

Avaliação de um secador solar para secagem de resíduos de pupunha

Arantes, M. S. T.¹, Lima, E. A.², Zanoni, P. R. S.², Sá, F. P.³

¹ Estagiário Embrapa Florestas e discente de Engenharia Química UFPR, matheussamponi@ufpr.br

² Pesquisador Embrapa Florestas

³ Pós-Doutoranda Embrapa Florestas

Resumo

A balsa da pupunha proveniente das indústrias de produção de palmito apresenta um alto teor de umidade, em torno de 85 %. A secagem deste material pode ser realizada utilizando secadores solar, visando o gerenciamento deste resíduo e possibilitando a sua aplicação em diversas áreas, inclusive para a geração de energia. Neste trabalho, a eficiência de um secador solar passivo foi avaliada na secagem do resíduo da pupunha in natura, fazendo-se um acompanhamento das condições meteorológicas, de umidade relativa do ar e temperatura da câmara de secagem e das condições de umidade em base úmida das balsa ao longo do tempo de operação. Após 38 dias de experimento, a umidade da balsa de pupunha chegou a 22 %, com uma redução volumétrica de 1,7 m³ para 0,8 m³, apresentando um bom rendimento do secador.

Palavras-chave. Secagem, Aproveitamento de resíduos, Biomassa.

Introdução

A secagem é uma operação unitária que consiste na remoção da umidade presente em uma amostra e é realizada em diversos segmentos da indústria, no preparo de reagentes ou até mesmo no refino de produtos.

Dentre os diversos tipos de secadores, destaca-se o secador solar, devido a grande economia de energia que se tem, uma vez que o gasto energético da secagem representa em torno de 10 a 15 % do gasto total em indústrias (HAGE, 2018).

Tem-se, também, uma vantagem econômica na aquisição de secadores solar; uma economia de 92 % pode ser atingida comparando com secadores convencionais de mesmo volume (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2008).

Para se analisar a viabilidade de um secador solar, dois fatores a serem levados em consideração são o tipo de material que passará pelo processo, que pode ser caracterizado quanto ao seu comportamento na etapa de secagem, e o carregamento do equipamento (HAGE, 2018).

Além da aplicação para insumos industriais, o secador solar pode ser utilizado para secagem de frutas e de biomassa em geral, como resíduos de agroindústria.

Na agroindústria de palmito, 70 % da biomassa colhida no campo torna-se resíduo e não apresenta um uso consolidado. A secagem destes resíduos se faz interessante, então, uma vez que o consumo de palmito pupunha tem crescido (SANTOS). Os resíduos gerados nas agroindústrias são divididos em três partes: bainha de proteção externa, bainha interna e a parte basal, que são todas descartadas, mas poderiam ser aproveitadas para várias aplicações, inclusive para geração de energia dentro da própria indústria, substituindo combustíveis fósseis no aquecimento de água, uma vez que apresentam um bom poder calorífico, promovendo uma queima mais ecologicamente sustentável (NISHIGUCHI, 2016). Para tanto, deve-se secar a biomassa, de modo a aumentar o rendimento da queima.

Diversos modelos de secador solar são encontrados na literatura, separados de acordo com o seu funcionamento quanto à exposição solar (secadores direto, indireto e misto) e a sua operação (secadores ativo e passivo), sendo classificados a partir da junção das duas características (AYUA, 2017; SHARMA, 2009).

O presente trabalho tem como objetivo a avaliação de um secador solar passivo misto na secagem da bainha externa de pupunha.

Material e Métodos

O experimento foi realizado utilizando amostras de bainha externa de pupunha, obtida *in natura* em uma agroindústria de médio porte em Antonina, PR, que gera em torno de 3 toneladas de resíduo por dia.

Primeiramente foi realizada a caracterização da secagem do material quanto a sua umidade livre. Cinco bainhas foram amostradas e alocadas em uma estufa (FANEM 315 SE, Brasil) a 110 °C. Foi realizada a pesagem das amostras a cada hora utilizando uma balança digital (AAKER P6MT, Brasil), até massa constante.

