

# PROTÓTIPO DE DESIDRATADOR DE FRUTAS COM USO DE ENERGIA SOLAR DIRETA

PEDRO H. WEIRICH NETO<sup>1</sup>, YURIK A. L. BERGAMINI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Doutor, Laboratório de Mecanização Agrícola(Lama). Agronomia/UEPG, Ponta Grossa-PR, (42)3220-3092, [lama1@uepg.br](mailto:lama1@uepg.br)

<sup>2</sup> Acadêmico, Curso de agronomia/UEPG

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** O paradigma da sustentabilidade das propriedades agrícolas traz consigo, na agricultura do novo milênio, a otimização do processo de produção. Pensando no comentado o Laboratório de Mecanização Agrícola (Lama/UEPG) desenvolveu um protótipo de desidratador de frutas com uso de energia solar direta, constituído de uma câmara de desidratação e uma câmara de captação de energia. Esta é formada por uma chapa de zinco e latas de alumínio deformadas, ambos na coloração preta, resultando em uma superfície irregular de grande absorvância. Compõe ainda a câmara de captação uma cobertura de vidro, que é transparente ao comprimento luz visível e opaca ao infravermelho. Como variáveis de resposta, analisou-se a desidratação de bananas e mensurou-se a temperatura interna da câmara de desidratação. Apesar do baixo valor do coeficiente de determinação,  $R^2=0,56$ , ficou clara a correlação positiva entre a temperatura ambiente e a da câmara de desidratação. O tempo de exposição da banana na câmara de desidratação para alcançar aproximadamente  $200 \text{ g kg}^{-1}$  de conteúdo de água variou de 18 a 26 horas. O protótipo se mostrou eficiente, sendo interessante para agricultura familiar.

**PALAVRAS-CHAVE:** agricultura familiar, fruta passa, banana.

## PROTOTYPE FRUIT DEHYDRATOR USING DIRECT SOLAR ENERGY

**ABSTRACT:** The new millennium paradigm of self-sustainable agriculture comprises the optimization of the production process. Considering that situation, the Agricultural Mechanization Lab (Lama/UEPG) developed a prototype solar fruit dehydrator, composed of a dehydration chamber and an energy collection chamber. The energy collection chamber was built with a zinc sheet and deformed aluminum cans, all painted black, resulting in an irregular surface with high absorptiveness. This chamber was covered by a pane of glass, transparent to visible light and opaque to infrared. Dehydration of bananas and temperature in the dehydration chamber were the observed response variables. There was a clear correlation between temperature of the environment and temperature in the dehydration chamber, despite the low determination coefficient of  $R^2=0,56$ . The exposition time of bananas in the dehydration chamber varied from 18 to 26 hours to reach a water content of  $200 \text{ g kg}^{-1}$ . The prototype is efficient, recommended for family farm agriculture.

**KEY WORDS:** family agriculture, dried fruit, banana.

**INTRODUÇÃO:** O paradigma da sustentabilidade das propriedades agrícolas traz consigo, na agricultura do novo milênio, a otimização do processo de produção. Problemas como a produção sazonal, de colheita, de transporte e armazenamento é comum. Como exemplo do comentado o Brasil,

terceiro maior produtor e segundo maior consumidor mundial de banana (*Musa* sp.), tem perdas deste produto que chegam a 40% (SILVA et al., 2001).

A desidratação é um dos métodos conhecidos mais antigos para promover a conservação de produtos orgânicos (BEZERRA, 2001). O processo de desidratação serve como opção para evitar desperdício e como uma variação do sabor natural dos frutos, o qual normalmente utiliza radiação solar direta, onde os produtos ficam expostos ao sol ou em estufas elétricas de circulação forçada de ar (QUEIROZ, 1994). No primeiro caso o processo se caracteriza por grandes perdas de energia e de produto, principalmente pela falta de controle dos parâmetros de secagem, bem como um produto final com grande quantidade de impurezas. Já no caso da utilização de estufas elétricas o custo inicial elevado e o custo da energia elétrica podem inviabilizar o processo (EMBRAPA, 2005).

Embora, sob certos aspectos, equipamentos solares não se mostram competitivos diante de outras formas de energia principalmente, dos combustíveis fósseis, tal tecnologia tem apresentado desenvolvimento intenso (CORTEZ, 1998). Conceitos de materiais coletores, seletores e de diferentes comportamentos quanto a comprimentos de onda eletromagnética e a energia térmica, quando aplicados em conjunto podem mostrar soluções eficientes e de baixo custo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado no Laboratório de Mecanização Agrícola (Lama), da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), localizado na longitude 50° 06' 11" W e latitude 25° 11' 24" S.

