



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

OTIMIZAÇÃO DO CUSTO DE DIFERENTES SILOS AGRÍCOLAS POR MEIO DE SIMULAÇÃO

Autores: FRANCIELE JESUS DE PAULA, MATHEUS SILVEIRA BORGES, LÍLIAN ISABEL FERREIRA AMORIM

Introdução

A distribuição desigual de alimentos no mundo e o sistema contingente de rendimento das safras ocasionam no consumo aleatório e irregular dos mesmos. Para remediar estas circunstâncias são necessários reservatórios com o objetivo de armazenar os excedentes das colheitas prósperas para o dispêndio em anos futuros (LEITE, 2008). Os silos agrícolas por sua vez são de grande importância nesse cenário, pois tem a função de preservar algum produto durante longos períodos.

Com a finalidade de armazenar quantidades consideráveis de grãos esses reservatórios são robustos e em grandes proporções tendo em vista os elevados esforços atuantes na estrutura. Dispondo de características estruturais benéficas as chapas metálicas são muito utilizadas na confecção de silos agrícolas, no entanto, dispõe de custos elevados no processo de fabricação.

O custo dessas chapas metálicas é calculado de acordo com a geometria dos componentes de cada silo, sendo em suma; corpo, telhado, base e estruturas de apoio. Os elementos supracitados possuem custos diferentes devido a suas funções estruturais. O telhado por sua vez detém cerca de 40% do custo de fabricação, tendo o corpo e as estruturas de apoio 30% cada (CAMPO E NEGÓCIOS, 2015). Silos que possuem estruturas como telhados de grande inclinação e tremonhas de expedição necessitam consequentemente de áreas maiores de chapas metálicas.

Com isto, é necessário à otimização dos silos para encontrar relações em suas dimensões viáveis economicamente. Através de simulações em planilhas é possível otimizar o silo encontrando a menor relação entre as variáveis de medida associando a armazenagem do maior volume em um reservatório com uma menor área. Neste contexto, o objetivo do trabalho é dimensionar quatro tipos diferentes de silos agrícolas otimizando suas geometrias tendo como ponderação os custos de cada componente.

Material e métodos

Conforme a geometria dos silos é possível encontrar através de mecanismos simulatórios uma proporção mínima onde duas ou mais variáveis relacionam entre si. Essa simulação foi feita em programa Excel para cada modelo de silo com a introdução manual de funções de cálculos geométricos.

Para os silos cilíndricos o volume foi fixado de acordo com a dimensão escolhida no catálogo do fabricante, e através dessa capacidade foram calculadas as demais variáveis. O volume foi submetido a valores diferentes de altura em intervalos constantes de 0,2 metros, este intervalo teve a variação de 1 a 16 metros de altura e foi escolhido devido ao valor mínimo (1 metro) ser geralmente a menor altura utilizada para fabricação de silos agrícolas e o valor máximo (16 metros) ser o dobro da altura real do silo especificada em catálogo. Após esse processo, foi possível determinar o raio em função do volume e altura inseridos.

Para os silos prismáticos retangulares além do volume fixado de 80m³ as variáveis inseridas foram o comprimento e a largura. Essas duas variáveis foram introduzidas com valores iguais entre si, com a justificativa de alcançarem uma geometria próxima a um quadrado, ou seja, a forma mais otimizada possível. O intervalo escolhido foi o mesmo para os silos cilíndricos, de 1 a 16 metros, visto que, não havia especificação dessas medidas em catálogo. Em seguida, calculou-se a altura dos silos através das grandezas; volume, comprimento e largura.

Calculada as variáveis de raio e altura dos silos cilíndricos e prismáticos, respectivamente, fez-se o cálculo da área de chapa metálica para o corpo, telhado, e base dos silos, respeitando as configurações geométricas e levando em consideração as inclinações de cada componente do reservatório. Essas funções de área foram introduzidas nos cálculos de cada um dos quatro silos selecionados para este trabalho.

Com esses resultados calculou-se a área total de chapa metálica necessária a cada silo e posteriormente fez-se o cálculo da ponderação dos custos de cada fragmento, considerando 40% dos custos para telhados e bases em cone e 30% para o corpo.

Os menores valores encontrados na área total e na área com ponderação de custo foram considerados como pontos mínimos, ou seja, a condição que possuía a menor área para armazenar o volume estipulado. As simulações geradas por meio de planilhas possibilitou a criação de gráficos para análise desses pontos mínimos relacionando os valores fornecidos de altura/comprimento e largura com os custos ponderados.

Resultados e discussão

Por meio dos gráficos percebe-se que nos silos cilíndricos existe uma relação entre altura e raio que proporciona o menor custo, ou seja, a curva do graf. 1 possui um comportamento decrescente. Na medida em que aumenta a altura diminui o diâmetro como também o custo, isto ocorre até atingir um ponto em que a relação altura e raio alcança uma configuração geométrica ideal para armazenar o volume de 165 m³ com a menor área possível.

Através dos cálculos na planilha é possível encontrar o ponto mínimo de área que a geometria do cilindro precisa para um determinado volume, porém sem a ponderação o valor total da área de chapa metálica é diferente. Com a consideração da ponderação os valores de custo modificam, dessa maneira o silo ideal passa a ter outras dimensões, já que o aumento no custo do telhado e tremonha é considerado.

