

APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE SENSORES DE TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E DIOXIDO DE CARBONO NO CONTROLE DA QUALIDADE DE GRÃOS DE SOJA ARMAZENADOS

LANES B. A. JAQUES¹, PAULO C. CORADI², GUILHERME A. C. DE SOUZA³,
JONATAS I. STEINHAUS³, LETÍCIA O. CARNEIRO³, ANGÉLICO L. TEIXIERA⁴

¹Discentes de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (UFSM-PPGEA)

²Eng. Agrícola, Professor Associado, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS),
paulo.coradi@ufsm.br

³Estudantes de Graduação em Engenharia Agrícola (UFSM-CS) e Bolsistas de Iniciação Científica (CNPq / FAPERGS)

⁴Engenheiro Eletricista e Técnico de Laboratório (UFSM-CS)

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi aplicar e realizar a validação dos sensores de temperatura, umidade relativa e dióxido de carbono no controle da qualidade de grãos de soja armazenados. Na primeira etapa realizou-se o desenvolvimento e teste do hardware e software para a obtenção dos dados. Na segunda etapa fizeram-se as instalações dos sensores. Na terceira etapa construiu-se e testou-se a sonda a partir do tubo de Polivinil Clorado (PVC) para acondicionar os sensores. Em seguida, projetou-se um tubo metálico para proteção à sonda e realização de coleta dos grãos. Por fim realizaram-se rotinas de leitura dos sensores em laboratório, com dois tipos de grãos de soja: em bom estado de conservação e deteriorados. Nos resultados obtidos verificaram-se variações da temperatura e umidade relativa do ar conforme a qualidade inicial do produto. Nos grãos armazenados em bom estado de conservação, a concentração de CO₂ intergranular foi de até 560 ppm, enquanto que, nos grãos deteriorados chegou a 5000 ppm. Concluiu-se que os sensores de temperatura, umidade relativa do ar e dióxido de carbono forneceram respostas consistentes para medições indiretas da qualidade dos grãos armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: : monitoramento, perdas, pós-colheita.

APPLICATION AND VALIDATION OF TEMPERATURE SENSORS, RELATIVE AIR HUMIDITY AND CARBON DIOXIDE IN THE QUALITY CONTROL OF STORED SOYBEANS

ABSTRACT: The objective of this work was to apply and validate the sensors of temperature, relative humidity and carbon dioxide in the quality control of stored soybeans. In the first stage, the development and testing of the hardware and software was performed to obtain the data. In the second stage, the sensors were installed. In the third stage, the probe was built and tested from the Chlorinated Polyvinyl (PVC) tube to condition the sensors. Then, a metal tube was designed to protect the probe and perform grain collection. Finally, routines for reading the sensors in the laboratory were carried out with two types of soybeans: in good condition and deteriorated. The results obtained showed variations in temperature and relative humidity according to the initial quality of the product. In grains stored in good condition, the concentration of intergranular CO₂ was up to 560 ppm, while in deteriorated

grains it reached 5000 ppm. It was concluded that the temperature, relative humidity and carbon dioxide sensors provided consistent answers for indirect measurements of grain quality.

KEYWORDS: monitoring, losses, post-harvest.

INTRODUÇÃO: Entre os fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados estão a temperatura e a umidade relativa do ar intergranular (RAVIKANTH et al., 2015). A massa de grãos submetidos às condições adversas de temperatura e umidade relativa do ar aceleram as reações bioquímicas desencadeando um processo de deterioração (TUBBS et al., 2016). Os grãos com teores de água elevados submetidos a altas temperaturas tem seu processo metabólico acelerado, causando focos de aquecimento no interior da massa dos grãos (AVELAR et al., 2013). Um indicativo de deterioração está na concentração de dióxido de carbono. A redução de O₂ e aumento de CO₂ na atmosfera em que os grãos estão armazenados são indicativos de respiração mais intensa da massa de grãos, redução de matéria seca e perdas qualitativas do produto (JUNIOR TIECKER et al., 2014). O monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar e da concentração de CO₂ no ambiente de armazenamento através de sensores, pode ser uma alternativa viável prevenir perdas quanti-qualitativas (TRISHYN & FILIMONOV, 2017). Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo desenvolver um equipamento a partir do uso de sensores e avaliar parâmetros de temperatura, umidade relativa e dióxido de carbono na massa de grãos de soja de baixa e alta qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi realizada em diferentes etapas no Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) e no Laboratório de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul. Na primeira etapa realizou-se o desenvolvimento e teste do hardware e software para a obtenção dos dados (Figura 1). Na segunda etapa fizeram-se as instalações dos sensores de temperatura, umidade e de dióxido de carbono. Na terceira etapa construiu-se e testou-se a sonda a partir do tubo de Polivinil Clorado (PVC) para acondicionar os sensores. Em seguida, projetou-se um tubo metálico para proteção à sonda e realização de coleta dos grãos. Os sensores foram colocados em três posições da sonda (na parte superior, central e inferior), exceto o sensor de CO₂, que foi colocado somente na parte central. Em seguida realizaram-se rotinas de leitura dos sensores em laboratório, com dois tipos de grãos de soja: em bom estado de conservação e deteriorados. Os resultados foram obtidos por meio de dados coletados pelos sensores de umidade, temperatura e dióxido de carbono

