

EFICIÊNCIA DO COLETOR PLANO ACOPLADO EM SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO PARA CAFÉ

BEATRIZ COSTALONGA VARGAS¹, JULIANA LOBO PAES², JOÃO PAULO
BARRETO CUNHA³, DANIELA APARECIDA GAMA DE SOUZA⁴; THAINARA
REBELO DA SILVA⁵

¹Discente de Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ Seropédica – RJ, (28) 999075717, bia11vargas@hotmail.com.

²Engenheira Agrícola e Ambiental, Professora Doutora, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica – RJ.

³Engenheiro Agrícola, Professor Doutor, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica – RJ.

⁴Engenheira Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ Seropédica – RJ.

⁵Discente de Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ Seropédica – RJ.

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Objetivou-se estudar a eficiência de coletor solar acoplado ao secador híbrido solar-elétrico (SHSE) durante a secagem de café (*Coffea arabica* L.). O trabalho foi realizado no final do outono e início do inverno, com duração de 51 h com períodos de intermitência de 15 h. Durante a secagem, o coletor solar foi monitorado quanto à radiação global, temperatura de entrada e saída e velocidade do ar de secagem. Ao longo do período de secagem solar, os dois primeiros dias atingiram temperatura e radiação máxima de 42,5°C e 641,4 W m⁻², respectivamente, devido ao fato de se ter dias ensolarados. Nos dias seguintes houve incidência de chuva, reduzindo a temperatura e a radiação. A variação climatológica ao longo do período de secagem não afetou a eficiência do coletor solar, sendo a máxima atingida de 65,7 e 63,4% no período de sol e de chuva, respectivamente, às 11:00 h. A eficiência global foi de 25%. Assim conclui-se que o coletor solar acoplado ao SHSE é um componente viável para o fornecimento de energia térmica para secagem do café arábica.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., radiação global, temperatura.

COLLECTOR EFFICIENCY COUPLED IN A SOLAR-ELECTRIC HYBRID DRYER FOR COFFEE

ABSTRACT: The objective was to study the solar collector coupled to the hybrid solar-electric dryer (HSES) during a coffee drying (*Coffea arabica* L.). The work was performed in late fall and early winter, lasting 51 h with intermittence of 15 h. During drying, the solar collector was monitored for overall radiation, inlet and outlet temperature and drying rate. The long period of solar heat, the last two days are the maximum temperature and global radiation of 42.5°C and 641.4 W m⁻², respectively, due to the fact of the sunny days. The following day had an incidence of rain, reducing the temperature and the radiation. The climatic variation during the drying period did not affect the efficiency of the solar collector, being the maximum reached of 65.7 and 63.4% in the period of Sun and rain, respectively, at 11:00 a.m.

The overall efficiency was 25%. Thus, it is concluded that the solar collector coupled to the HSES is a viable component for the supply of thermal energy for drying the *Coffea arabica*.

KEYWORDS: *Coffea arabica* L., global radiation, temperature.

INTRODUÇÃO: O coletor solar é considerado como principal componente de secadores indiretos. Neste componente, devido a radiação global há a conversão de energia solar em térmica na temperatura ideal para a secagem de produtos agrícolas (Altobelli et al., 2014; Oliveira et al., 2019). Os secadores contendo coletor solar plano apresentam vantagens com relação a secadores diretos por serem mais eficientes, porém com maior custo de construção (Dissa et al. 2011). Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência térmica do coletor solar plano acoplado ao secador híbrido solar-elétrico durante a secagem do café arábica.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas do Instituto de Tecnologia/Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica – Rio de Janeiro, Brasil. Utilizou-se secador híbrido solar-elétrico (SHSE) para secagem de frutos cultivar Catuaí amarelo (IAC-62) provenientes da Fazenda Bom Jardim (MG). O SHSE foi composto por coletor solar plano, câmara de secagem e sistema de exaustão acionado por energia elétrica convencional e/ou fotovoltaica. O coletor solar plano foi construído em caixa metálica de alumínio no formato retangular, nas dimensões 0,68 x 3,00 x 0,14 m (largura x comprimento x altura), e cobertura de vidro transparente liso com espessura de 0,004 m fixado na caixa metálica com o uso de silicone. A entrada do ar ambiente foi através da seção transversal do coletor formada por seis triângulos, nas dimensões de 0,10 x 0,08 m (base x altura) (Figura1).



