



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM DATALOGGER DE TEMPERATURA PARA UTILIZAÇÃO EM PESQUISAS NA ÁREA DA SECAGEM ARTIFICIAL DE GRÃOS

Leonardo A. Brum Viera

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica/Bolsista PIBIC/Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
leonardo.vieraa@outlook.com

Évelyn Magalhães De Carli

Acadêmico do curso de Engenharia Civil/Bolsista PIBIC/Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
evelynmagal@outlook.com

Resumo. *Este trabalho apresenta, de forma concisa, o desenvolvimento e implementação de um sensor que coleta dados de temperatura (datalogger), com o objetivo de ser aplicado em um secador artificial de grãos, contribuindo para as pesquisas nesta área. Também apresenta, uma análise sobre os resultados obtidos em um experimento de secagem, com duração de uma hora, utilizando grãos de milho.*

Palavras-chave: *Secagem de Grãos. Datalogger. Temperatura.*

1. INTRODUÇÃO

A produção de diversas culturas de grãos é responsável pela geração de vários empregos e benefícios para as regiões produtoras do grão. Sabe-se que a colheita dos grãos é realizada quando os mesmos apresentam umidade relativa acima do valor ideal de armazenamento [1]. A alta umidade favorece a proliferação de micro-organismos e fungos que causam danos aos grãos de soja, por consequência influenciam na qualidade e conservação dos grãos [2], [3].

Para que os grãos atinjam a umidade relativa ideal para armazenamento é necessário submetê-los a um processo de

secagem, podendo ser natural ou artificial. A secagem artificial consiste em expor os grãos a fluxos de ar aquecidos previamente para que a umidade dos grãos seja transferida para o ar. Este processo é o maior responsável pela boa qualidade dos grãos [1], [4].

Segundo Goneli [5], para o desenvolvimento, aperfeiçoamento e otimização de equipamentos secadores de grãos, é de fundamental importância a criação de modelos matemáticos e simulações computacionais que visam descrever o comportamento do produto ao longo do processo de remoção de água. Necessitando assim realizar uma coleta de informações durante a secagem.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é relatar o desenvolvimento e implementação de um protótipo de *datalogger* para coleta de dados de temperatura, com baixo custo, boa precisão e fácil manuseio com o objetivo de ser utilizado em pesquisas na área da secagem artificial de grãos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para uma maior compreensão sobre o dispositivo, primeiramente serão apresentados os componentes que o

constituem e posteriormente será abordado de forma geral seu funcionamento.

2.1 Definição do sensor

Para o desenvolvimento de um *datalogger*, o primeiro passo é a definição do sensor a ser utilizado, o qual deve apresentar uma alta confiabilidade na conversão de grandezas, pois, é a partir deste, que será desenvolvido todo o circuito transdutor.

Nesse projeto, a grandeza a ser mensurada será a temperatura, que pode variar entre 20 °C e 120 °C durante o processo de secagem. Para isso, escolheu-se um sensor ativo termopar “tipo k”, que atua em uma faixa de temperatura de -200 °C a 1260 °C, com uma relação de conversão linear de 41 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

2.2 Aquisição do sinal

Para se ter um *datalogger* completo é necessário a utilização de um circuito auxiliar com o objetivo de interpretar de forma coerente a grandeza convertida pelo sensor. Desta maneira, para o estágio de aquisição de sinal do termopar, foi utilizado um circuito integrado MAX6675 fabricado pela empresa Maxim®. Este circuito apresenta um estágio de amplificação, um conversor A/D com resolução de 12 bits, uma interface comunicação SPI (*serial peripheral interface*) e uma compensação de junta fria interna.

2.3 Multiplexador

Com o intuito de gerar modelos matemáticos satisfatórios sobre a secagem dos grãos, é necessário mensurar valores distintos de temperatura ao longo do processo. Assim necessitando mais de um sensor para coleta de temperaturas simultâneas. Neste projeto optou-se pela utilização de quatro termopares com suas finalidades especificadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Temperatura Mensurada Por cada Termopar.

| Termopar <i>n</i> | Temperatura Mensurada |
|-------------------|--|
| Termopar 1 | Temperatura ambiente |
| Termopar 2 | Temperatura do ar que chega à camada de grãos |
| Termopar 3 | Temperatura do ar que passa pela camada de grãos |
| Termopar 4 | Temperatura interna dos grãos |

Fonte: Próprio Autor.