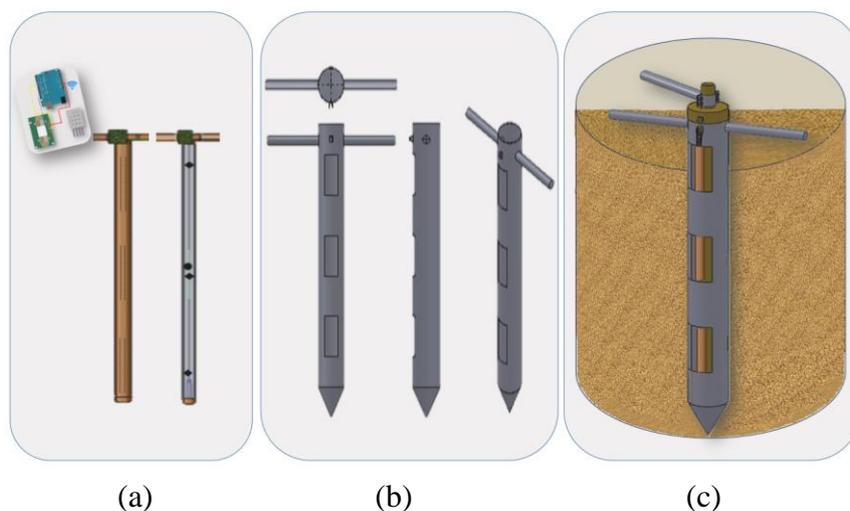


FIGURA 1. Sonda composta com sensores DHT22 e MH-Z14 (a), suporte de proteção da sonda (b), aplicação do conjunto sonda e tubo metálico em grãos realizados em laboratório (c).

Representação gráfica das etapas do desenvolvimento e teste de hardware, software e sonda composta com sensores (a), tubo metálico para proteção da sonda e entrada de grãos (b), aplicação do conjunto sonda e tubo metálico em grãos realizados em laboratório (c).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 2a, estão apresentados os resultados de temperatura e umidade relativa do ar intergranular na massa de grãos de boa qualidade. Observou-se que a resposta dos sensores para a temperatura foi variável ao longo do tempo de armazenamento do produto. Este comportamento pode estar relacionado com a posição do sensor na sonda, onde a Temp 3 refere-se ao sensor acondicionado na parte inferior da sonda. A variação do sensor da posição três para o dois foi de 0,9 °C. Para a variável umidade relativa do ar as respostas dos sensores tiveram comportamento similar no decorrer do tempo. Na Figura 2b observou-se que a concentração de dióxido de carbono em relação à temperatura foi baixa, variando entre 340-560 ppm.

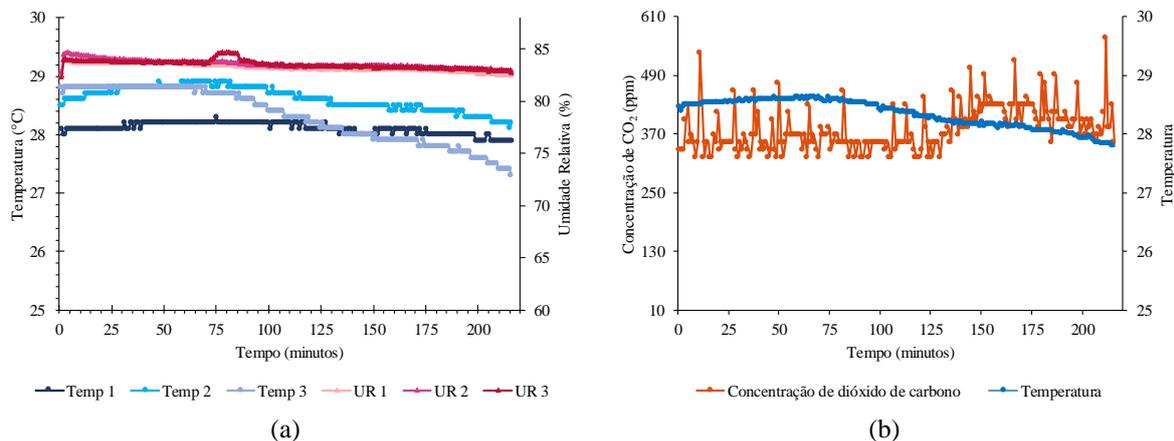


FIGURA 2. Relação da temperatura e umidade relativa do ar intergranular da massa de grãos de soja em bom estado de conservação (a), relação da temperatura do ar e concentração de dióxido de carbono na massa de grãos de soja em bom estado de conservação (b). Temp 1- temperatura do sensor um, Temp 2- temperatura do sensor dois, Temp 3- temperatura do sensor três.

