

SISTEMA DE AQUISIÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS EM SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO

**THIAGO ALTAMIR RODRIGUES COUTINHO¹, JULIANA LOBO PAES^{2*},
CAROLINE CARVALHO PINTO³, LAYANA ANDRADE DA SILVA³, THAIS
NAZARETH OLIVEIRA MONTEIRO³, GISELLE LACERDA DE SANTANA⁴**

¹ Discente do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Seropédica-RJ, Fone: (021) 2682-1864. E-mail: thiago_altamir@hotmail.com

^{2*} Enga Agrícola e Ambiental, Profa. Dra. Associada, Depto. de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica-RJ, Fone: (021) 2682-1864. E-mail: juliana.lobop@gmail.com.

³ Discente do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Seropédica-RJ

⁴ Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Seropédica-RJ

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Os parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar são determinantes para a eficiência e qualidade do processo de secagem de produtos agrícolas. Objetivou-se monitorar a temperatura e umidade relativa do ar no Secador híbrido solar-elétrico por meio de Sistema de Aquisição Automática de Dados (SAAD). Para tal, o SAAD foi constituído pelo microcontrolador ESP32 e sensor DHT22 que direcionavam os resultados ao aplicativo GERAR Mobile App 2.0. A coleta de dados foi realizada na entrada e saída do coletor solar e na parte mediana da câmara de secagem do SHSE. A validação dos dados foi consolidada através da comparação com sistema convencional composto por termopar para temperatura e termo-higrômetros para umidade relativa. O SAAD apresentou boa correlação das leituras de temperatura e umidade relativa do ar no sistema automático com o sistema convencional. No entanto, ainda há necessidade de melhoras na metodologia da coleta dos dados.

PALAVRAS-CHAVE: Automação, sensor DHT22, ESP32, GERAR Mobile App 2.0

AUTOMATIC DATA ACQUISITION SYSTEM IN HYBRID SOLAR-ELECTRIC DRYER

ABSTRACT: The parameters of temperature and relative humidity of the air are determining factors for the efficiency and quality of the agricultural product drying process. The objective of this study was to monitor the temperature and relative humidity of the air in the hybrid solar-electric dryer using an Automatic Data Acquisition System (ADAS). For this purpose, the ADAS was composed of the ESP32 microcontroller and the DHT22 sensor, which directed the results to the GERAR Mobile App 2.0 application. Data collection was carried out at the inlet and outlet of the solar collector and in the middle part of the drying chamber of the hybrid solar-electric dryer. Data validation was accomplished by comparing it with the conventional system, consisting of a thermocouple for temperature measurement and hygrometers for relative humidity. The ADAS showed a good correlation between the temperature and relative humidity readings in the automatic system and the conventional system. However, there is still a need for improvements in the data collection methodology.

KEYWORDS: Automation, DHT22 sensor, ESP32, GERAR Mobile App 2.0

INTRODUÇÃO: Um dos principais gargalos da agricultura brasileira é o desperdício de produtos agrícolas, sendo 14% de perda entre a colheita e o consumidor final e 17% entre o varejo e consumo final (FAO, 2022). Dentre as possíveis causas das perdas, tem-se o elevado teor de água de produtos agrícolas, em que sua redução mantém a conservação e evita a proliferação de microrganismos, além de, auxiliar no transporte, armazenamento, beneficiamento e manuseio do alimento até o destino final. Dessa forma, a secagem de produtos agrícolas até atingir teor de água de equilíbrio higroscópico é um dos processos mais importantes para reduzir as perdas pós-colheita, interrompendo a deterioração biológica (Oliveira et al., 2019; Patil, 2022). Existem diversos métodos convencionais para a secagem de produtos agrícolas, porém em termos de sustentabilidade pode ser empregado a energia solar para geração de energia térmica e elétrica visando o funcionamento de secadores. O secador solar possui custos operacionais baixos se comparados aos convencionais, no qual pode ser empregado desde pequenos a grandes produtores (Morais et al., 2019; Patil, 2022). A energia solar é uma fonte energética viável no Brasil devido a sua localidade geográfica e a incidência de radiação global (Morais et al., 2019). No entanto, independente do tipo de secador o monitoramento e gerenciamento do processo de secagem pautado na temperatura, umidade relativa do ar e perda de massa é vital para garantir a qualidade e vida útil do produto final. O uso de sensores e plataformas associado a aplicativos pode ser empregado visando a coleta e monitoramento de dados dos parâmetros de secagem em tempo real (Delfim et al., 2021; Paes et al., 2022; Patil, 2022; Shiv et al., 2023). Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho monitorar por meio de aplicativo instalado em celular a temperatura e umidade relativa no interior do secador híbrido solar-elétrico (SHSE).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em SHSE localizado no Instituto de Tecnologia – Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). O SHSE foi constituído por coletor solar, câmara de secagem, sistema de exaustão e painel fotovoltaico com seguidor solar (Figura 1). A fim de maior aproveitamento da incidência de radiação solar por um período máximo de 12 h, a face do coletor solar esteve direcionada para o norte com ângulo de inclinação igual à latitude do município de Seropédica – RJ (23°), acrescido de 15°, conforme descrito por Paes et al. (2022).



