

## **UTILIZAÇÃO DE UM SECADOR SOLAR DE FRUTAS COM APROVEITAMENTO MULTIENERGÉTICO NA DESIDRATAÇÃO DE ABACAXI**

ÍTALO DE ANDRADE GOMES<sup>1\*</sup>, MARCELO BEZERRA GRILO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UFCG, Mestre em Engenharia Mecânica - PPGEM/CCT

Fone: (83) 2101-1142, [eng.iagomes@gmail.com](mailto:eng.iagomes@gmail.com)

<sup>2</sup> UFCG, Orientador, Prof. Dr. na UAEM/CCT/UFCG; (83) 2101-1142, [griloufcg@yahoo.com.br](mailto:griloufcg@yahoo.com.br)

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 – Fortaleza -CE, Brasil.

**RESUMO:** Este trabalho expõe o estudo do desenvolvimento experimental de um sistema de secagem direcionado à produção de frutas desidratadas, com uso da energia solar, sob a utilização de duas formas dessa energia, energia solar fototérmica e energia solar fotovoltaica. No sistema multienergético, a energia solar fototérmica foi utilizada para aquecer o ar ambiente que é o fluido de trabalho no coletor solar, enquanto que a energia solar fotovoltaica foi utilizada para garantir o fluxo deste fluido na câmara de secagem. Para os testes com o secador, foi escolhido o abacaxi, que tem elevado teor de umidade, sendo altamente perecível, e que também se destaca pela alta demanda e rentabilidade no cenário agrícola de frutas. Os resultados obtidos mostraram que o sistema desenvolvido e testado experimentalmente na produção de abacaxi desidratado funcionou. Com a análise dos resultados, ficou comprovada a operacionalidade funcional e construtiva do sistema de secagem multienergético desenvolvido, que contribui para promoção do desenvolvimento sustentável porque utiliza como fonte energética apenas energia de origem solar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Secador de frutas, Energia solar, abacaxi.

### **USE OF ONE SOLAR DRYER OF FRUITS WITH USE MULTIENERGÉTICO TO PRODUCTION OF DEHYDRATED PINEAPPLE**

**ABSTRACT:** This work presents an experimental study development of a drying system directed to the production of dehydrated fruit, with use of solar energy, in the use of two forms of this energy, photothermal solar energy and photovoltaic solar energy. In multi energy system, the photothermal solar energy is used to heat the room air which is the working fluid in the solar collector, while the photovoltaic solar energy was used to ensure the flow of this fluid in the drying chamber. For tests with the dryer, was chosen the pineapple, which has high moisture content and is highly perishable, and that also stands out for the high demand and profitability in the agricultural scenario of fruit. The results showed that the system developed and tested experimentally in the dehydrated pineapple production worked. With the analysis of the results, it was proved the functional and constructive operation of multienergético drying system developed, which contributes to promoting sustainable development because it uses as an energy source of solar energy only.

**KEYWORDS:** Dryer fruit. Solar energy. Pineapple.

### **INTRODUÇÃO**

O aprimoramento da ideia de sustentabilidade avançou nas últimas décadas e ganhou espaço em diversos países que visam se desenvolver de maneira sustentável, causando menor impacto ambiental e maior rentabilidade.

Em algumas partes do mundo, há uma consciência crescente de que as energias renováveis têm um papel importante a desempenhar na disseminação de tecnologias apropriadas para fomentar a produção agrícola, principalmente em países em desenvolvimento que precisam aumentar a

produtividade nos processos agrícolas e industriais para torná-los competitivos (Waewsak et al., 2006).

Gomes (2015) afirma que as tecnologias solares estão ganhando rápida aceitação como medida de economia de energia aplicada na agricultura, sendo preferíveis a outras fontes alternativas de energia porque são abundantes, inesgotáveis e menos poluentes.

Este trabalho representa o interesse em disseminar a utilização de novas tecnologias nos processos de secagem de alimentos no setor da fruticultura, permitindo a comercialização de um produto de boa qualidade, pautado no processamento de baixo custo, aumentando, a rentabilidade na cadeia produtiva desses alimentos.