Na Figura 3a estão os resultados da resposta dos sensores de temperatura e umidade relativa do ar colocado na massa de grãos em mau estado de conservação (deteriorados). Observaram-se ao longo do tempo variações da temperatura e umidade relativa do ar na massa de grãos. Na Figura 3b verificou-se que os valores da Temp 1 e Temp 2 referentes a posição superior e central da sonda tiveram comportamento semelhantes, indicando que a posição inferior da sonda o ar alcançou menores temperaturas. A umidade relativa aumento com o tempo, chegando a valores próximos 100%. A concentração de CO₂ teve aumento com o tempo, devido ao mau estado de conservação dos grãos, chegando a valores próximos a 3500 ppm.

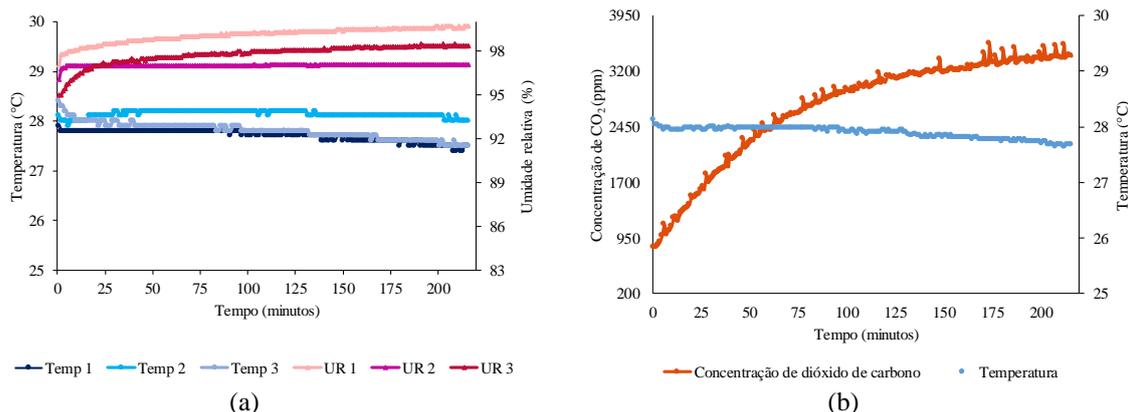


FIGURA 3. Relação da temperatura e umidade relativa do ar intergranular na massa de grãos de soja em mau estado de conservação (a), concentração de dióxido de carbono e temperatura do ar intergranular (b). Temp 1 - temperatura do sensor um, Temp 2 - temperatura do sensor dois, Temp 3 - temperatura do sensor três.

CONCLUSÕES: Os sensores de temperatura, umidade relativa do ar e dióxido de carbono aplicados em sondas no interior da massa de grãos forneceram respostas consistentes para medições indiretas da qualidade de grãos de soja no armazenamento.

AGRADECIMENTOS: CAPES, CNPq, FAFERGS-RS, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)-Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) pelo apoio financeiro e disponibilidade para realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS: AVELAR, S. A.; VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. Avanços na secagem de sementes, emprego de ar desumidificado por resfriamento. **Revista Grãos – da semente ao consumo**, n. 61, p. 18-21, 2013.

JUNIOR TIECKER.; GUIMARÃES, FILHO, E. F.; CASTRO, B.; PONTE, E. D.; DIONELLO. Qualidade físico química de grãos de milho armazenados com diferentes umidades em ambientes hermético e não hermético. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 174-186, 2014.

RAVIKANTH, L.; SINGH, C. B.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Classification of contaminants from wheat using near-infrared hyperspectral imaging. **Biosystems Engineering**, v. 1, n. 35, p. 73-86, 2015.

TRISHYN, F. A.; FILIMONOV, H. S. Automation of traceability process at grain terminal llc ukrtransagro. **Grain Products and Mixed Fodder's**, v. 17, n. 2, 2017.

TUBBS, T.; BARIBUTSA, D.; WOLOSHUK, C. Impact of opening hermetic storage bags on grain quality, fungal growth and aflatoxin accumulation. **Journal of Stored Products Research**, v. 69, n. 1, p. 276- 281, 2016.