A região de Ponta Grossa, conforme Koppen, é classificada como clima Cfb, subtropical, com verões frescos, e sem estação seca definida (IAPAR, 1978). A temperatura média anual é de 17 a 18°C, sendo a dos meses mais frios de 13 a 14 °C e dos meses mais quentes de 23 a 24°C, e a umidade relativa do ar média anual entre 70 e 75 % (IAPAR, 1978).

Conforme ANEEL (2003) a radiação solar global diária para região gira em torno de 12 a 14 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> e a média anual de insolação diária é de 4 a 5 horas dia<sup>-1</sup>. Estes valores resultam em uma radiação solar média anual típica de 4700 a 4900 W h m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, a segunda menor disponibilidade do Brasil.

O desidratador era composto por dois compartimentos, um com a função de captação de radiação solar e outro que seria a câmara de desidratação propriamente dita. Estas eram ligadas por orifícios, que permitiam a passagem de ar, no caso o ar externo entrava na câmara de captação e era aquecido, menos denso o ar passaria da câmara de captação para a câmara de desidratação, localizada na parte superior do desidratador, após circular por esta, era devolvido ao meio externo. As duas câmaras foram pintadas de preto na parte interna e branco na parte externa. As mesmas possuíam dimensões iguais de 1,0 m x 1,0 m x 0,3 m com cobertura de vidro de 2 mm de espessura, que funcionava como superfície seletiva a alguns comprimentos de onda. A câmara de absorção de radiação foi idealizada com base em vários conceitos simples de comportamento de materiais, formatos, cores em relação a diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas.

A câmara de captação era composta por um isolamento interno de poliestireno de 20 mm, com revestimento de metal, no caso zinco, também da coloração preta. Em cima da chapa de zinco foram dispostas lata de alumínio, previamente amassadas e também pintadas de preto. A utilização dos componentes metálicos é devido a sua capacidade de troca de calor, onde os mesmos aqueciam rapidamente pela radiação solar, bem como, perdem calor rapidamente para o ar atmosférico que tem a função de desidratar o material biológico na câmara de desidratação. O material foi pintado de preto visando a maior absorção de ondas, no caso o comprimento denominado visível. As latas de alumínio foram amassadas pensando em reflexão interna na câmara de captação, a radiação não absorvida por uma das latas era refletida para outra, aumentando a probabilidade de aproveitamento.

A câmara de desidratação tinha em seu interior quatro bandejas de aço inoxidável, sobrepostas de maneira que a superior nunca sombreie a inferior.

Para avaliação do protótipo procedeu-se a desidratação de banana, realizaram-se quatro repetições. Sempre quando do processo manteve-se uma mesma carga de frutos em bandejas diretamente expostas ao sol. Para a curva de desidratação determinou-se o conteúdo de água inicial do produto, bem como a cada duas horas de exposição na câmara de desidratação, tendo como base a massa. Considerou-se completa a curva de desidratação quando o produto alcançava um conteúdo de água em torno de 20%. EMBRAPA (2003) considera como fruta passa frutas com um conteúdo de água entre 15 e 25 %.

CANÉCHIO FILHO (1971) relata que conteúdos de água inferiores a 23% seriam ideais para a conservação das frutas.

Determinou-se também o gradiente entre a temperatura na sombra, externa ao desidratador, e a temperatura na câmara de desidratação.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A figura 1 mostra curvas de desidratação de banana em dias diferentes, no caso (a) teoricamente em época com temperaturas mais elevadas foram necessárias 22 horas de exposição para a fruta chegar a um conteúdo de água de  $210 \text{ g kg}^{-1}$ , enquanto no caso (b) foram necessários somente 18 horas de exposição para chegar a um conteúdo de água de  $218 \text{ g kg}^{-1}$ . Trabalhos da EMBRAPA (2003) descrevem como de 24 horas o tempo de secagem para a banana.

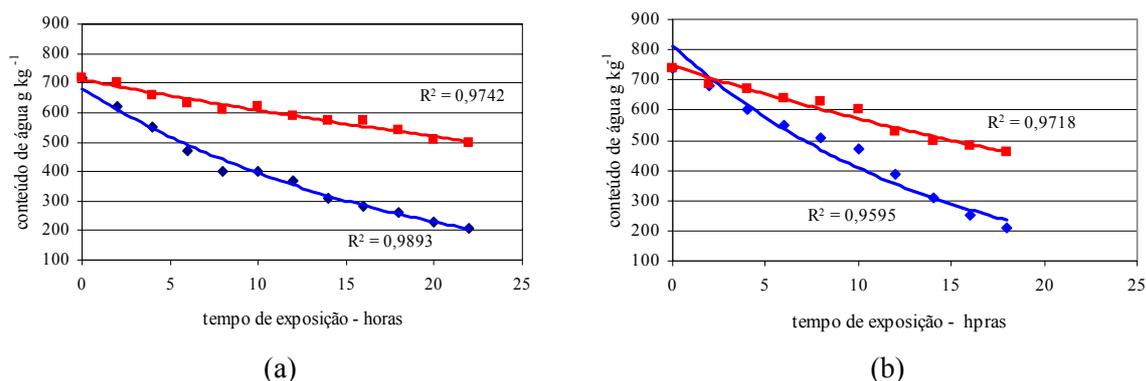


Figura 1 – Conteúdo de água de banana em exposição direta a radiação solar (vermelho) e na câmara de desidratação (azul) do protótipo com início de exposição nos dias 10/03 (a) e 17/08 (b)

