

DIMENSIONAMENTO DE UM TRANSPORTADOR HELICOIDAL APLICADO À INDÚSTRIA DE DOSIFICAÇÃO DE GRÃOS

Alefe Fernandes de Calais¹
Ismar Felipe de Souza Miranda¹
Rafael Nascimento Lopes²

ismar19miranda@hotmail.com

ÁREA DO CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

Os transportadores industriais são objetos de extrema importância para o processo produtivo de uma empresa de dosificação de grãos. O custo de fabricação é significativamente influenciado pela locomoção dos produtos. O grão é extraído em grande escala na região do município de Três Rios, no caso da mercadoria deste trabalho. Assim, no processo de extração do material, há uma grande utilização de transportador helicoidal na região. O processo de abrasão causa problemas em seus equipamentos de transporte, já que a maioria dessas máquinas é fabricada em metais. Portanto, o objetivo deste trabalho é propor uma ideia de um transportador helicoidal voltado para materiais resistentes à abrasão, que é prejudicial na extração de grão.

PALAVRAS-CHAVE: Transportadores Industriais, Transportador Helicoidal, Dosificação de Grãos.

INTRODUÇÃO

Hoje em dia existe um tema bastante discutido que é a mobilidade. Este tópico pode ser discutido em termos de mobilidade industrial e urbana. Falando sobre mobilidade industrial a logística é bastante relevante, pois o tempo tem um papel significativo na eficiência produtiva.

“Enquanto um produto ou matéria prima está em movimento, a produtividade da linha fabril é reduzida. Quanto mais tempo uma mercadoria gasta em movimento, mais tempo é necessário para chegar ao produto (Gualberto, 2019).

Nas indústrias, os transportadores são utilizados para movimentar desde a matéria-prima até o produto acabado. As máquinas de transporte são peças fundamentais no conjunto produtivo de uma indústria. “Um sistema de movimentação

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Vértix Trirriense - UNIVÉRTIX

² Graduado em Engenharia Mecânica-UFF, Pós-graduado em MBA Gerenciamentos de projetos-USP, Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

define o ritmo da produção e garante que ela seja executada sempre em menos tempo, caso fosse utilizada mão de obra humana ou animal” (Rudenko, 1976).

“Para haver o manejo de grande quantidade de extração de grão em uma grande área ocupada, o uso de mão de obra humana seria bastante problemático e iria proporcionar perda de competitividade em relação às outras empresas existentes”. (Galvão, 2016).

Portanto os transportadores helicoidais possuem grande aplicação e grande importância no setor de extração de grão. Porém, essa importância amplifica com a atmosfera bastante agressiva presente na indústria de extração. Então, a procura por materiais que permitam a realização do transporte de toneladas de grãos e que sejam capazes de suportar os esforços existentes durante o transporte é de extremo interesse nas indústrias do seguimento, pois atualmente há uma intensa substituição de peças devido à abrasão. Isso gera altos custos devido ao valor gasto por adquirir os componentes e a parada na produção para a realização da manutenção.

A realização de estudos em projetos de máquinas e equipamentos desenvolvidos para as indústrias é essencial para alcançar ótimos resultados de rendimento. Dessa forma, visando manter a produção contínua sem que ocorram gastos desnecessários e realizar modificações nos equipamentos com um menor tempo de intervenção possível é um desafio.

Diante disso, se faz indispensável à execução de otimização em geometrias do transportador helicoidal com o intuito de obter uma junção benéfica entre o projeto e os resultados. Portanto, este trabalho se justifica pela real necessidade de dimensionar um transportador helicoidal.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

POCESSO DE EXTRAÇÃO DE GRÃO

Uma pedreira é um local onde se extraem rochas da jazida a partir de desmonte (detonação da rocha) para a produção de agregados como britas e outros materiais. Antes da extração temos a inspeção da área e após isso é necessário licenciamento ambiental, dentre outros. Após isso seguimos para o desmonte e depois de todo processo de beneficiamento, esses materiais podem ter diversas finalidades, como por exemplo, a produção de asfalto, concreto, argamassa, blocos, dentre outras.

A cava é o “buraco” remanescente de uma extração da jazida, sendo expandido a cada metro cúbico de rocha retirada, este é o ponto principal e onde ocorre a extração das rochas (AMPA, 2014). A planta de beneficiamento é um conjunto de equipamentos que tem como objetivo a fragmentação das rochas extraídas da cava da pedreira e separar os minerais úteis, dos materiais estéreis para a indústria, não

possuindo valor comercial interno. A retirada do material estéril, também visa a qualidade do produto, eliminando qualquer possibilidade de contaminação nos agregados. O processo de beneficiamento pode incluir britagem, lavagem e após processo de peneiramento, a classificação das rochas. O objetivo final é obter um produto de excelência e com as especificações adequadas para uso em construção civil ou em outras aplicações, sempre respeitando as normas e as exigências do cliente final.

Servindo como destino depois do beneficiamento, o pátio de estocagem é o local onde os agregados produzidos na pedreira são armazenados, e, após isso, é feito o transporte do produto para comercialização. A estocagem pode ser feita em silos elevados ou em pilhas no chão. A escolha do método depende da capacidade de estocagem e do tipo de material a ser armazenado (Gualberto 2019).