Para o silo plano o custo ponderado necessita de um reservatório com altura de 7 metros enquanto que sem levar em consideração a altura ideal seriam 6,4 metros, estas mesmas condições para o silo elevado necessitaria de um silo de 8,6 metros com ponderação, enquanto que sem essa consideração o silo ideal seria 7 metros de altura. Se comparar os custos é visto que a diferença é em torno de 6% no silo plano e 9% no silo elevado, este último por possuir duas estruturas dispendiosas (fundo cônico e telhado com inclinação) torna-se mais cara.

As dimensões dos silos prismáticos retangulares ficaram bem próximas das larguras e comprimentos estipulados como pode ser visualizado na tabela 1, a otimização nesse tipo de geometria tende a aproximar ao máximo as dimensões de altura, comprimento e largura tornando-as mais próximas de um quadrado. A tulha de expedição e o secador apresentaram aproximadamente 10 e 5% de diferença respectivamente, comparando a situação sem e com ponderação. Isto ocorre pelo fato da tulha também possuir duas estruturas de peso estrutural para entrada e saída dos grãos (telhado e funil de expedição) de forma a aumentar os custos.



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Quando ocorre essa subestimação da ponderação dos custos de cada elemento, baseando somente na área de chapa metálica acarreta em algumas adversidades tendo como principal a despesa adicional não contabilizada. Isto influencia na demora do retorno do lucro programado com a logística de armazenagem. Não obstante, esta diferença é bastante expressiva quando são fabricados silos em maior número e em grandes dimensões. Isto posto, além da aplicação da otimização é de imprescindível a inserção dos preços inerentes a cada componente da estrutura para avaliar as circunstâncias mais viáveis a cada geometria utilizada.

Conclusão

Os resultados obtidos permitiram que se confirmasse que a partir do emprego da otimização de silos agrícolas com ponderação de custos existe um acréscimo de custos consideráveis na estrutura do silo. Simulações foram efetuadas com o intuito de se verificar a variação entre aplicação e não aplicação da ponderação, com a comparação do comportamento de diferentes conformações geométricas. De forma geral, constatou-se a importância do dimensionamento de silos agrícolas dentro dos parâmetros de geometria em conjunto a viabilidade econômica.

Agradecimentos

Ao IFNMG- Campus Januária e ao grupo de pesquisa de engenharia estrutural do curso de engenharia civil do campus.

Referências bibliográficas

LEITE, L. M. O. Silos Metálicos. 2008. (Mestrado integrado em engenharia civil).FEUP, Porto/Portugal.

CAMPO E NEGÓCIOS. A escolha do silo ideal. 2015. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/a-escolha-do-silo-ideal/>. Acesso em: 08 Ago.2018.

CASP. Silos Agrícolas. 2018. Disponível em: <http://www.casp.com.br/>. Acesso em 10 de Set. 2018.

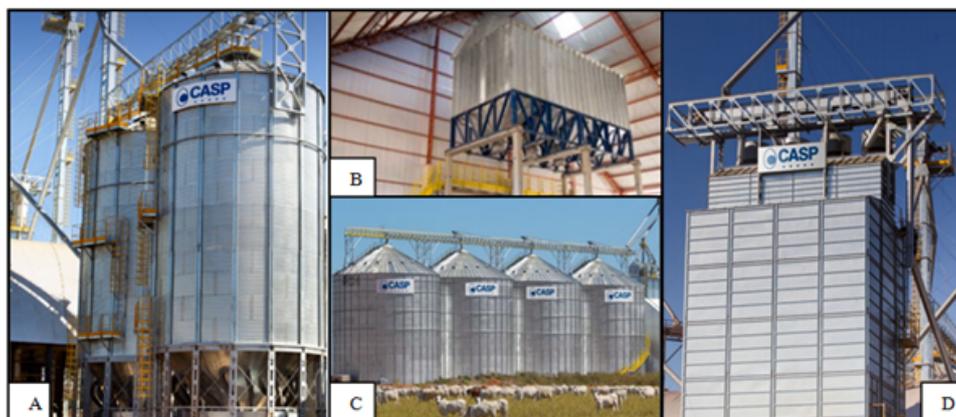


Figura 1. Modelo de silos agrícolas utilizados na otimização. Fig. 1A: Silo elevado, Fig. 1B: Tulha de expedição, Fig. 1C: Silo de fundo plano, Fig. 1D: Silo secador. Fonte: (CASP, 2018).



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Tabela 1. Pontos de mínimo obtidos por meio otimização da área de diferentes geometrias de silos agrícolas considerando a ponderação de custos de cada componente do silo.

Tipo de Silo	Ponderação de custos	Volume (m ³)	Raio (m)/ Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Custo
Silo plano	Não	165	2,86	-	6,4	170,94
	Sim		2,74		7	180,59
Silo elevado	Não		2,74		7	181,22
	Sim		2,47		8,6	199,46
Tulha	Não	80	4,2	4,2	4,54	114,14
	Sim		3,8	3,8	5,54	126,79
Secador	Não		4,4	4,4	4,13	111,45
	Sim		4	4	5	117,33

Gráfico 1: Curva de ponderação de custos x (altura/largura) de diferentes silos agrícolas otimizados. Fonte: Autor.