Nesse contexto, sabendo-se do alto grau de perecimento do abacaxi e sua importância socioeconômica e nutricional para o estado da Paraíba, utilizou-se um secador de frutas, cujo funcionamento origina-se, exclusivamente, do aproveitamento da energia solar sob a utilização de duas formas dessa energia, para produzir abacaxi desidratado e assegurar sua oferta mesmo em tempos de entre safra, aumentando, assim, a lucratividade dos produtores da região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A montagem do protótipo e os testes experimentais preliminares ocorreram no Laboratório Experimental de Máquinas Térmicas (LEMT) na cidade de Campina Grande-PB (latitude 7° Sul e longitude 36° Oeste). Enquanto os cinco testes experimentais usados na obtenção dos dados principais foram realizadas na cidade de Patos-PB (latitude 7° Sul e longitude 37° Oeste), que fica a cerca de 180 km de Campina Grande-PB.

Na construção do sistema de secagem foram utilizadas técnicas de carpintaria de fácil domínio, além de matérias-primas facilmente encontradas na região, que pudessem atender ao objetivo de desenvolver um equipamento de baixo custo, capaz de promover a desidratação de frutas.

O equipamento (Figura 1) consiste num coletor solar produzido em MDF com cobertura de policarbonato alveolar, para permitir o enclausuramento da energia fototérmica e, conseqüentemente, o efeito estufa, acoplado à câmara de secagem (também de MDF) com disposição de bandejas de nylon em seu interior, onde é depositado o abacaxi para desidratação.

**Figura 1** - Secador solar de frutas com aproveitamento multienergético.



Fonte: Próprio Autor

Para obtenção de uma circulação forçada de ar foi desenvolvido uma chaminé com ventoinhas de computador (*coolers*), acionados por células fotovoltaicas. Dessa forma, toda a energia dispendida para funcionamento do sistema provém de fontes renováveis e sem custos de operação.

Os frutos utilizados durante a realização dos testes foram adquiridos no comércio local, junto a pequenos produtores da região, nas feiras livres da cidade, estando ausentes de danos físicos e/ou deterioração provenientes de insetos e em perfeito estado de maturação.

Para realização de cada experimento, o abacaxi passou pelas etapas de lavagem, descascamento e corte em rodela, com a retirada do núcleo central, conhecido comercialmente como talo, antes de serem posicionados nas bandejas do equipamento.

A metodologia adotada foi a análise experimental, observando-se empiricamente as influências sofridas no desempenho do equipamento em função das variáveis climáticas e ambientais, principalmente: temperatura do ar ambiente nas diversas posições de interesse no sistema de secagem e a intensidade da radiação solar incidente e suas respectivas variações ao longo do dia.

Para aquisição dos dados das secagens foram utilizados termopares tipo K e multímetro digital para medição das temperaturas do ar internas no equipamento, termohigrômetro e anemômetro digitais para verificação das condições externas do ar de secagem e balança digital para aferição da perda de massa das amostras analisadas.

Os dados coletados foram tratados em planilhas do *software Microsoft Excel* versão 2010 e correlacionados estatisticamente com os modelos de secagem propostos por Lewis e Page (Equações 1 e 2, respectivamente) por meio de regressão não linear, através do *software Statistica 7.0*.

**Tabela 1** – Modelos matemáticos empregados para ajustes das curvas de secagem.

Modelo	Equação	Nº	Referência
Lewis	$RU = \exp(-K \cdot t)$	(1)	Orikasa et al. (2008)
Page	$RU = \exp(-K \cdot t^n)$	(2)	Oliveira, Oliveira e Park (2006)

Fonte: Próprio autor.

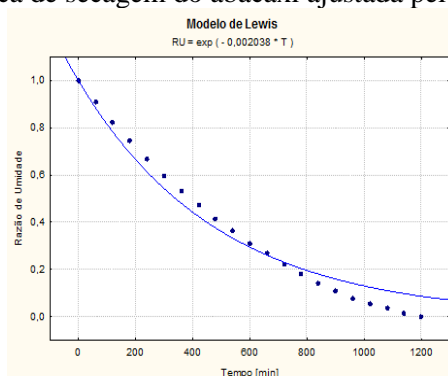
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para análise dos resultados, foram verificadas as variações mássicas do material a ser desidratado e as temperaturas em diversos pontos do equipamento, em intervalos regulares de 01 (uma) hora, durante dois dias de processo, das 07 às 17 horas. E no final do teste experimental, foi observado o aspecto visual e realizada a degustação do produto final obtido.

