

USO DE UM DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA MONITORAR A MASSA DE GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO TEMPORARIAMENTE AO LONGO DO TRANSPORTE

CAMILA FONTOURA NUNES¹, LANES BEATRIZ ACOSTA JAQUES²,
DOUGLAS VINÍCIOS JAEGER³, SABRINA DALLA CORTE BELLOCHIO⁴,
LETÍCIA DE OLIVEIRA CARNEIRO⁵, PAULO CARTERI CORADI⁶

¹Eng^a. Agrícola, Mestra no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Rural, UFSM/PPGEA, Santa Maria – RS, camilafnunes.cf@gmail.com

²Eng^a. Agrícola, Pós-Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

³Acadêmico de Engenharia Agrícola e Bolsista de Iniciação Científica, UFSM/CS

⁴Eng^a. Agrônoma, Pós-Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

⁵Acadêmica de Engenharia Agrícola e Bolsista de Iniciação Científica, UFSM/CS

⁶Eng^a. Agrícola, Professor Associado, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS), Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS), paulo.coradi@ufsm.br

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: Conservar a qualidade do grão na pós-colheita, é imprescindível para a agregação de valor e obtenção de maior rendimento industrial, além de favorecer um armazenamento prolongado. Assim, o monitoramento do produto transportado poderia ser uma boa alternativa para indicação e controle da qualidade, evitando possíveis deteriorações dos grãos. Dessa forma, o objetivo desse estudo é validar um sistema de monitoramento de temperatura, umidade relativa e da concentração de dióxido de carbono na massa de grãos de milho em tempo real, durante o transporte, em função de diferentes teores de água iniciais, para detectar precocemente perdas de matéria seca e prever possíveis alterações de qualidade física dos grãos. O dispositivo foi composto por sensores de temperatura, umidade relativa e dióxido de carbono. Para obtenção dos resultados, simulou-se condições de transporte utilizando grãos de milho com teores de água de 12 e 16%. As maiores variações de temperatura, umidade relativa e CO₂ ocorreram na massa de grãos com teores de água de 16%, ao longo do tempo de monitoramento. Os sensores de temperatura e umidade relativa do ar intergranular levaram cerca de 10 min para estabilizar-se, enquanto que, o sensor de CO₂ precisou de cerca de 5 min para atingir um equilíbrio no processo de difusão. Entre os diâmetros dos furos e alturas de perfuração da sonda, verificou-se que 6,5 mm e 235 mm, respectivamente, alcançaram os melhores resultados de ajustes e estabilização das curvas de monitoramento de temperatura, umidade relativa e CO₂ ao longo do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: pós-colheita, monitoramento, espaços intersticiais

USE OF A PORTABLE DEVICE TO MONITOR THE MASS OF CORN GRAINS TEMPORARILY STORED DURING TRANSPORT

ABSTRACT: Preserving the quality of the grain in the post-harvest is essential for adding value and obtaining greater industrial yield, in addition to favoring prolonged storage. Thus, monitoring the transported product could be a good alternative for quality indication and control, avoiding possible grain deterioration. Thus, the objective of this study is to validate a

system for monitoring temperature, relative humidity and carbon dioxide concentration in the mass of corn grains in real time, during transport, as a function of different initial water contents, to detect early dry matter losses and predict possible changes in the physical quality of the grains. The device was composed of temperature, relative humidity and carbon dioxide sensors. To obtain the results, transport conditions were simulated using corn grains with water contents of 12 and 16%. The largest variations in temperature, relative humidity and CO₂ occurred in the mass of grains with water contents of 16%, over the monitoring time. The intergranular air temperature and relative humidity sensors took about 10 min to stabilize, while the CO₂ sensor needed about 5 min to reach equilibrium in the diffusion process. Among the hole diameters and drilling heights of the rig, it was found that 6.5 mm and 235 mm, respectively, achieved the best results of adjustments and stabilization of the monitoring curves of temperature, relative humidity and CO₂ over time.