FIGURA 1. Secador híbrido solar-elétrico

Desenvolveu-se o Sistema de Aquisição Automática de Dados (SAAD), constituído por painel eletrônico e 12 sensores DHT22 para mensurar a temperatura e umidade relativa do ar.

No painel eletrônico foram instalados os componentes eletrônicos microcontrolador ESP32 e cabos para conexão dos componentes Jumpers. Os sensores DHT22 foram distribuídos em três pontos distintos no SHSE, sendo na região mediana da câmara de secagem (P2) e na entrada (P4) e saída (P3) do coletor solar (Figura 2).

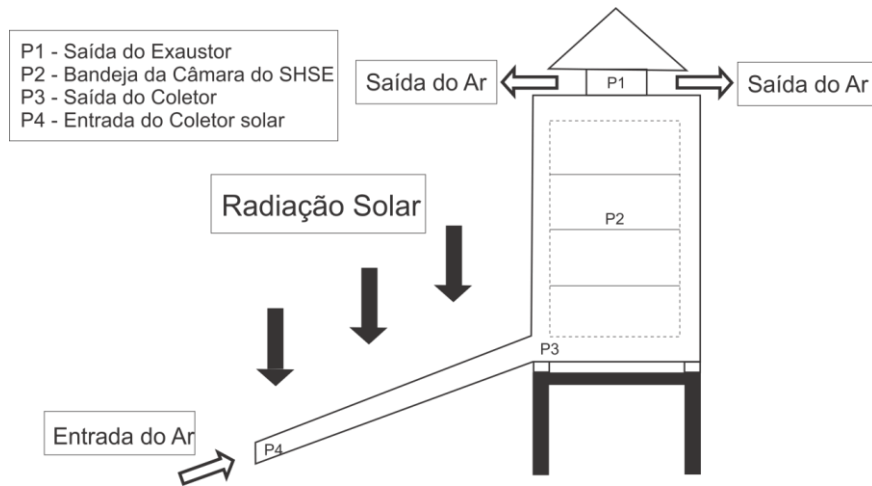


FIGURA 2. Alocação dos sensores DHT22

Os dados da temperatura e umidade relativa do ar foram coletados pelo microcontrolador ESP32 conectado via Wi-Fi com o Banco de Dados Google Firebase. Em seguida os valores medidos foram enviados para o Real time Database do Firebase para armazenamento temporário a cada um minuto de leitura (Figura 3).