FIGURA1. Secador híbrido solar-elétrico a) coletor solar b) entrada do ar ambiente

A saída da massa de ar ocorreu no local de acoplamento entre o coletor e a câmara de secagem. O acoplamento foi dado através de encaixe do coletor em uma área de corte retangular na parte inferior da câmara, garantindo-se a vedação de forma a evitar perdas no sistema. Para vedação da conexão utilizou-se silicone acético incolor. Tendo em vista possibilitar um melhor aproveitamento da radiação solar incidente, o secador foi posicionado faceando o norte de Seropédica e o coletor disposto de maneira que formasse uma angulação de 32° com a horizontal. A secagem das amostras foi realizada em 06 dias seguidos, sendo o período no primeiro dia de 11:00 às 17:00 h, e nos dias seguintes de 08:00 às 17:00 h, totalizando 51 h. Durante o período noturno, como não há efeito do sol considerou-se como intermitência de 15 h entre 17:00 e 8:00 h. Para fins de experimento, foi considerado o período de 11:00 às 17:00 h, segundo Altobelli et al. (2014). A eficiência do coletor solar do

SHSE foi determinada conforme a metodologia descrita por Oliveira et al. (2019). A eficiência do coletor solar foi determinada em função da razão entre a energia útil fornecida e a energia solar incidente ao longo do período de secagem (Equação 1). Para plotar os gráficos, utilizou-se o programa SigmaPlot.

$$\eta_c = \frac{E_u}{E_i} = \frac{\int \dot{Q}_u dt}{A_d \int G_t dt} \quad (1)$$

em que,

η_c = Eficiência do coletor;

E_u = Energia útil fornecida pelo coletor solar ao longo do período de secagem t;

E_i = Energia solar incidente no coletor solar ao longo do período de secagem t;

$\dot{Q}_u$ = Ganho de energia útil (W);

A_d = Área superficial do coletor solar exposta a radiação solar (m^2); e,

G_t = Irradiância na superfície inclinada ($W.m^{-2}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observa-se na Figura 2 que nos dois primeiros dias de secagem solar ocorreram maiores valores de temperatura de saída e incidência de radiação global no coletor solar quando comparado aos dias subsequentes. O comportamento da diferença de temperatura e radiação global pode ser decorrente do período ensolarado nos dois primeiros dias, seguidos de incidência de chuva. De acordo com INMET (2019) a temperatura média foi de 32,8 e 22,5°C, para o dia ensolarado e chuvoso, respectivamente. Já a radiação global para o dia ensolarado e chuvoso foi de 445,9 e 146,8 $W m^{-2}$, respectivamente (INMET, 2019).

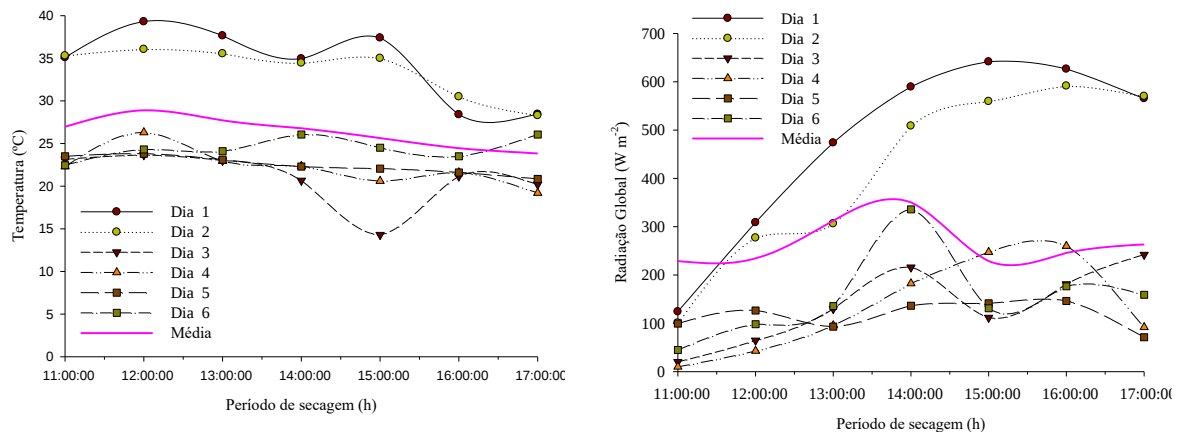


FIGURA 2. Variação da temperatura ($^{\circ}C$) de saída e radiação global ($W m^{-2}$) incidente no coletor solar ao longo do período de secagem.

