

SECAGEM HÍBRIDA DA BIOMASSA VISANDO PRODUÇÃO DE ENERGIA

Karla de Morais Silva¹
Raelson Lima Serra²
Luanda Gimeno Marques³
Manoel Marcelo do Prado⁴

^{1,2,3,4} Grupo de pesquisa em Fenômenos de Transporte e Sistemas Particulados, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – Sergipe, Brasil, mkarla@outlook.com, raellson@hotmail.com; luanda_gimeno@yahoo.com.br; manoelmprado@yahoo.com.br

Introdução

O uso da biomassa proveniente de resíduos agrícolas para a geração de energia oferece uma oportunidade de dar destino a um material que descartado inadequadamente poderia causar problemas ambientais e oferecer uma fonte de energia renovável para o Brasil, podendo-se reduzir a utilização de fontes não-renováveis de energia. O grande consumo de açaí no Brasil possibilita que seus caroços, um resíduo do beneficiamento do açaí, possam ser usados para a geração de energia.

Para se obter energia, a biomassa deve passar por combustão, pirólise ou gaseificação (LUK et al., 2013). Ocorre então o aproveitamento da energia solar armazenada na planta por meio da fotossíntese (SILVA, 2012). No entanto, a umidade naturalmente presente na biomassa prejudica a eficiência destes processos (LUK et al., 2013). Torna-se então necessário secar o material previamente.

Este trabalho objetiva o estudo da secagem híbrida de caroços de açaí, utilizando radiação infravermelha (IV) e convecção forçada de ar, buscando-se determinar uma condição de secagem que consiga reduzir o nível de umidade do material e que seja energeticamente eficiente.

Material e Métodos

Os caroços de açaí foram obtidos em uma indústria de beneficiamento de açaí no município de Imperatriz – MA. Foram removidos os resíduos de epicarpo, mesocarpo e fibras dos caroços. Foram selecionados os caroços com eixo maior medindo entre 11 e 12 mm, para a homogeneização do material. As medidas foram realizadas com um paquímetro da marca DIGIMESS com leitor digital e precisão 10⁻².

A secagem ocorreu em equipamento montado conforme esquema da Figura 1.

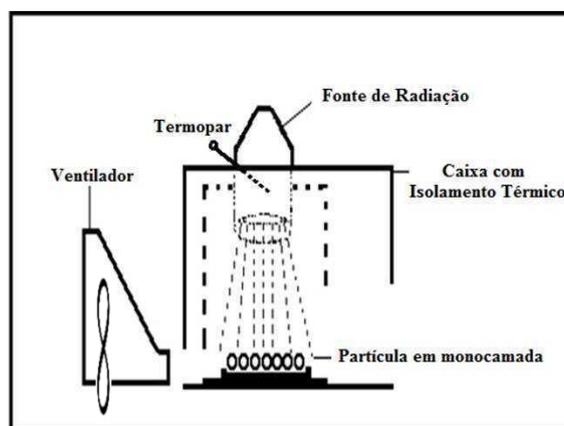


Figura 1. Esquema do secador.

A velocidade do ar foi ajustada com anemômetro da marca INSTRUTHERM modelo AD-250 e a temperatura da fonte com termopar em conjunto com pirômetro da marca IMPAC modelo IP-850. A corrente elétrica requerida por cada equipamento foi medida por um Mini Alicates Amperímetro Digital modelo ET-3122A da marca Minipla.

Em uma bandeja metálica, foram dispostos (50 ± 2) g do material em camada única, ocorrendo em seguida a exposição à radiação infravermelha com convecção. A perda da massa de água ao longo do experimento foi mensurada em balança analítica (marca SHIMADZU, modelo AUX 220) até que a variação da massa fosse menor que 0,15g. Foram utilizadas três diferentes velocidades do ar convectivo do ventilador – 0,5m/s, 1,0m/s e 1,5m/s – e três diferentes temperaturas da fonte IV – 100°C, 120°C e 140°C – combinadas. A fonte de infravermelho (IV) foi colocada à distância de 17 cm do material. A fonte IV recebeu tensão elétrica de 220V e o ventilador recebeu tensão elétrica de 110V.

