

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

SECAGEM ARTIFICIAL DE GRÃOS DE SOJA: DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLADOR DE TEMPERATURA AUTOMÁTICO¹ ARTIFICIAL DRYING OF CORN GRAINS: DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROLLER

**Lucas Da Rosa Kieslich², Oleg Khatchatourian³, Manuel Osório Binelo⁴,
Mauricio Dos Santos Dessuy⁵, Saul Vione Winik⁶, Caio Felipe Froner Haas⁷**

¹ Projeto de iniciação científica do departamento de modelagem matemática.

² Bolsista PIBIC/CNPq, aluno de Engenharia Elétrica da UNIJUI - RS.

³ Orientador. Professor do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Modelagem Matemática na UNIJUI - RS.

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Modelagem Matemática na UNIJUI - RS.

⁵ Bolsista PIBIC/UNIJUI, estudante de Ciências da Computação na UNIJUI - RS.

⁶ Aluno de mestrado em Modelagem Matemática e Bacharel em Engenharia elétrica na UNIJUI - RS.

⁷ Bolsista PIBIC/CNPq, estudante de Engenharia Elétrica na UNIJUI - RS.

1 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 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.

1.1 Importância do Milho

Nos dias de hoje, uma das culturas mais importantes do Brasil, e com ênfase no estado do Rio Grande do Sul, é a cultura da 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).

1.2 Processo de secagem

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 água fundamentais para se obter uma armazenagem segura. Logo, altos valores de 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

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

impedindo o armazenamento seguro (NAVARRO & NOYES, 2001).

1.3 Controle de Temperatura

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 de 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).

2 Metodologia

Para introduzir melhor as necessidades para a execução desse projeto é preciso deixar claro a necessidade e a finalidade do mesmo. O dispositivo projetado vem a ser então um controlador de temperatura responsável por estabilizar a temperatura da ventilação interna de um secador de grãos de dimensão reduzida que no caso se tratará de um modelo experimental desenvolvido e construído previamente.

O aparato de secagem citado é basicamente uma estrutura tubular ("Figura 1") disposta horizontalmente que possui uma de suas extremidades conectada à turbina de ar (número 1) de um motor elétrico controlado por um inversor de frequência. Possui em um determinado estágio de sua estrutura uma série de seis resistências elétricas (número 8) responsáveis pelo aquecimento do ar canalizado pela turbina, e que finalmente é conectado a uma estrutura vertical, onde é possível o depósito de grãos (número 9) que ficam por sua vez sob o efeito do ar quente.

Figura 1 - Representação do Simulador de Secagem de Grãos



Fonte: (Winik, S.V.)

A finalidade do aparato é então realizar experimentos de secagem com diversos tipos de grão para estudar os efeitos das variáveis (velocidade e temperatura do fluxo de ar, bem como a umidade, volume e massa dos grãos antes da secagem e a espécie do grão), para assim analisar quais são as condições que menos agredem a semente e viabilizam o meio de secagem da mesma

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

de forma mais rentável, ou seja, que não prejudique a sua estrutura física.

Tendo em vista isso, fica claro que é de suma importância a precisão do controle e coleta dos dados de temperatura do fluxo de ar, pois ele é responsável, assim como a vazão, por acelerar a secagem do grão ou atrasá-lo (quando a temperatura for muito baixa, o que pode resultar em um desperdício de energia) e ainda existe a possibilidade de uma temperatura elevada poder prejudicar a estrutura física do grão e até mesmo queimá-lo.

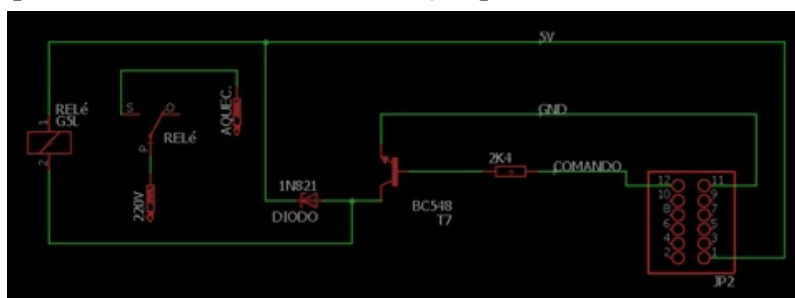
Como já existia um controlador de temperatura no aparato, mas que apresentava falhas relevantes, foi necessária a construção de um novo controlador. O problema apresentado por esse dispositivo antigo, citado anteriormente, dizia respeito à descarga de corrente proveniente dos relés de acionamento das resistências elétricas, já que se tratam de bobinas de indução, e quando não se protege o circuito de controle integrado à ela, acontece um efeito de descarga dessa bobina logo após o seu movimento de conexão, ou seja, quando a chave “fecha”, que pode avariar o circuito de controle como de fato ocorreu.