A umidade em base úmida foi calculada para cada ponto e, para a determinação das características do sólido, calculou-se a taxa de variação da massa da amostra em função do tempo, obtendo-se o gráfico da taxa ao longo da umidade da amostra, que foi comparado com curvas características de secagem de material disponíveis na literatura.

Uma vez caracterizado o material, o secador solar foi alimentado com uma batelada de 1,7 m³ de bainha de pupunha, que corresponde a 351 kg. O secador utilizado no experimento é mostrado na Figura 1, modelo adaptado a partir do proposto por EMBRAPA, 2008. Foram utilizadas três bandejas de secagem, de modo que o material a ser secado fosse separado em andares, para evitar o empacotamento do material e melhorar a circulação do ar.

A disposição do material no interior do secador foi realizada com 4 camadas de bainha em direção perpendicular para cada bandeja do secador mantendo um espaço entre cada bainha de modo a facilitar a passagem de ar.

Para o acompanhamento do experimento, amostras selecionadas foram identificadas e pesadas diariamente e logo retornadas aos lugares fixos de onde eram retiradas, até que a taxa de variação da massa das amostras ao longo do tempo fosse nula. Foi realizada, então, a secagem total das amostras na estufa a 110 °C para o cálculo de umidade.

Um aquisitor de dados (MINIPA ezTemp-10, Brasil) foi utilizado para acompanhar as condições de temperatura e umidade relativa do ar no interior da câmara de secagem e os dados

meteorológicos foram obtidos a partir da base de dados do INMET para a estação de Colombo, Paraná.

Por fim, foram medidas as alturas das bandejas para cálculo da redução de volume e o material seco foi retirado do secador.

Figura 1. Secador solar utilizado no experimento.



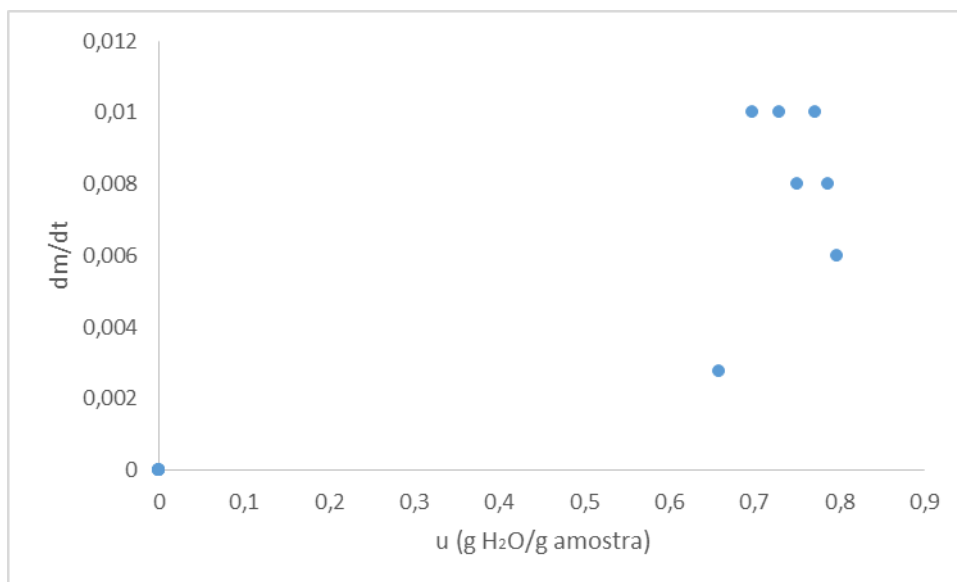
Fonte: Arantes, 2019.

Resultados e Discussão

A partir da Figura 2, pode-se observar as características de secagem da pupunha. Pode-se separar o gráfico obtido em 4 fases: I) o início da secagem, que tem uma taxa intermediária devido ao fato de a amostra estar perdendo água, mas ainda não atingir o equilíbrio térmico com o ar; II) o período de taxa constante de secagem, com maior velocidade de perda de massa; III) a 1ª fase de taxa decrescente, mais acentuada; IV) a 2ª fase de taxa decrescente, com uma característica mais suave.