A figura 2 mostra um comparativo entre a temperatura ambiente, na sombra, e a temperatura na câmara de desidratação. Fica claro nos tempos de exposição 14:30 e 16:00 horas picos de temperaturas baixas na câmara de desidratação, o que se deu devido a presença de nebulosidade.

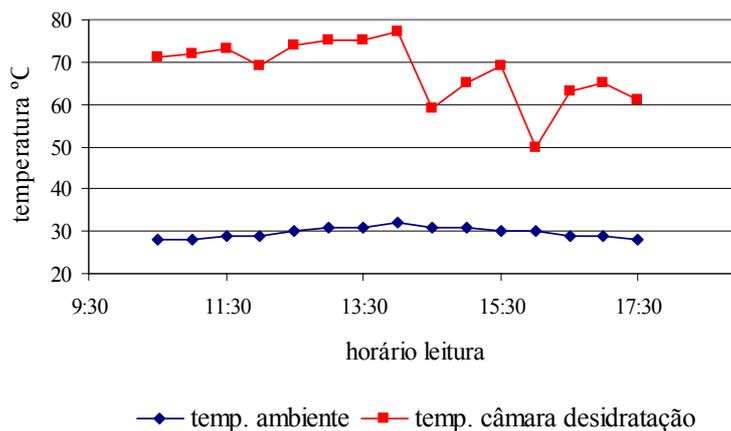


Figura 2 – Leitura de temperaturas ambiente e no interior da câmara de desidratação do protótipo sugerido em um dos dias analisados.

A figura 3 mostra a correlação entre a temperatura ambiente e a da câmara de desidratação de todo o experimento, fica claro, mesmo com o baixo valor do coeficiente de determinação, a tendência de aumento da temperatura na câmara de desidratação.

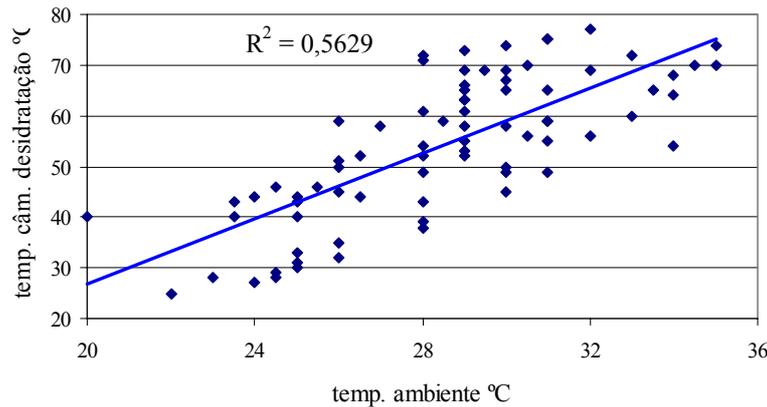


Figura 3 – Correlação entre leituras de temperaturas ambiente e no interior da câmara de desidratação do protótipo, com valores de todo o experimento.

As respostas do protótipo se mostram interessantes, porém deve-se concordar com BEZERRA (2001), que relata que ao contrário dos equipamentos industriais em geral, os engenhos solares demonstram pequeno efeito escala e o mais lógico, portanto, será desenvolver pequenas unidades solares para execução de pequenas tarefas.

**CONCLUSÃO:** O tempo necessário para desidratação da banana variou entre 18 a 24 horas e a temperatura máxima alcançada na câmara de desidratação foi de 78 °C. Sendo assim o protótipo sugerido se mostrou eficiente, mesmo em uma região de baixa disponibilidade de radiação solar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. Enciclopédia Solar. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/emergiasolar>. acesso em: 01/04/03.

BEZERRA, A. M. Aplicações térmicas da Energia Solar. João Pessoa: Editora da UFPb, 2001. 241p.

CANÉCHIO FILHO, V. Indústrias Rurais. Campinas: Instituto Campineiro, 1971. 241p.

CORTEZ, M. F. B. Aproveitamento de Energia Solar no meio rural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas, 1998. Anais... Lavras, UFLa/SBEA. 1998

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: frutas desidratadas. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2003. 115p. (Série agronegócios)

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas para o Paraná. Londrina: IAPAR, 1978. 67p.

SILVA, S. O, et al. Banana breeding program at Embrapa. Crop Breeding and Applied Biotechnology. Londrina: Brazilian Society of Plant Breeding. 2001. 436p.