A determinação da massa de sólido seco do material foi feita deixando-se o material em estufa a (105 ± 3) °C por 24 horas e pesando-se a massa final na balança analítica.

Equações

Teor de umidade em base seca (Xbs):

$$Xbs = \frac{m_{su} - m_{ss}}{m_{ss}}$$

Sendo: msu = massa de sólido úmido; mss = massa de sólido seco

Teor de umidade adimensional (XR):

$$XR = \frac{Xbs_t - Xbs_f}{Xbs_0 - Xbs_f}$$

Sendo: Xbst = teor de umidade em base seca no instante de tempo t; Xbsf = teor de umidade em base seca final (de equilíbrio); Xbs0 = teor de umidade em base seca inicial

Gasto energético (E):

$$E = \frac{i \times P \times t}{m_0 - m_t}$$

Sendo: i = corrente elétrica (A); P = tensão elétrica (V); t = tempo (s); m0 = massa inicial (g); mt = massa no tempo t (g).

Resultados e Discussão

A seguir estão os gráficos que relacionam a temperatura atingida pelo material durante a secagem com as diferentes condições empregadas durante os experimentos.

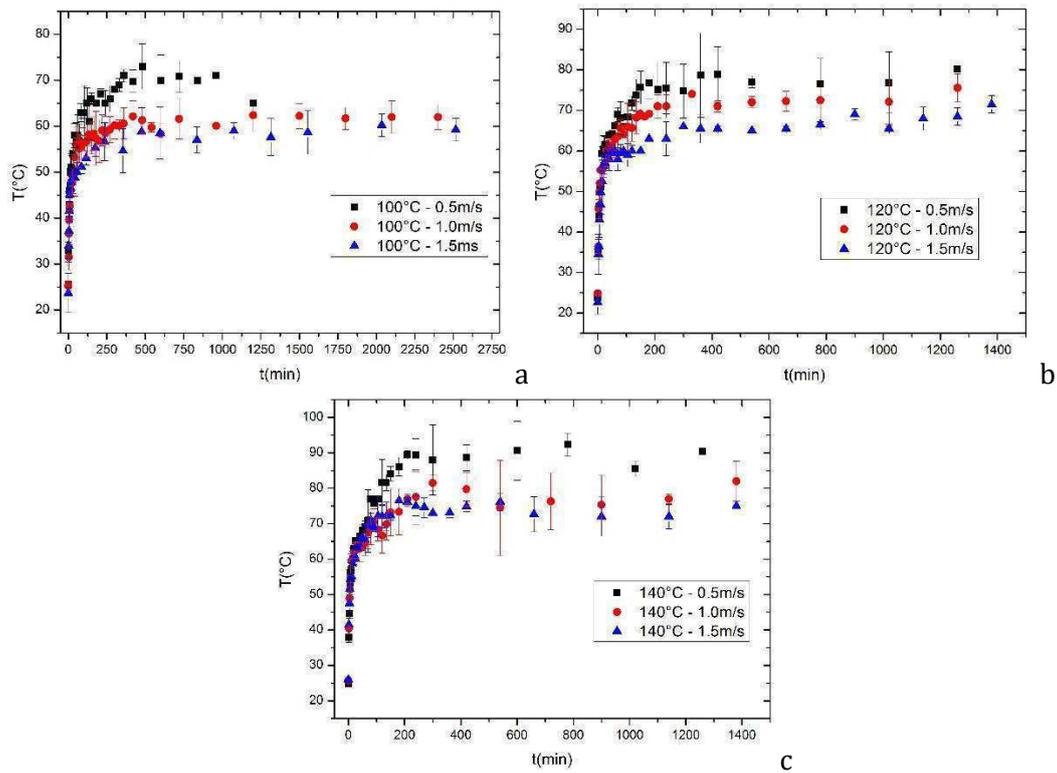


Figura 2. Temperatura na superfície do caroço de açaí em função do tempo para velocidades do ar de 0,5; 1,0 e 1,5 m/s: (a) $T=100^{\circ}\text{C}$; (b) $T=120^{\circ}\text{C}$ e (c) $T=140^{\circ}\text{C}$.