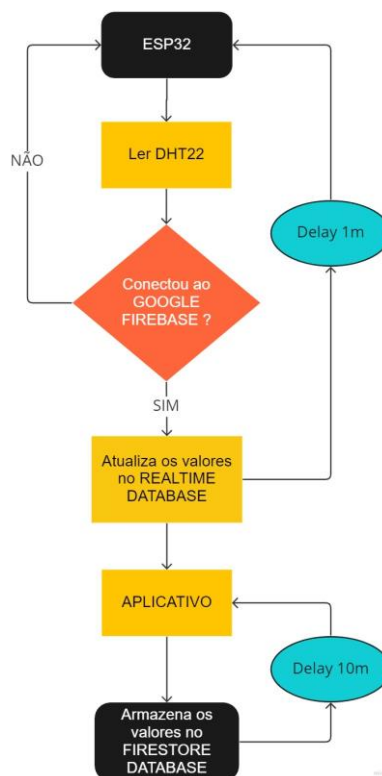


FIGURA 3. Fluxograma de funcionamento

No aplicativo GERAR Mobile App 2.0 os valores coletados do Realtime Database foram compilados para cada 10 min, armazenando-os permanente no Firestore Database para posterior análise e comportamento das informações de temperatura e umidade relativa do ar no SHSE.

O aplicativo GERAR Mobile App 2.0 foi desenvolvido na plataforma AppGyver. Essa plataforma facilita a criação de aplicativos sem lidar com ambientes de codificação complexos devido a organização de suas funções em modelo de fluxo. Quando iniciado, o aplicativo possui uma tela de login na qual somente o usuário autorizado com as credenciais cadastradas previamente pelo desenvolvedor pode realizar a conexão para a tela de verificação dos valores de temperatura e umidade dos sensores posicionados ao longo do coletor e da câmara de secagem, além disso também dispõe da informação se o exaustor está ligado ou desligado (Figura 4).

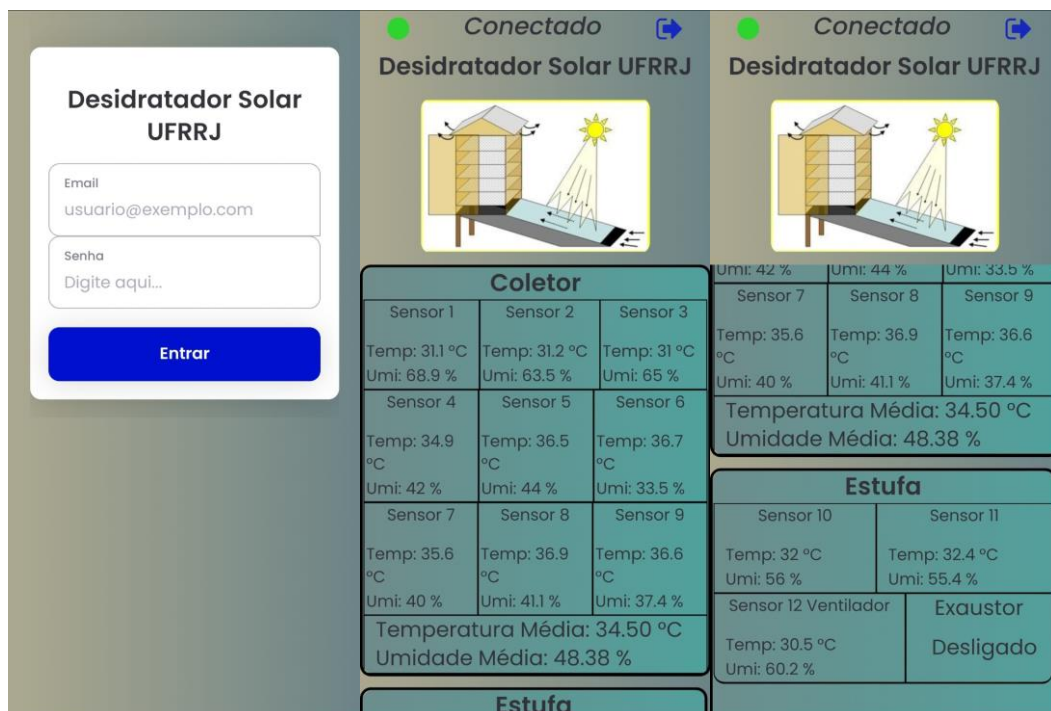


FIGURA 4. GERAR Mobile App 2.0: a) Tela inicial; Tela monitoramento de temperatura e umidade relativa no b) coletor solar; e c) câmara de secagem.