Como um dos objetivos deste dispositivo é ter um baixo custo se comparado aos comercializados, a utilização de um MAX6675 para cada termopar, tornaria inviável a sua construção, devido ao alto custo do circuito integrado. Como solução, foi utilizado um circuito multiplexador analógico de 4 canais modelo 74HC4052 fabricado pela empresa NXP®. Desta forma pôde-se selecionar um termopar de cada vez, excluindo a necessidade de quatro circuitos transdutores.

2.4 Gravação e Amostragem

A principal função de uma *datalogger* é armazenar dados mensurados por sensores, para posteriormente serem analisados. Para essa função optou-se pela utilização de um cartão de memória SD (*Secure Digital*), que utiliza comunicação SPI, é facilmente encontrado no comércio, e tem alta compatibilidade com os computadores atuais.

O *datalogger* necessita ser configurado antes de entrar em operação. Assim sendo essencial a utilização de um display que cria uma interface entre o usuário e o dispositivo, tornando fácil o manuseio do equipamento. Além disso traz o benefício de monitorar em tempo real os valores de temperatura e o tempo restante de medição. Para esta finalidade foi utilizado um LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2.

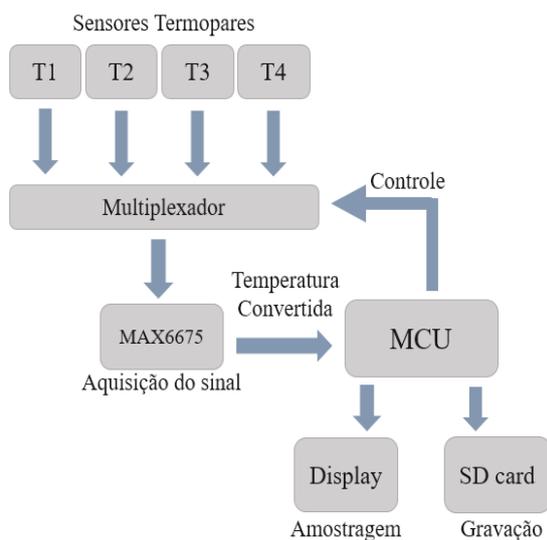
2.5 Controle

Para realizar a interface de comunicação com os dispositivos de medição, gravação e amostragem, optou-se pela utilização de um microcontrolador (MCU) PIC da família 18f modelo 4550, fabricado pela empresa Microchip®. Este apresenta um módulo SPI (necessário para comunicação com SD card e MAX6675), memória flash de 32 kB, 2 kB de memória ram e apresenta 40 pinos, características adequadas para a aplicação.

2.6 Funcionamento do circuito

Os termopares são interligados no multiplexador, que é controlado pelo MCU, este seleciona qual termopar será mensurado pelo MAX6675, o mesmo converte a grandeza em um valor discreto e envia via SPI para o MCU. Após a leitura dos quatro termopares, o MCU executa a rotina de gravação no cartão SD e amostragem no display. Este processo pode ser visualizado na Fig. 1.

Figura 1. Diagrama de Funcionamento do Circuito



Fonte: Próprio Autor.

3. RESULTADOS OBITIDOS

Após simulações e testes utilizando a *protoboard*, foi desenvolvido um protótipo em uma PCB (placa de circuito impresso) como pode-se observar na Fig. 2.

Figura 2. Protótipo de *Datalogger*.



Fonte: Próprio Autor.

O protótipo final, apresenta uma resolução de 0,25 °C, e uma precisão de $\pm 1,5\%$, podendo atuar em uma faixa de 0° C a 1023 °C, e, o gasto total para seu desenvolvimento foi em torno de R\$ 100 reais. O dispositivo apresenta medição e gravação de quatro valores distintos de temperatura, além das funções de calibração manual e de limitação do número de gravações.

Para testar o dispositivo e analisar algumas características, como por exemplo, precisão e confiabilidade, o mesmo foi implementado a um secador artificial de grãos de fluxo de ar cruzado e contínuo, disponibilizado pelo mestrado em Modelagem Matemática da UNIJUI, como ilustra a Fig. 3.

Figura 3. Implementação do *Datalogger*.

