

## FABRICAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE SILO ARMAZENADOR: TÉCNICAS E APLICAÇÕES EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**JOÃO GUILHERME TREVISAN SPAGNOLLO<sup>1</sup>; LARISSA THAÍS PREDIGER<sup>2</sup>;**  
**FELIPE BONDEZAM DA SILVA TOLEDO<sup>3</sup>; EDUARDO LONGARAY ESPIRITO**  
**SANTO<sup>4</sup>; MARCONI BOTELHO MARTINS<sup>5</sup>; DANIEL DE CASTRO MACIEL<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – joaoguilhermespagnollo66@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – larissathais.prediger@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – felipebt338@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – dudulong02@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas – marconi.martins94@gmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pelotas – danielcastro\_bh@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

A produção de grãos no Brasil é essencial para a economia do país, contribuindo para o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) (LISBINSKI FERNANDA, 2023). O Brasil se destaca por estar entre os maiores produtores de grãos superando os índices de produção a cada safra (Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, 2024). Devido a essa alta produção é necessário dispor de locais adequados para a deposição dos grãos, tornando o armazenamento um processo fundamental, descrito como um método que consiste em proteger os grãos produzidos, preservando suas características desde a colheita até a distribuição (ZAGO, J). Segundo a Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro (2024), um dos principais problemas enfrentados é a falta de estruturas adequadas para o armazenamento, causando consequências diretas na integridade e qualidade desses grãos.

Através dessa problemática, graduandos do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Pelotas desenvolveram um protótipo de um silo armazenador, utilizando-se processos de fabricação mecânica, como corte, solda, dobra e montagem.

O processo de corte, pode ser definido como uma operação de cisalhamento de um material usando forças físicas ou abrasivas, sendo aplicadas manualmente ou exercidas através de máquinas hidráulicas (HYPERTHERM, 2024). A operação de soldagem elétrica com eletrodo revestido é um processo descrito pela empresa SUMIG (2024), como uma operação realizada através da energia gerada por um arco elétrico mantido entre a extremidade de um eletrodo metálico revestido e a peça de trabalho onde é realizada a soldagem. Esse processo é amplamente utilizado e envolve o uso de um eletrodo consumível, cujo revestimento possui finalidades específicas, sendo este revestimento usado para proteger o metal de solda contra contaminação, estabiliza o arco elétrico e adiciona elementos a solda para melhorar suas propriedades. Outro processo utilizado no desenvolvimento do protótipo foi o dobramento, o qual, usando uma força, se faz a transformação do material, podendo criar uma ampla diversidade de formas (HELMAN, HORACIO; PAULO ROBERTO CETLIN, 2015).

Portanto, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um protótipo de um silo armazenador de grãos com dimensões de 1,10 x 0,4 metros com capacidade estimada em 240 quilogramas descrevendo os processos de fabricação utilizados em sua construção.

### 2. ATIVIDADES REALIZADAS

O projeto se iniciou com o esboço do protótipo do silo armazenador através do software *Solidworks* com intuito de demonstrar conceitualmente as medidas do projeto para a seguir iniciar-se a sua confecção, conforme mostra a Figura 1.

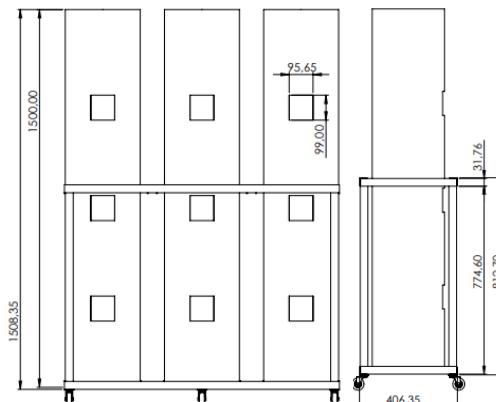


Figura 1 - Desenho do protótipo através do Solidworks, unidades em mm.

O projeto prático desenvolveu-se no laboratório 110 do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, com a realização da confecção do protótipo do silo armazenador. Inicialmente as barras de cantoneiras contendo dimensões de 6 metros e as chapas metálicas de 1200 x 3000 mm precisaram ser cortadas, conforme demonstrado na Figura 2. Utilizando de ferramentas tais como: serra circular compacta, serra fita de bancada e esmerilhadeira angular orbital, foi realizado cortes para serem atingidas as medidas das cantoneiras do protótipo, estas que são de comprimento 1,10 m e contendo 4 unidades, largura 0,4 m, com 12 unidades e altura de 0,8 m, contabilizando 4 unidades, totalizando 20 peças de cantoneira. No total foram utilizados 9,2 m de cantoneira para o desenvolvimento desta parte da estrutura. As chapas metálicas que servirão de suporte para o acomodamento dos silos na parte inferior da estrutura, possuem dimensões de 0,4 x 0,3 m, contendo um total de 3 unidades.