Analisando as fases obtidas, pode-se observar que a curva da pupunha segue uma curva típica de velocidade de secagem de sólido higroscópico, como já esperado, uma vez que é um material orgânico com bastante afinidade com água e alto índice de umidade *in natura*.

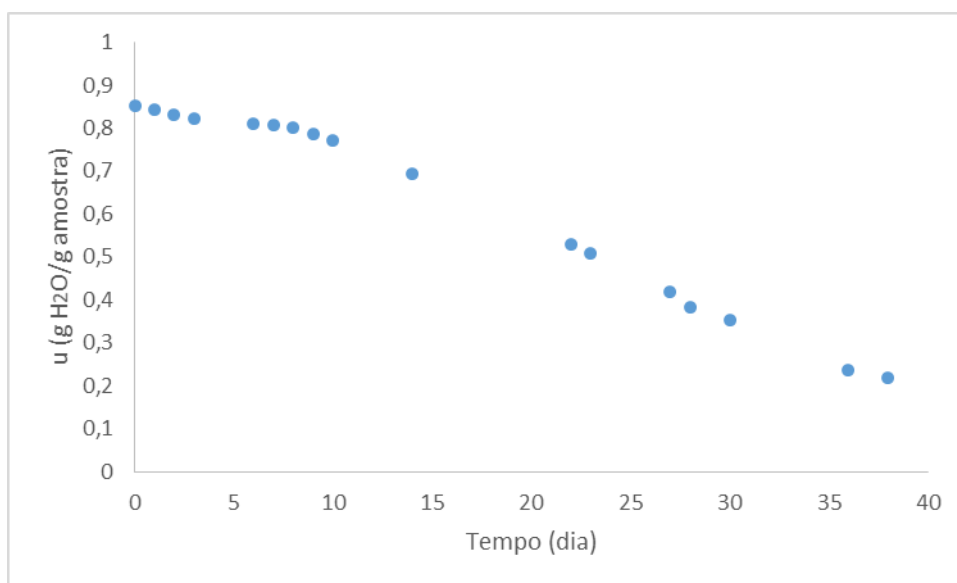
Figura 2. Comportamento da taxa de secagem da haste de pupunha ao longo da umidade da amostra a temperatura constante.



Fonte: Arantes, 2019.

Na Figura 3, pode-se observar a curva de secagem das amostras no secador solar ao longo do tempo. Pode-se observar que a curva de secagem pode ser dividida em 4 fases: I) primeira fase de decréscimo pouco acentuado linear, entre os dias 0 e 4; II) fase constante, que ocorre entre os dias 4 e 8; III) segunda fase de decréscimo linear, mais acentuado, entre os dias 8 e 30; IV) fase de decréscimo exponencial, entre os dias 30 e 38.

Figura 3. Umidade relativa média das amostras ao longo do tempo de operação.