A fim de verificar a veracidade e aumentar a confiabilidade do SAAD, comparou-se os resultados obtido por meio do monitoramento automático com o sistema convencional (SC). Pelo monitoramento com sistema convencional utilizou-se equipamentos para mensuração da temperatura e umidade relativa do ar. No monitoramento da temperatura do ar foram instalados termopares conectados a milivoltímetro com precisão $\pm 0,1$ °C próximos aos sensores DHT22. A umidade relativa do ar ambiente e de secagem foi mensurada por meio de coleta de dados utilizando o termo-higrômetro modelo MTH-1380.

O monitoramento com o SAAD e SC foi realizado em março de 2023 no período de 14:00 – 16:00 h.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Apresenta-se na Figura 5 o perfil de temperatura e umidade relativa do ar monitorado pelo Sistema de Aquisição Automática de Dados e Sistema Convencional na entrada e saída do coletor solar e na parte mediana da câmara de secagem. Como esperado, observou-se aumento na temperatura (Figura 5a) de cerca de 20 °C e redução

da umidade relativa (Figura 5b) de aproximadamente 30% do ar ao atravessar o coletor solar, independente do sistema de monitoramento. Ao avaliar a saída do coletor solar e o interior da câmara de secagem verificou-se redução na temperatura (Figura 5a) e aumento na umidade relativa (Figura 5b) do ar ao longo do período de coleta, independente do sistema de monitoramento. Shiv et al. (2023) ao avaliar a performance do sensor (DHT11) e microcontrolador Arduino U.N.O. para avaliar a temperatura do ar no secador solar relatou comportamento similar de redução de temperatura a partir das 13:30 h.

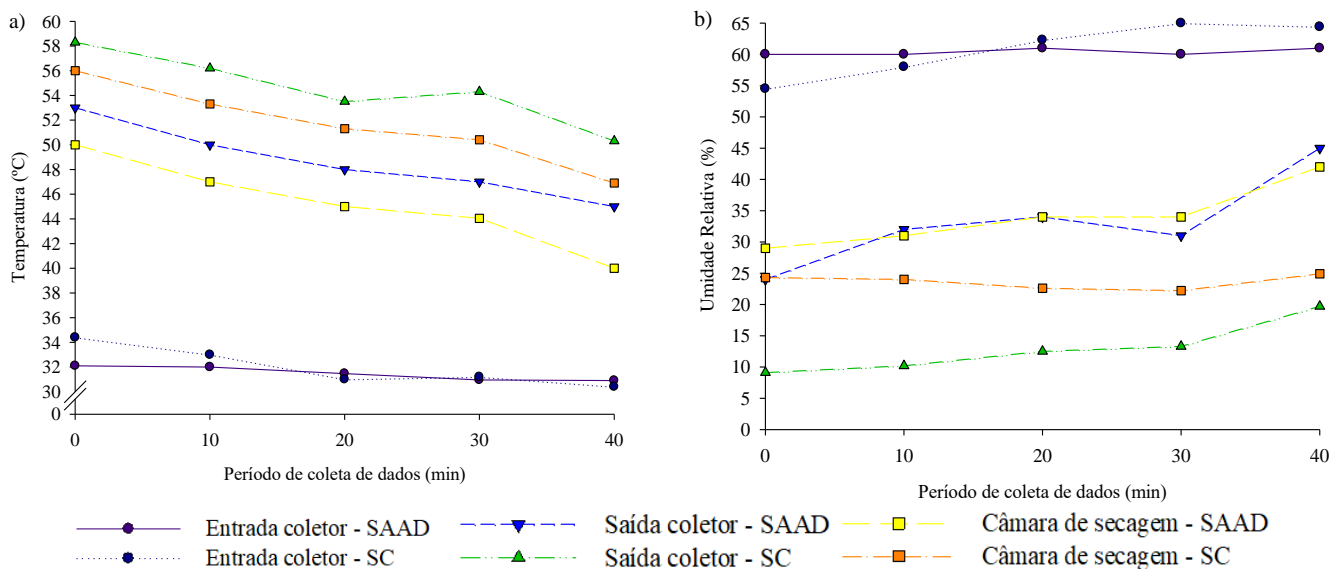


FIGURA 5. Perfil de temperatura (°C) e umidade relativa (%) monitorados pelo Sistema de Aquisição Automática de Dados (SAAD) e Sistema Convencional (SC) no coletor solar e câmara de secagem

Na entrada do coletor solar a temperatura e umidade relativa do ar mantiveram-se constantes ao longo do período de coleta, com resultados próximos coletados pelos sistemas de monitoramento (SAAD e SC).