Com base nos valores medidos, foram calculados os demais parâmetros necessários à construção das respectivas curvas de secagem e do cálculo do rendimento térmico do equipamento solar e da eficiência do processo de secagem.

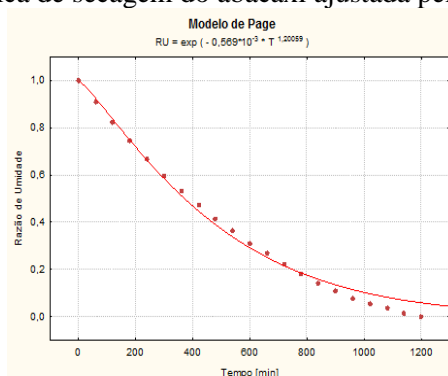
As curvas de secagem para o experimento, mostradas na Figura 2 e na Figura 3, é obtida através dos dados coletados, ajustada, respectivamente, pelo modelo de Lewis e de Page.

**Figura 2** – Cinética de secagem do abacaxi ajustada pelo modelo de Lewis.



Fonte: Próprio autor.

**Figura 3** – Cinética de secagem do abacaxi ajustada pelo modelo de Page.



Fonte: Próprio autor.

Os coeficientes de correlação entre os valores obtidos e os valores preditos para os modelos de Lewis e Page, respectivamente, foram de 98,67 e 99,60, o que demonstra a significância estatística entre o experimento e os modelos matemáticos adotados e, portanto, revela que o equipamento apresenta viabilidade técnica.

Com relação à lucratividade, os custos referentes à fabricação de um equipamento levam em consideração o valor pago pelos materiais utilizados mais o valor cobrado pela mão-de-obra realizada por um profissional qualificado, totalizando, para o equipamento em análise, um custo total de, aproximadamente, R\$ 600,00 (seiscentos reais).

De acordo com a pesquisa de mercado realizada, o pacote de abacaxi desidratado com 20 g, custa, aproximadamente, R\$ 5,00 (cinco reais). Como é possível obter uma produção superior a 400 g por processo, tem-se um faturamento médio de R\$ 100,00 (cem reais), a cada processo realizado. No entanto, devem-se descontar ainda o preço da matéria-prima, além do transporte e das embalagens.

Dessa forma, pode-se estimar que o investimento na confecção de um secador solar de frutas com aproveitamento multienergético tem seu retorno garantido em menos de seis meses, com a comercialização de frutas secas. Sendo, portanto, um produto economicamente viável para implantação nos processos de produção de abacaxi desidratado.

## CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados apresentados, pode-se concluir que o secador solar de frutas com aproveitamento multienergético, desenvolvido experimentalmente na UFCG e testado no processo de desidratação de abacaxi, mostrou-se compatível com os resultados esperados, funcionando plenamente e produzindo como resultado um produto final de elevado padrão de qualidade.

A obtenção de uma eficiência média no processo em torno de 95% mostra a viabilidade técnica e operacional do equipamento, garantindo que o dimensionamento da câmara de secagem foi tecnicamente importante para conseguir a elevação desses valores. O que comprova que o sistema de secagem objeto desse estudo é eficiente para a desidratação de abacaxi.

Os investimentos com a manutenção e operação do sistema de secagem dizem respeito, simplesmente, à degradação natural dos seus componentes. Tendo sua viabilidade econômica demonstrada com um tempo de retorno do investimento em torno de seis meses de comercialização de frutas secas.

## REFERÊNCIAS

- GOMES, I. A. **Desenvolvimento experimental de um secador solar de frutas com aproveitamento multienergético**. Campina Grande-PB, 2015, 120 p., Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2015.
- OLIVEIRA, R. A., OLIVEIRA, W. P., PARK, K. J. Determinação da difusividade efetiva de raiz de chicória. **Revista Engenharia Agrícola**, Vol. 26, n.1, p.181-189, 2006.
- ORIKASA, T., WUB, L., SHIINA, T., TAGAWA, A. *Drying characteristics of kiwifruit during hot air drying*. **Journal of Food Engineering**, Vol. 85, n. 2, p. 303-308, 2008.
- WAEWSAK, J., CHINDARUKSA, S., PUNLEK, C. *A mathematical modeling study of hot air drying for some agricultural products*. **Thammasat International Journal of Science and Technology**, Vol. 11, n. 1, p. 14-20, 2006.