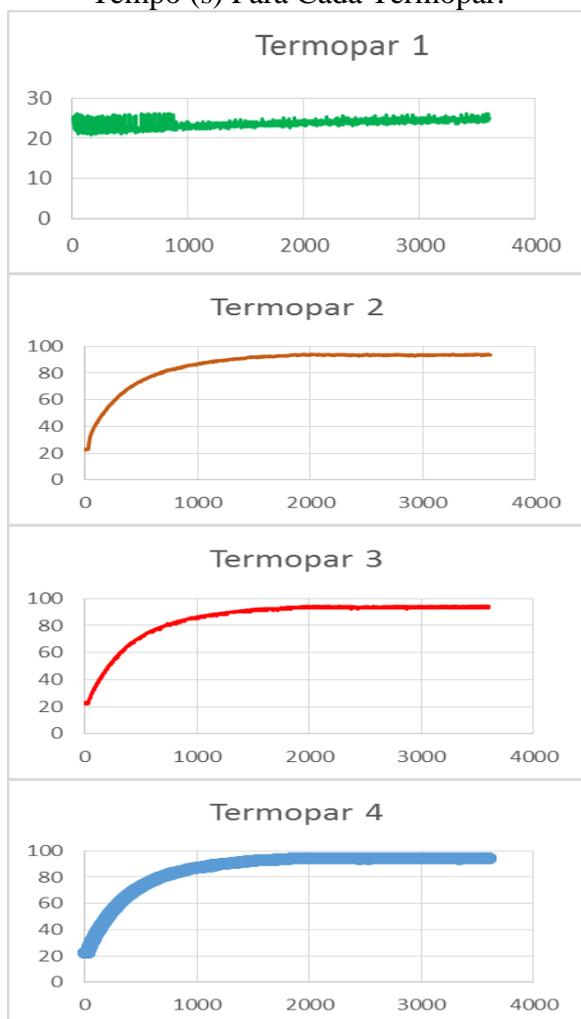


Fonte: Próprio Autor.

Foi executado um experimento de uma hora para a secagem de grãos de milho. Durante este, o datalogger fez as medições, iniciando com a temperatura ambiente e variando até estabilizar na temperatura de fluxo de ar pré-definida de 95 °C. Neste período, o datalogger armazenou 3600 amostras de temperatura por sensor.

Com os dados obtidos neste experimento, foram traçados os gráficos ilustrados na Fig. 4.

Figura 4. Gráficos de Temperatura (°C) X Tempo (s) Para Cada Termopar.



Fonte: Próprio Autor.

A partir desse resultado, observa-se que o datalogger obteve desempenho satisfatório, destacando os maiores desempenhos com os termopares 2 e 3, que apresentam uma menor taxa de oscilação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dispositivo *datalogger* apresentou uma alta confiabilidade durante todo o experimento. O custo total para seu desenvolvimento, foi relativamente inferior se comparado à um dispositivo semelhante comercializado. Como, um de seus objetivos era ser confiável e ao mesmo tempo de baixo custo, pôde-se concluir que o mesmo satisfaz a expectativa.

Todavia, existe a necessidade de algumas melhorias, como pode ser observado no gráfico gerado a partir das temperaturas medidas pelo termopar 1, que apresenta uma grande variação, a qual pode ser melhorada com a implementação de um filtro no sistema.

5. REFERÊNCIAS

- [1] WEBER, E. A. Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos. Canoas, RS. Editora Salles, 2005.
- [2] PUZZI, D. Abastecimento e armazenagem de grãos. Instituto Campineiro de Engenharia Agrícola. Campinas – SP 1986.
- [3] WINIK, Saul Vione; KHATCHATOURIAN, Oleg. SECAGEM ARTIFICIAL DE GRÃOS DE SOJA: ESTUDO EXPERIMENTAL. Salão do Conhecimento, v. 1, n. 01, 2013.
- [4] WINIK, Saul Vione; KHATCHATOURIAN, Oleg. COMPARAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DA TEMPERATURA DE UM SECADOR CONTINUO. Salão do Conhecimento, v. 1, n. 1, 2015.
- [5] GONELI, André Luis Duarte. ESTUDO DA DIFUSÃO DE UMIDADE EM GRÃOS DE TRIGO DURANTE A SECAGEM, 2007.