Já a temperatura do ar na saída do coletor solar foi superior ao mensurado no interior da câmara de secagem por ambos sistemas de monitoramento, porém com variação com cerca de 6 °C (Figura 5a). Shiv et al. (2023) também relatou diferença de valores de temperatura mensurados pelo sistema convencional (termômetro de mercúrio) e automático (Arduino UNO e DHT11) Para a umidade relativa do ar observou-se valores próximos mensurados pelo SAAD e SC no interior da câmara de secagem e saída do coletor solar, com exceção da saída coletor solar sob monitoramento SC.

Provavelmente, a discrepância de resultados entre os sistemas de monitoramento (SAAD e SC) deve estar relacionado a metodologia de coleta de dados. Neste momento há necessidade da abertura da porta da câmara de secagem para a coleta de dados, sendo dessa forma entrada de ar ambiente.

Ainda com relação a posição saída do coletor solar, adicionado a interferência do ar externo, houve dificuldade em alocar o equipamento no momento da coleta dos dados.

De acordo com Paes et al. (2022) SAAD usando sensor DHT22 e plataforma de prototipagem Arduino UNO R3 apresentou resultados satisfatórios quando comparados ao sistema convencional em todas as posições durante o monitoramento da secagem, podendo ser ampliado o número de sensores no interior da câmara de secagem do SHSE. No entanto, segundo esses autores o DHT22 para mensuração da umidade relativa do ar alocado SHSE

não apresentou bom funcionamento quando comparado com valores medidos pelo sistema convencional, divergindo dos resultados apresentados no presente trabalho.

CONCLUSÕES: Conclui-se que o desenvolvimento e implantação do sistema automático de aquisição de dados (SAAD) foi eficiente para o monitoramento em tempo real no aplicativo GERAR Mobile App 2.0 dos parâmetros (temperatura e umidade relativa) para secagem de produtos agrícolas em SHSE. No entanto, torna-se necessário melhorar a metodologia de coleta de dados a fim de se obter resultados mais fidedignos e confiáveis.

REFERÊNCIAS:

- Delfim, A.F.R.; Huebner, R.; MAIA, A.A.T.; Lima II, E.J.; Carvalho, G.M.A. Projeto e validação de um sistema de automação para controle de temperatura em máquinas de secagem de café Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.2, p.18502-18517, 2021.
- FAO combate desperdício de frutas e hortaliças. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/201527-fao-combate-desperd%C3%ADcio-de-frutas-e-hortali%C3%A7as> . Acesso em: 06/06/2023
- Morais, D.Y.M.N; Neto, A.F.; Melo Junior, J.C.F., Costa, J.D.S.; Costa M.S.; Alencar, C.H.F. Viabilidade técnica de secador solar no contexto do semiárido Brasileiro. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 2, p. 1036-1045, 2019.
- Oliveira, G; Corrêa, P; Oliveira, A; Botelho, F; Botelho, S. Cinética de secagem de folhas de fumo e suas propriedades termodinâmicas. Tecnología en Marcha. v. 32, Especial. XIII CLIA. p. 71-77, 2019.
- Paes, J.L.; Ramos, V.A.; Oliveira, M.V.M.; Pinto, M.F.; Lovisi, T.A.P; Souza, W.D. Automation of monitoring of drying parameters in hybrid solar-electric dryer for agricultural products. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.26, n.4, p.283-291, 2022.
- Shiv, P.; Allaie, S.P.; Yadav, B. Automation and Performance Evaluation of a Solar Tunnel Dryer Using Arduino UNO. International Journal of Bio-resource and Stress Management, n. 14, v. 5, p. 726-732, 2023.
- Patil, H. Development of Automation System for Solar Dryer to Enhance the Quality of Horticultural Produce Management of Postharvest Diseases and Value Addition of Horticultural Crops, cap 42, 319-324, 2022.