K \cdot t)}$$

Midilli

$$\frac{X-X_e}{X_o-X_e} = a \cdot e^{(-K \cdot t^n)} + b \cdot t$$

Page

$$\frac{X-X_e}{X_o-X_e} = e^{(-K \cdot t^n)}$$

Modelos matemáticos para as isotermas de equilíbrio

BET

$$X_e = \frac{(X_m \cdot C_B \cdot UR)}{\{(1-UR) \cdot [(1-UR) \cdot (C_B \cdot UR)]\}}$$

GAB

$$X_e = \frac{X_m \cdot C_G \cdot K \cdot UR}{(1-K \cdot UR) \cdot (1-K \cdot UR + C_G \cdot K \cdot UR)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amora-preta *in natura* →
(média ± desvio padrão, n = 3)

60 °C

$$X_i = 87,94 \pm 0,01 \% \text{ b.u.}$$

$$X_f = 27,29 \pm 0,01 \% \text{ b.u.}$$

70 °C

$$X_i = 79,47 \pm 0,01 \% \text{ b.u.}$$

$$X_f = 25,51 \pm 0,10 \% \text{ b.u.}$$

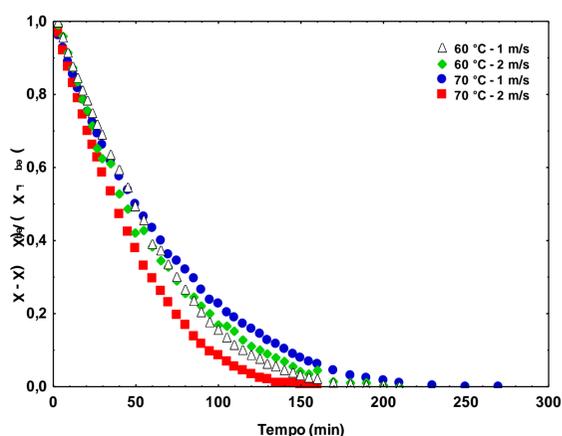


FIGURA 2 – Adimensional de água livre em função do tempo, nas temperaturas de 60 e 70°C.

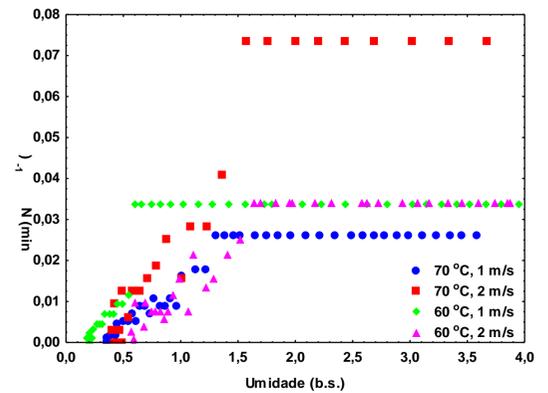


FIGURA 3 – Curva da taxa de secagem em função da umidade, nas temperaturas de 60 e 70 °C.

TABELA 1 - Parâmetros dos modelos de secagem.

T (°C)	Velocidade de secagem (m/s)	Modelo	K (min ⁻¹)	R ² (%)	E(%)
60	1	Henderson e Pabis	0,0135	99,502	0,987
		Midilli	0,00792	99,856	0,489
		Page	0,00652	99,791	0,439
60	2	Henderson e Pabis	0,0162	98,780	2,173
		Midilli	0,0067	99,599	1,113
		Page	0,00604	99,394	1,339
70	1	Henderson e Pabis	0,0138	99,965	0,287
		Midilli	0,0119	99,989	0,141
		Page	0,0121	99,988	0,163
70	2	Henderson e Pabis	0,0186	99,593	1,306
		Midilli	0,0106	99,982	0,292
		Page	0,0102	99,980	0,283

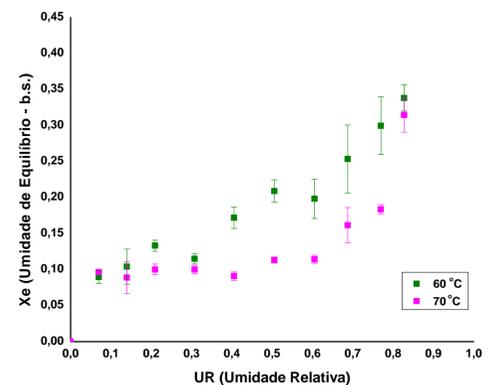


FIGURA 4 - Isotermas de equilíbrio para a amora-preta nas temperaturas de estudo

Tabela 2 – Parâmetros para modelos de isotermas de equilíbrio.

		Temperaturas	
		60 °C	70 °C
BET	X _m	0,1053 ± 0,0086	0,0655 ± 0,0023
	C _B	130,7 ± 76,66	670,9.10 ⁴ ± 242,4.10 ⁴
	R ²	87,93	73,26
	E (%)	14,69	17,64
	teste-F	44,65	23,92
GAB	X _m	0,1216 ± 0,0146	0,05945 ± 0,0068
	C _G	56,89 ± 17,48	1744.10 ⁴ ± 1820.10 ⁴
	K	0,7723 ± 0,1013	0,9520 ± 0,0501
	R ²	91,35	88,86
	teste-F	70,07	33,85

CONCLUSÃO

- ✓ As curvas de cinética de secagem foram caracterizadas por apresentarem dois períodos distintos, inicialmente taxa constante e após, taxa decrescente.
- ✓ Todos os modelos se mostraram adequados, apresentando altos coeficientes de determinação (R² > 98 %).
- ✓ O modelo de Midilli apresentou menores valores para o erro médio relativo (E %).
- ✓ As isotermas de amora-preta demonstraram um aumento no teor de umidade de equilíbrio (X_e) com aumento da umidade relativa (UR), a uma temperatura constante. Este comportamento manifesta-se na forma de uma curva sigmoidal, muito comum em produtos alimentícios.
- ✓ Através dos modelos verificou-se que a umidade da monocamada (X_m) diminui com o aumento da temperatura, conforme esperado.

AGRADECIMENTOS