A Figura 2 apresenta os resultados típicos das temperaturas empregadas na secagem dos caroços. Verifica-se que independente da temperatura da fonte de radiação IV e da velocidade de convecção do ar, o início do processo de secagem é caracterizado por um aumento assintótico da temperatura superficial do material. Percebe-se ainda que a convecção forçada não influencia no período de aquecimento inicial das amostras para todas as velocidades e temperaturas empregadas no processo. Após o rápido aquecimento da superfície dos caroços de açaí, constata-se que a temperatura dos mesmos não tende a atingir um patamar correspondente à temperatura da fonte de aquecimento dos respectivos ensaios aos quais são submetidos.

Em 100°C a superfície da amostra atingiu temperatura máxima de $73,5^{\circ}\text{C}$ à velocidade do ar de $0,5\text{ m/s}$. Enquanto isso, menores valores de temperatura foram observados para as velocidades de $1,0$ e $1,5\text{ m/s}$. A Figura 2(b) e a Figura 2(c) mostram temperaturas máximas de 86°C e $90,6^{\circ}\text{C}$ da superfície da amostra para 120°C a $0,5\text{ m/s}$ e 140°C a $0,5\text{ m/s}$, respectivamente.

Observa-se que para as três temperaturas estudadas o aumento da velocidade do ar resulta em resfriamento da superfície do material, como esperado. No entanto, com o aumento da temperatura da fonte, a influência da convecção é minimizada, ou seja, para $T=140^{\circ}\text{C}$ as três temperaturas de equilíbrio não são muito distintas, principalmente para as velocidades do ar de $0,5$ e $1,0\text{ m/s}$. Isto mostra que a transferência de energia durante o aquecimento está sendo predominante em relação ao resfriamento ocasionado pela convecção.

As maiores temperaturas na superfície das partículas foram alcançadas em 140°C . Isso pode justificar a concomitante apresentação de melhores fluxos de umidade do interior do sólido nesta temperatura.

Abaixo seguem as curvas da cinética de secagem do caroço de açaí em cada velocidade do ar de convecção e temperatura da fonte IV utilizadas:

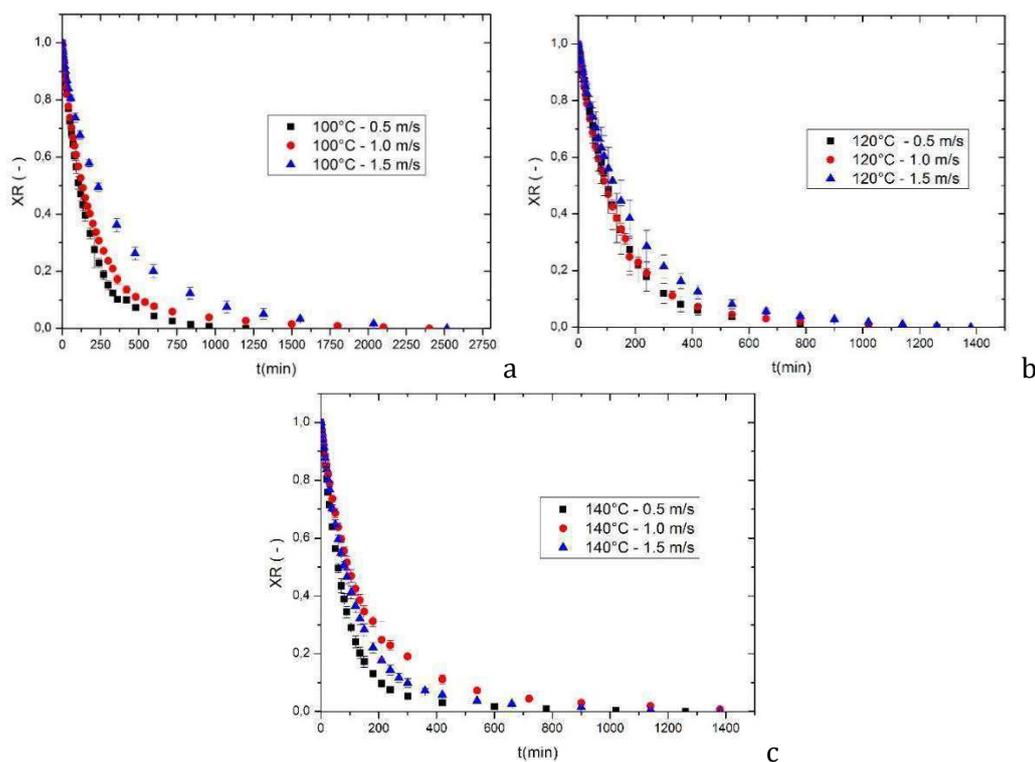


Figura 3. Adimensional de umidade em função do tempo para diferentes velocidades do ar: (a) $T=100^{\circ}\text{C}$; (b) $T=120^{\circ}\text{C}$ e (c) $T=140^{\circ}\text{C}$.

Analisando-se a Figura 3, verifica-se a influência da temperatura e da convecção de ar na secagem dos caroços. A convecção de ar, em temperatura ambiente, resfria a superfície do caroço, sendo assim, a temperatura do interior da amostra torna-se diferente da temperatura de sua superfície caracterizando uma condução transiente de calor. Como a resistência a condução no interior do corpo é alta, o sólido demora a entrar em equilíbrio térmico, isso promove um gradiente de temperatura da superfície para o interior da amostra, e conseqüentemente, um gradiente de umidade inverso. Como o ar é frio, o processo de secagem é retardado, já que o aquecimento via radiação IV se dá de fora para dentro da partícula.

Desta forma, o maior tempo de secagem foi obtido a 100°C com aproximadamente 2400 minutos. Por outro lado, para as temperaturas de 120°C e 140°C os tempos de experimento foram de 1250 minutos, conforme apresentam a Figura 3(b) e a Figura 3(c).

É percebido que o aumento da temperatura da fonte IV favorece a secagem do material, já que mais radiação é emitida para o aquecer. Abaixo estão relacionados o tempo necessário e a energia gasta por quilograma de água removida para se chegar à umidade de 0,2 em base seca (b.s.) para cada condição de secagem realizada:

Tabela 1. Tempo de secagem e energia gasta por quilograma de água removida para atingir 0,2 b.s. de umidade

	100°C 0,5m/s	100°C 1,0m/s	100°C 1,5m/s	120°C 0,5m/s	120°C 1,0m/s	120°C 1,5m/s	140°C 0,5m/s	140°C 1,0m/s	140°C 1,5m/s
Tempo (min)	150	230	475	142,5	165	180	105	120	150
Energia (MJ/kg)	153,77	186,60	474,52	128,12	162,46	194,45	86,30	140,27	127,08

O aumento da temperatura da fonte IV resultou na diminuição do tempo de secagem, reduzindo o custo energético do processo. Já o aumento da velocidade do ar convectivo resulta em aumento do tempo de processo, aumentando conseqüentemente o gasto de energia elétrica associado à convecção. Assim, a melhor condição de secagem entre as estudadas é a de 140°C e 0,5m/s.

Conclusão

A secagem híbrida de caroços de açaí tem melhores resultados quando há maiores temperaturas da fonte IV e menores velocidades do ar de convecção. Dentre as condições estudadas, a temperatura de 140°C e velocidade de 0,5m/s mostrou-se mais energeticamente eficiente para se obter uma umidade 0,2 b.s. do material. Desta forma, é possível que se viabilize a utilização do caroço de açaí para produção de energia.

Agradecimentos

Agradecimentos a CINTTEC/POSGRAP/UFS pelo apoio financeiro.

Referências

LUK, H. T., LAM, T. Y. G., OYEDUN, A. O., GEBREEGZIABHER, T.; HUI, C. W. Drying Of Biomass For Power Generation: A Case Of Study On Power Generation From Empty Fruit Bunch. *Energy*, v.63, p.205-215. 2013.

SILVA, E. Biomassa cultivada para produção de energia: estudo comparativo entre capim elefante e eucalipto com a incorporação da energia solar na secagem. Tese (mestrado). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2012.