

## SECAGEM ARTIFICIAL DE GRÃOS DE MILHO: DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLADOR DE TEMPERATURA AUTOMÁTICO.

Lucas da Rosa Kieslich<sup>1\*</sup>, Dr. Oleg Khatchatourian<sup>2</sup>; Dr. Manuel Osório Binelo<sup>3</sup>; Maurício dos Santos Dessuy<sup>4</sup>; Saul Vione Winik<sup>5</sup>; Caio Felipe Froner Haas<sup>6</sup>.

1. Bolsista de IC PIBIC/CNPq, autor principal do resumo e aluno de Engenharia Elétrica – UNIJUÍ (RS).
2. Professor do Curso de Modelagem Matemática – UNIJU (RS) / Orientador
3. Professor do Curso de Modelagem Matemática – UNIJUÍ (RS).
4. Bolsista PIBIC e aluno de Ciências da Computação – UNIJUÍ (RS).
5. Aluno do Mestrado em Modelagem Matemática – UNIJUÍ (RS).
6. Bolsista PIBIC/CNPq e aluno de Engenharia Elétrica – UNIJUÍ (RS).

### Resumo:

Visando um aprimoramento da qualidade do processo de secagem de grãos no geral, mas a partir de dados coletados especificamente de experimentos realizados com grãos de milho, ficou clara a necessidade de realizar um estudo apurado no que diz respeito ao controle de temperatura do processo de aeração e secagem desses grãos.

O estudo realizado envolve a reforma do equipamento de controle de temperatura de um protótipo de secagem de sementes a partir de uma tecnologia que equilibre desempenho e custos financeiros, de modo que o controle é realizado usando equipamentos projetados e desenvolvidos em laboratório para essa finalidade específica.

O desenvolvimento do equipamento foi baseado na metodologia de processo já existente no laboratório de grãos, bem como seus estudos anteriores concernentes a essa pesquisa, e foi capaz de gerar dados proveitosos a serem tratados pela equipe de modelagem matemática afim de introduzi-los nas situações práticas reais.

**Palavras-chave:** Controle Digital; Transferência de Massa; Aeração.

**Apoio financeiro:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição:** UNIJUÍ.

### Introdução:

Este trabalho tem como objetivo tratar do desenvolvimento de um dispositivo capaz de realizar o controle automático da temperatura interna de aeração de um secador de grãos de modo a otimizar o processo de secagem realizado por este aparato. Logo, quando se fala em secagem de grãos, vários pontos devem ser levados em consideração, como as razões da pesquisa e os impactos reais dela de um modo amplo, analisando a importância dela e os processos que ela envolve.

Nos dias de hoje, uma das culturas mais importantes do Brasil, e com ênfase no estado do Rio Grande do Sul, é a cultura do milho, por ser um dos macro ingredientes na produção de rações, e pelo aumento da competitividade no mercado de carnes, a produção desse grão aumenta gradativamente. Possui ainda importância econômica, pois promove uma movimentação do mercado agroindustrial do país, o que acaba por gerar, a partir da movimentação de capital, benefícios inquestionáveis para as regiões produtoras, onde além de permitir que exista uma mercantilização local, ela ainda dá grande margem para a exportação da semente. (CALDARELLI & BACCHI, 2012).

Para verificar a importância da secagem deve-se estudar, por exemplo, as causas de um nível alto de umidade. Sabe-se que o baixo nível de atividade biológica dos grãos se deve aos baixos teores de umidade, fundamentais para se obter uma armazenagem segura. Logo, altos valores dessa umidade no ambiente de armazenamento, combinados a valores de temperatura inadequados, podem causar a germinações dos grãos, resultando em perda de todo o seu valor nutritivo e impedindo o armazenamento seguro (NAVARRO & NOYES, 2001).

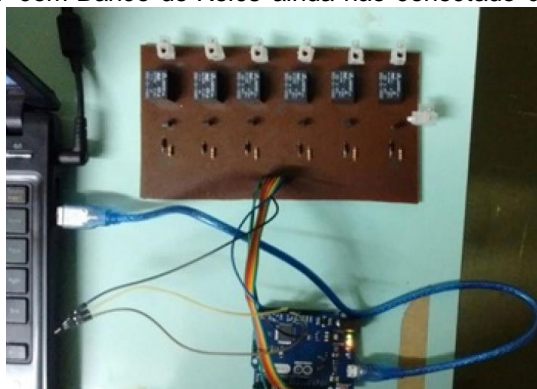
Para a boa conservação dos grãos é necessária uma secagem adequada, porém, para uma secagem adequada é válido lembrar que é fundamental que haja um controle de temperatura adequado no fluxo interno de ar para que exista sempre a menor variação possível entre a temperatura real e a desejada. (WINIK, 2015).