Após análise prévia e constatação de problemas no sistema de controle foi criado um controlador que trabalha a partir de um sistema de ARDUINO, e criando uma programação inteiramente nova que buscava uma atuação semelhante à do controlador predecessor, foi conectado esse novo sistema circuito com a bateria de relés, responsáveis pelo acionamento das resistências elétricas (similares aos da “Figura 3”), que de acordo com a temperatura estipulada, faziam o ligamento e desligamento do número específico de resistências (0 até 6) de aquecimento para atingir e posteriormente estabilizar a temperatura da massa de ar no nível desejado.

Após instalar o novo controlador ao sistema de relés, foi constatado que as falhas persistiram, e foi então que finalmente procurou-se analisar o circuito dos relés, momento em que ficou evidente o equívoco na construção do sistema de proteção com o TBJ, diodo e resistor, de modo que a bobina do relé estava conectada no emissor do transistor, além de possuir um resistor minimamente subdimensionado.

Optou-se então para a construção de um novo banco de relés, com a então proteção elétrica adequada, que em conjunto com o novo sistema de controle busca otimizar o processo de secagem do aparato (“Figura 3”).

Figura 2 - Esquemático do Sistema de Proteção para o Acionamento de Um dos Relés



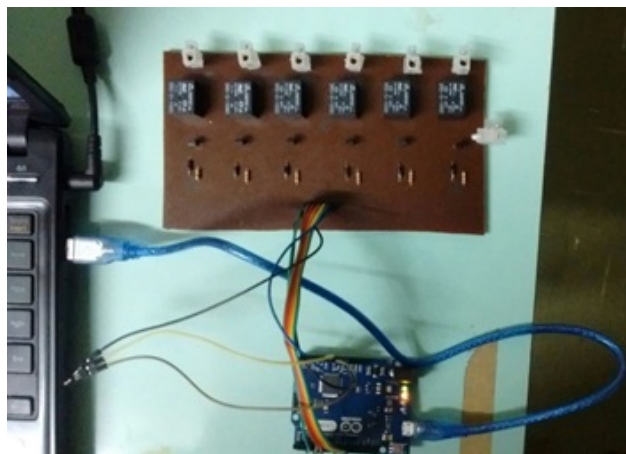
Fonte: Do Autor

Para a construção de fato desse controlador fez-se necessária a implementação do circuito em uma placa de circuito impresso, pelo fato de diminuir erros e da conservação física do equipamento, e todo projeto foi realizado no software EAGLE, de PCB design, a partir do

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

esquemático do circuito (“Figura 2”).

Figura 3 - Controlador de Temperatura Ainda Não Acoplado às Resistências do Secador de grãos



Fonte: Do Autor.

E posteriormente o controlador foi acoplado às seis resistências elétricas para que fossem realizados os primeiros testes (“Figura 3”) e então, os experimentos que serão descritos a seguir.

3 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. e uma temperatura de aeração estimada de 59°C, que culminou em uma tabela de dados a serem tratados pela equipe do mestrado em modelagem matemática, e esses dados podem ser exemplificados na “Tabela 1”, 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).

Tabela 1 - Dados do Experimento de Secagem

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

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 o erro do controlador não supera os 0,2°C, o que é vantajoso para a finalidade do projeto, 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.

4 Considerações Finais

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.

5 Palavras Chave

Secagem de grãos, secagem artificial, milho, estudo prático, controle de temperatura, aeração.

6 Keywords

Seed drying, artificial drying, corn, practical study, temperature control, aeration.

7 Agradecimentos

Aos professores Dr. Oleg Khatchatourian e Dr. Manuel Osório Binelo pela orientação e auxílio. E também aos demais integrantes do projeto.

8 Referências Bibliográficas

- [1] O.A. KHATCHATOURIAN, M.O. BINELO (2008) Simulation of three-dimensional airflow in grain storage bins.
- [2] CALDARELLI, Carlos Eduardo; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. Nova economia, v. 22, n. 1, p. 141-164, 2012.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

- [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.