KEYWORDS: post-harvest, monitoring, interstitial spaces

INTRODUÇÃO: O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande valor nutricional, com grande importância na alimentação humana e animal, devido as suas características proteicas e energéticas (ABBADE, 2021). Conservar a qualidade do grão na pós-colheita é imprescindível para a agregação de valor do produto e obtenção de maior rendimento industrial, além de favorecer um armazenamento mais prolongado (SANTOS et al., 2018; CORADI et al., 2020). No entanto, grandes são as perdas durante as etapas da pós-colheita, principalmente as ocasionadas pelo transporte rodoviários, que muitas vezes ocorre pelas condições inadequadas de manuseio de produto, com altos teores de água, impurezas e tempo de deslocamento. O monitoramento e o conhecimento das condições intersticiais de grãos recém colhidos e armazenados em sistemas graneleiros por meio de dispositivos portáteis poderia contribuir para redução de perdas, e ajudaria o produtor na tomada de decisões, visto que os grãos por serem higroscópico sofrem grande influência das variáveis intergranulares, que pode afetar diretamente a qualidade do produto. Neste contexto, este estudo teve como objetivo validar um sistema de monitoramento de temperatura, umidade relativa e concentração de dióxido de carbono na massa de grãos de milho em tempo real, durante o transporte, em função de diferentes teores de água iniciais, visando detectar precocemente perdas de matéria seca e prever possíveis alterações de qualidade física dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Agrícolas (LAPOS) e no Laboratório de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Cachoeira do Sul. Utilizou-se sondas com diferentes perfurações que variaram em altura e diâmetro construídas para facilitar a resposta entre grãos e sensor. A sonda era composta por sensores de temperatura, umidade relativa e dióxido de carbono, os quais foram fixados na parte superior, central e inferior da sonda. Para obtenção de resultados, as variáveis temperatura, umidade relativa e gás carbônico na massa do grão intergranular foram monitorados em tempo real, a intervalos de 1,87 segundos por resposta, por vinte e quatro horas, simulando as condições de transporte. O enchimento de cada carga foi realizado com grãos com teores de água de 12 e 16% (b.u). Os grãos foram acondicionados em um reservatório de madeira no formato de um tubo quadrado com dimensões de 0,20 m de lado e 1,70 m de altura. A construção do reservatório levou em consideração a altura de caminhões comumente usados para transportar grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 é possível observar que comportamento das curvas foram semelhantes dentro de cada variável monitorada. Após calibração dos sensores, no tempo zero, houve uma redução da temperatura e um aumento da umidade relativa e de

CO₂ intergranular, com tendência a estabilização das curvas ao longo do tempo. Estes resultados demonstram coerência das variáveis monitoradas, bem como uma precisão e funcionalidade do sistema de monitoramento.