Figura 2 - Realização de cortes nas barras de cantoneiras e nas chapas metálicas

Com o material cortado, foi avançado para a próxima etapa, esta que se dá pela montagem da estrutura. Conforme demonstrado na Figura 3 (a). Com um cordão de solda do tipo "I" de espessura 7 mm foi realizada a junção das cantoneiras de medidas de 1,10 m com as de 0,4 m, formando um retângulo. Medindo do início, deixou-se um espaço equivalente a 30 cm e foi feita a fixação com a solda, este espaço serve para inserir o primeiro silo. Para a realização da fixação da próxima cantoneira, foi deixado um espaço equivalente a 10 cm, para que os silos não ficassem juntos uns dos outros. No espaço restante, o mesmo

procedimento foi repetido, mantendo as distâncias equivalentes, até chegar no final do comprimento, o qual possui um total de 3 silos apoiados na estrutura. Ainda utilizando solda, foi realizada a fixação de 6 rodas de silicone transparente com capacidade de carga em cada roda de 40 quilogramas, sendo 3 em cada lado da estrutura, espaçadas a 55 cm, estas que terão a função de facilitar a locomoção da estrutura, principalmente quando conter os grãos dentro.

Para o desenvolvimento do suporte que dará sustentação às peneiras e está localizado dentro da estrutura na parte inferior, foi utilizado o processo de dobramento, realizando dobras na barra roscada até atingir a forma de circunferência e possuir capacidade de encaixar dentro do silo, conforme demonstrado na Figura 3 (b). Após atingir a dimensão desejada, foi realizada a soldagem da mesma para fixá-la. Outra etapa que foi utilizada a solda foi na junção das barras roscadas, aumentando a capacidade de suporte quando cheia de grãos. Para a sustentação da barra roscada, foi utilizado uma quantidade de 21 unidades das chapas chatas. Estas chapas têm comprimentos de 26 cm na altura, contendo 15 elementos e 29,5 cm na junção das pontas inferiores, contabilizando 6 unidades. A união dos materiais foi feita com a solda para que desta maneira todas atingissem as mesmas dimensões, tornando possível a inserção das mesmas dentro do silo, conforme demonstrado na Figura 3 (b).



Figura 3 - Em (a) tem a montagem da estrutura da base do silo armazenador. Em (b) está o suporte das peneiras; (1) suporte da peneira; (2) suporte da barra roscada

Após a realização dos processos descritos, o protótipo foi concluído, conforme demonstrado na Figura 4, juntamente com um resumo dos materiais e dimensões finais também apresentados na Figura 4.



ITEM	QUANTIDADE	MATERIAL	MEDIDAS
Cantoneira	20	Aço carbono SAE 1020	E= $\frac{1}{8}$ " B=1 x $\frac{1}{8}$ "
Chapas de fundo	3	Aço Carbono SAE 1020	C= 400 mm L= 300 mm E= 3 mm
Silo	3	Aço galvanizado	D= 300 mm A= 1500 mm
Supor te da peneira	3	Barra roscada	E= $\frac{1}{4}$ " D= 300 mm
Chapa chata	15	Aço Carbono SAE 1020	E= 3 mm L= 25 mm C = 260 mm
Chapa chata	6	Aço Carbono SAE 1020	E= 3 mm L= 25 mm C = 295 mm
Rodízio fixo	6	Silicone transparente	D = 50 mm

Figura 4 - Resumo dos materiais e medidas finais utilizados na construção do protótipo, sendo "E" (espessura), "B" (base), "C" (comprimento), "L" (largura), "D" (diâmetro) e "A" (altura).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este protótipo será utilizado para futuro projeto relacionado com a área de armazenamento de grãos, sendo possível realizar medições de temperatura, umidade e produção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) nos grãos armazenados dentro dos silos, além de aumentar o tempo do armazenamento dos mesmos.

Em atributo ao protótipo desenvolvido, foi possível desenvolver raciocínio para ideias envolvendo a concretização da estrutura onde será feito o armazenamento e análises do comportamento dos grãos, tais como, localização dos motores para ventilação e dutos que irão conduzir o ar até o bocal de entrada do silo e também o desenvolvimento da estrutura de suporte para que a peneira suporte a carga de grãos.

### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

HELMAN, HORACIO; PAULO ROBERTO CETLIN. **Fundamentos da conformação mecânica dos metais**. ed. 2. SÃO PAULO. ARTLIBER EDITORA, 2015.

HYPERTHERM. **Ferramentas de corte mecânicas**. Acessado em 17 de setembro de 2024. Online. Disponível em:  
<https://www.hypertherm.com/pt/solutions/technology/mechanical-cutting-tools/>

LISBINSKI, F. Produção de Grãos no Brasil: Cenário Atual e Perspectivas. **Agromove**. Acessado em 16 set. 2024. Online/

Lurdes Oliveira da Silva, N., Gonçalves Aguiar, A., Rebouças Pereira, A., Lima Evangelista, C. L. E., Teliz de Lira, G., & Otavio Cabral Neto. Déficit de Armazenagem de Grãos no Brasil. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v.02, n.1, p. 02-12, 2024.

SUMIG. **Processo de solda com eletrodo revestido**. Acessado em: 17 set. 2024. Online. Disponível em: <https://www.sumig.com/pt>

ZAGO, J.; DO CLIENTE NA CLIMATE, G. DE S. **Armazenamento de grãos: quais os cuidados mais importantes?** Acessado em: 24 set. 2024. Online. Disponível em:  
<https://blog.climatefieldview.com.br/armazenamento-dos-graos-quais-cuidados-sao-importantes-para-manter-o-resultado-da-safra>.