Para que a coleta de dados em um aparato se secagem seja vantajosa é necessário antes de qualquer coisa diminuir os erros de leitura e dos atuadores, e um controle de temperatura é mais eficiente quando tem uma margem de erro reduzida. Quando o controle de temperatura é realizado de modo automático em um aparato como esse, fica evidente a diminuição da margem de erro para a obtenção da temperatura desejada para o fluxo de ar. (WINIK, 2014).



acordo com a temperatura estipulada, faziam o ligamento e desligamento do número específico de resistências elétricas para atingir e posteriormente estabilizar a temperatura da massa de ar no nível desejado.

Figura 3 – Controlador com Banco de Relés ainda não conectado às Resistências



E posteriormente o controlador foi acoplado às seis resistências elétricas para que fossem realizados os primeiros testes e então, os experimentos que serão descritos a seguir.

### Resultados e Discussão:

A partir da conclusão da construção do controlador, iniciaram-se as experiências de secagem com o aparato, com determinadas temperaturas de aeração, de fluxo de ar e umidade da massa de grãos principalmente com grãos de milho. Um exemplo de experimento a ser citado foi um experimento de 1200 segundos, com uma massa de grãos de 70 gramas e uma umidade de 23% B.U. (“Base Úmida”) e uma temperatura de aeração estimada de 59°C, que culminou em um uma tabela de dados a serem tratados pela equipe do mestrado em modelagem matemática, e esses dados podem ser exemplificados na tabela a seguir, que mostra os 16 primeiros segundos do experimento especificando as temperaturas do fluxo de ar, do interior da massa de grãos e a temperatura externa (ambiente), respectivamente.

**Tabela 1 – Dados do Experimento de Secagem**

Seg.	Aeração °C	Massa °C	Externa °C
1	59,0	26,5	29,1
2	59,0	26,6	29,1
3	59,0	26,8	29,0
4	58,9	27,0	29,0
5	59,0	27,2	29,0
6	58,9	27,6	29,0
7	59,0	27,8	29,0
8	59,0	27,9	28,9
9	59,0	28,4	28,9
10	58,9	28,7	28,9

Fonte: Do Autor

É possível verificar que a margem de operação do controlador não supera os 0,2°C, o que é vantajoso para a finalidade do projeto, que possuía anteriormente uma margem de operação de no mínimo 2°C, e também se pode verificar o aumento constante da temperatura da massa e a estabilidade relativa da temperatura ambiente.

Os valores acima foram coletados por um sistema de termopares já existente no laboratório e com software próprio para a coleta de dados.

### Conclusões:

Sabe-se, primeiramente, que o processo de secagem de grãos é de importância fundamental para a conservação dos mesmos, e que quanto mais ela for aprimorada, melhor será a execução do processo em si, no que concerne a uma perda menor de grãos por excesso de temperatura ou umidade, e assim, uma economia para a produção de grãos.

Dentro dessa lógica ficaram claros então os benefícios de um controle adequado da temperatura, já que com o melhoramento desse controle são reduzidos os erros, e quanto mais precisos forem as medidas, resultados mais confiáveis serão obtidos nos experimentos, logo, será possível melhorar o processo de

secagem e sua rentabilidade como um todo.

O controle realizado automaticamente manteve uma margem de estabilidade aceitável para a proposta do projeto, o qual visa analisar de maneira mais profunda as condições físicas dos grãos para o transporte e armazenamento dos mesmos, assim, foi concluída com êxito a solução para o problema proposto.

### Referências bibliográficas

- [1] O.A. KHATCHATOURIAN, M.O. BINELO (2008) Simulation of three-dimensional airflow in grain storage bins.
- [2] DE LIMA, RODOLFO FRANÇA (2014). **Modelagem matemática do escoamento de grãos de soja em um secador com fluxo misto usando o método dos elementos discretos.**
- [3] ACASIO, U. A., Handling and storage of soybeans and soybean meal. Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, USA, 1997.
- [4] Navarro S; Noyes R. T. The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management. CRC Press, LLC, 2001.
- [5] BROOKER, D, B. BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. (1992). **Drying and Storage of Grains and Oilseeds.** AVI Book, New York
- [6] WINIK, Saul Vione et al. CONTROLE DA TEMPERATURA DE SECAGEM ARTIFICIAL DE GRÃOS. **Salão do Conhecimento**, v. 2, n. 01, 2014.
- [7] WINIK, Saul Vione; KHATCHATOURIAN, Oleg. COMPARAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DA TEMPERATURA DE UM SECADOR CONTINUO. **Salão do Conhecimento**, v. 1, n. 1, 2015.