Ao longo do período de secagem do café arábica os valores médios de temperatura de saída e radiação global no coletor solar foi de 25,6 $^{\circ}C$ e 246,5 $W m^{-2}$, respectivamente. No entanto, observa-se na Figura 3 que em todos os dias da secagem solar o pico da eficiência térmica do coletor solar ocorreu às 11:00 h, seguido de um decrescimo, independente de período ensolarado ou chuvoso. A eficiência média máxima obtida às 11:00 h foi de 65,7 e 63,4% no período de sol e de chuva, respectivamente.

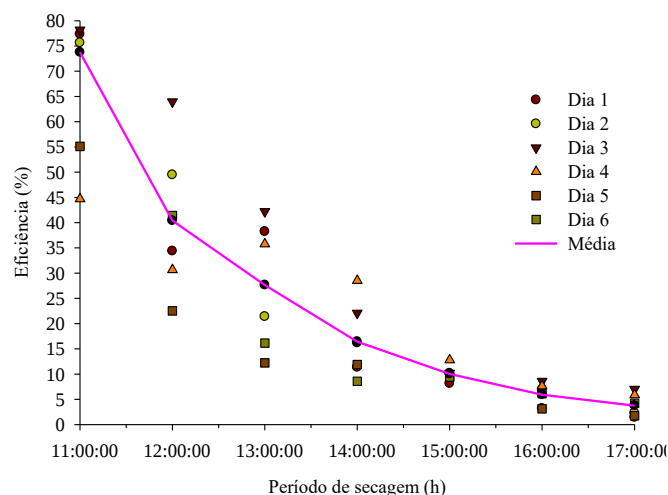


FIGURA 3. Eficiência do coletor solar para os dias do período de secagem.

Com relação a eficiência média global, ou seja, considerando todos os dias de secagem, obteve-se valor médio de 25%. Os valores de eficiência do período chuvoso foram superiores aos encontrados na literatura, enquanto a média global se manteve dentro do relatado. Oliveira et al. (2019) relataram que a eficiência média máxima e a global do coletor solar plano foi de 59 e 26% para a secagem da manga, respectivamente. No entanto, a máxima eficiência média obtida ocorreu às 14:00 h para a temperatura de saída e radiação global de 59,0 °C e 361 W m⁻², respectivamente. Para a secagem solar da banana em secador contendo coletor solar plano obteve-se eficiência global de 31,50%, em condições de temperatura e radiação global média de 78°C e 897 W m⁻², respectivamente (Lingayat et al., 2017).

CONCLUSÕES: Diante do exposto, conclui-se que o coletor solar se apresentou como componente do SHSE eficiente para a secagem de frutos de café arábica.

REFERÊNCIAS:

- ALTOBELLI, F.; CONDORÍ, M.; DURAN, G.; MARTINEZ, C., 2014. Solar dryer efficiency considering the total drying potential. Application of this potential as a resource indicator in north-western Argentina. *Solar Energy*, vol.105, pp.742–759.
- DISSA, A. O.; BATHIEBO, J.; DESMORIEUX, H.; COULIBALY, O.; KOULIDIATI, J. 2011. Experimental characterisation and modelling of thin layer direct solar drying of Amelie and Brooks mangoes. *Energy*, vol. 36, pp.2517-2527.
- INMET. Estação Meteorológica. Disponível em: www.inmet.com.br. Acesso em: 16/05/2019.
- LINGAYAT, A., CHANDRAMOHAN V.P., RAJU, V.R.K., 2017. Design, development and performance of indirect type solar dryer for banana drying, *Energy Procedia*, vol. 109, pp. 409-416.
- OLIVEIRA, L.C.T.G.; PAES, J.L.; GUIMARÃES, C.L.; CAMELO, R.S.S.; MISQUITA, Í.S.; LOVISI, T.A.P. 2011. Avaliação da eficiência do coletor solar plano acoplado em secador híbrido. *Energia Solar e Eólica*, vol. 01. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, Cap13, pp. 194 – 211.
- SIGMAPLOT. For Windows, version 10.0, Systat software, 2008.