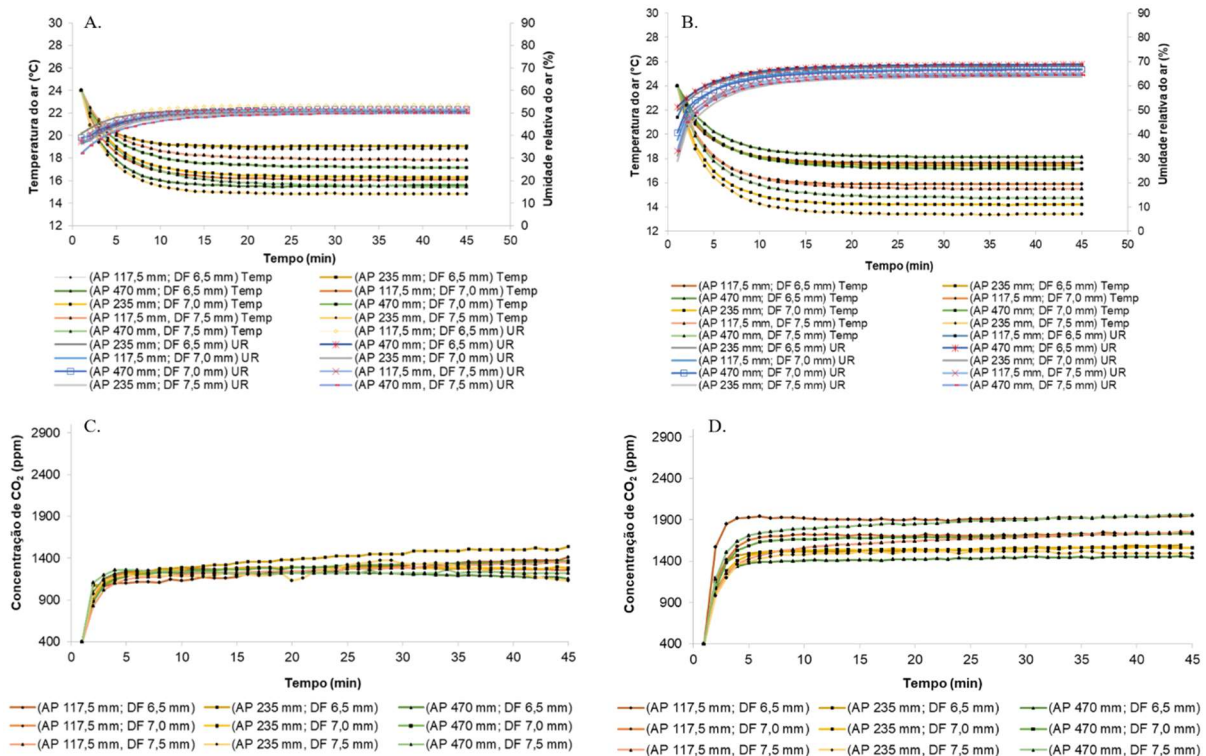


FIGURA 1. Temperatura e Umidade relativa do ar da massa de grãos de milho com teores de água de 12% (a) e 16% (b), em sondas com perfurações de 6,5, 7,0 e 7,5 mm, em três diferentes alturas de perfuração. Concentração de CO₂ da massa de grãos de milho com teores de água de 12% (c) e 16% (d), em tubo com perfurações de 6,5, 7,0 e 7,5 mm, e alturas de perfuração de 117,5, 235 e 470 mm.

Entre as curvas, observou-se uma variação das variáveis monitoradas em função dos teores de água iniciais dos grãos, diâmetro e altura de perfuração da sonda e tempo de monitoramento. Verificou-se uma diferença de aproximadamente 4 °C entre as curvas de temperatura, de 5% em umidade relativa e 500 ppm de CO₂ a partir da estabilização das curvas. As maiores variações de temperatura, umidade relativa e CO₂ ocorreram na massa de grãos com teores de água de 16%, ao longo do tempo de monitoramento. Os sensores de temperatura e umidade relativa do ar intergranular levaram cerca de 10 min para estabilizar-se, enquanto que, o sensor de CO₂ precisou de cerca de 5 min para atingir um equilíbrio no processo de difusão. Entre os diâmetros dos furos e alturas de perfuração da sonda, verificou-se que 6,5 mm e 235 mm, respectivamente, alcançaram os melhores resultados de ajustes e estabilização das curvas de monitoramento de temperatura, umidade relativa e CO₂ ao longo do tempo. Zhang et al. (2014) avaliaram a concentração de CO₂ em vários pontos da massa de grãos armazenados. Os autores verificaram que a concentração de CO₂ foi detectada com sensibilidade em uma distância horizontal de 2 m do ponto quente, e 1 m do ponto quente na direção vertical. Segundos os autores o método de detecção da concentração de CO₂ em múltiplos pontos fixos colaborou para quantificar de uma forma mais precisa a deterioração dos grãos.

CONCLUSÕES: O sistema de monitoramento com sensores para medição em tempo real da temperatura, umidade relativa e concentração de dióxido de carbono (CO₂) na massa de grãos de milho, com teores de água de 12 e 16% (b.u.), ao longo de 24 horas de transporte, em três

posições (inferior, central e superior do perfil da massa de grãos) obteve resultados satisfatórios, as quais foram validadas para uma sonda com diâmetro de furo 6,5 mm e altura de perfuração de 225 mm.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, ao Research Group at Postharvest Innovation: Technology, Quality & Sustainability (UFSM), Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS-UFSM), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de bolsas de estudos, recursos financeiros e espaços físicos para desenvolvimento dos experimentos.

REFERÊNCIAS:

ABBADE, E. B. Estimating the potential for nutrition and energy production derived from maize (*Zea mays* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) losses in Brazil. **Waste Management**, v.134, p.170-176, 2021.

CORADI, P. C.; OLIVEIRA, M. B.; OLIVEIRA, C. L.; SOUZA, G. A. C.; ELIAS, M. C.; BRACKMANN, A., TEODORO, P. E. Technological and sustainable strategies for reducing losses and maintaining the quality of soybean grains in real production scale storage units. **Journal of Stored Products Research**, v.87, p.1-12, 2020.

SANTOS, A. B.; SPROESSE, R. L.; BATALHA, M. O. Exploring strategic characteristics of intermodal grain terminals: Empirical evidence from Brazil. **Journal of Transport Geography**, v.66, n.1, p. 259-267, 2018.

ZHANG, Shuai-Bing et al. A site-directed CO₂ detection method for monitoring the spoilage of stored grains by insects and fungi in Chinese horizontal warehouses. **Journal of Stored Products Research**, v. 59, p. 146-151, 2014.