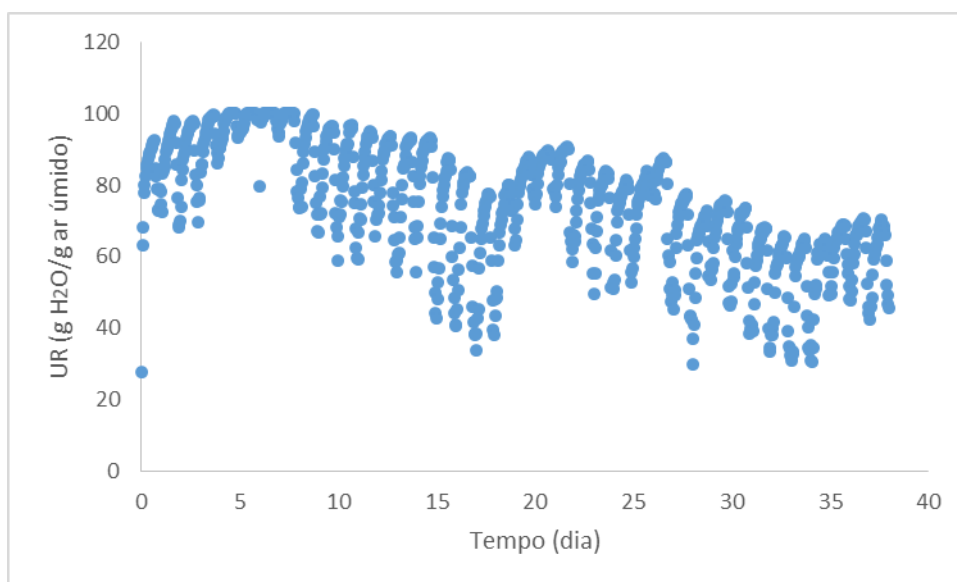


Fonte: Arantes, 2019

Ao analisar as Figuras 2 e 3, observa-se que secagem da bainha da pupunha segue o comportamento esperado, com exceção da fase II. A fase I representa a secagem moderada no início, quando o sólido úmido ainda não atingiu o equilíbrio térmico com o ar; na fase III, tem-se o período de taxa de secagem constante, com maior velocidade de secagem; a fase IV mostra o decaimento da velocidade de perda de água até atingir o estado de equilíbrio de umidade entre a amostra e o ar.

A partir dos dados de umidade relativa do ar obtidos com o aquisitor de dados, mostrados na Figura 4, pode-se observar que, entre os dias 4 e 8, o ar na câmara de secagem estava saturado, com a umidade relativa atingindo 100 % em alguns períodos do dia, o que explica a fase II, de umidade constante, da curva de secagem da Figura 3.

Figura 4. Umidade relativa do ar ao longo do tempo de secagem.



Fonte: Arantes, 2019.

O volume final de bainha de pupunha no secador após o tempo de secagem foi de 0,8 m³, representando uma redução de 53 % do volume inicial. A massa de amostras retiradas do secador solar foi de 66 kg de bainha, obtendo-se uma redução de 81 % de massa da batelada.

Conclusões

O aproveitamento dos resíduos das agroindústrias produtoras de palmito pupunha se mostrou de grande importância a partir deste trabalho, devido a dois fatores principais: primeiramente, a alta quantidade de resíduos sólidos gerados neste segmento de indústria, uma vez que observou-se que o palmito comercializado representa apenas 30 % do volume que é colhido no campo, enquanto o restante é descartado; além disso, o desperdício da biomassa rejeitada, que pode ser utilizada em diversas outras aplicações, como na produção de energia.

Além disso, pôde-se observar a atratividade da aplicação da secagem solar com a economia em energia elétrica na secagem do material, o baixo custo de materiais para a construção do equipamento e as condições de secagem obtidas.

Em 38 dias de secagem, o teor médio de umidade em base úmida da amostra de massa inicial de 351 kg de bainha externa de pupunha caiu de 85 % para 22 %. Para se diminuir o tempo de secagem, pode-se realizar uma menor batelada, de modo a se evitar a saturação do ar ou, ainda, instalar equipamentos que aumentem o fluxo de ar, como ventiladores ou exaustores elétricos.

Referências Bibliográficas

- AYUA, E. *et. al.* (2017). Comparison of a mixed modes solar dryer to a direct mode solar dryer for African indigenous vegetable and chili processing. *Journal of Food Processing and Preservation*. V. 41.
- EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL (2008). Secador solar para produtos agroflorestais. Belém. Folheto, 4 p.
- HAGE, H. *et. al.* (2018). An investigation on solar drying: A review with economic and environmental assessment. *Energy*. V. 157, pp. 815-829.
- NISHIGUCHI, S. E TABATA, T. (2016). Assessment of social, economic, and environmental aspects of woody biomass energy utilization: Direct burning and wood pellets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. V. 57, pp. 1279-1286.
- SANTOS, A. F., RODRIGUES, A. E JÚNIOR, J. F. P. Estatísticas de Produção. *AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pupunha/arvore/CONT000h3115ka102wx7ha06keammg0wu4ov.html>. Acesso em 20/05/2019.
- SHARMA, A., CHEN, C. R. E LAN, N. V. (2009). Solar-energy drying systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. V. 13, pp. 1185-1210.