TRANSPORTADOR NA INDÚSTRIA

Desde o primeiro momento que o ser humano começou a desenvolver o raciocínio e a criar ideias para facilitar o trabalho, houve a necessidade de criar meios de transporte para se carregar produtos e materiais necessários para a sobrevivência, sendo transportes de longas distâncias ou até mesmo lugares próximos, mas sempre com o objetivo de movimentar uma carga de um ponto ao outro (Da Rosa, 2018).

Dentro do ambiente industrial e de produção, as máquinas de elevação e transporte são utilizadas com o intuito de movimentar cargas em distâncias curtas. Cada tipo de máquina ou meio de transporte pode ser determinado por certa quantidade de características distintas e por sua aplicação, pois as particularidades nos projetos dependem do tipo de carga que manuseiam, da direção dos movimentos e da natureza do processo de manuseio, as cargas podem ser classificadas como a granel (materiais compostos por um grande número de partículas ou pedaços homogêneos, como por exemplo, carvão, minério, cimento, areia, etc.), ou cargas unitárias que podem diferir amplamente em forma e peso, além de possuírem forma definida, há a possibilidade de arruma-las diretamente no chão, ou em tablados (Gualberto, 2019).

TRANSPORTADOR HELICOIDAL

Os transportadores podem ser divididos em cinco tipos: carregadores, dispositivos destinados a carregar o sólido de um ponto ao outro; arrastadores, no qual o sólido é arrastado em calhas ou dutos; elevadores, dispositivos que elevam a carga de um ponto inferior a um superior; alimentadores, dispositivos para dosar e controlar o fluxo de material transportado; e pneumáticos, que parte do princípio da

fluidização do sólido, fazendo uso de um fluido, geralmente é utilizada o ar ou algum gás inerte. O transportador helicoidal é classificado como dispositivo arrastador, dependendo da utilização também pode ser empregado como dispositivo elevador, quando construído com certa inclinação ou até mesmo na vertical, desde que a folga entre o helicóide e o duto seja reduzida (Scheibel, 2018).

O transporte helicoidal é um dos mais simples e antigos meios para deslocamento de sólidos a granel. Em seu princípio construtivo tem-se um helicóide em rotação dentro de uma calha inerte, e o material que é disposto na calha é transportado ao longo de seu comprimento pela rotação do helicóide (AMPA, 2014). Os transportadores helicoidais apresentam um bom controle da taxa de transporte associado a uma estrutura simples, com boa eficiência, custo reduzido e fácil manutenção, porém não são recomendados para longas distâncias ou grandes capacidades, em algumas aplicações podem variar de 1,0 m a 30,0 m de comprimento ou até mais (Leite, 2020).

METODOLOGIA

Para dimensionamento de um transportador helicoidal utilizou-se o método Screw conveyor components. Já A CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) aborda a padronização do passo das hélices, a qual traz a seguinte classificação: diâmetro do helicóide igual ao passo, o passo do helicóide equivale a 2/3 do diâmetro e o passo equivale à metade do diâmetro (ANSI/CEMA#350, de 2019).

Para a elaboração do projeto será considerado helicóides do tipo diâmetro do helicóide igual ao passo, por serem os mais utilizados em transportadores horizontais devido à baixa perda de eficiência, a carga de trabalho, que é o percentual volumétrico de material que será transportado, a carga de 45% é recomendada para grãos ou materiais finos que não possuem características abrasivas tipo calcário, talco e grãos com granulometria abaixo de 0,8mm, a carga de trabalho de 35% adequada para materiais abrasivos como britas com granulometria abaixo de 3mm, a carga de 15% é adequada para materiais pesados, abrasivos ou fibrosos, como pó de pedra com granulometria acima de 8mm.

A carga de trabalho definida para o transportador será de 35%, pois se assemelha com as características apresentadas para grãos utilizados no mercado, com características granulométricas pouco abrasivas. Para o diâmetro do helicóide definiu-se um valor de 15 polegadas e comprimento do helicóide de 4 metros. A faixa de 3,0 a 4,0 metros de comprimento entre mancais de transportadores assegurando-se que não haja flexão no eixo de transmissão, pois o eixo deve ser totalmente

alinhado e com dimensões necessárias para garantir que não permita ter torção ou empenamento (AMPA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ROTAÇÃO DO HELICOIDE

Para o cálculo da rotação do helicóide, tem-se a equação expressa abaixo.

$$N \text{ (RPM)} = \frac{\text{Capacidade requerida [ft}^3\text{/h]}}{\text{Capacidade por RPM [ft}^3 \cdot \text{RPM}^{-1}\text{/h]}}$$

O valor da Capacidade por RPM depende do diâmetro do helicóide e da carga de trabalho do transportador, valor este definido por tabela. Já a capacidade requerida é calculada pelo volume.

POTÊNCIA REQUERIDA PELO TRANSPORTADOR

Dessa maneira, pode-se calcular a potência necessária para movimentar o transportador, ou seja, a potência requerida pelo transportador. Para definição da potência requerida será utilizado as equações apresentadas abaixo obtidas através do manual Screw conveyor components & design da empresa Conveyor E&M.

$$HP_{total} = \frac{(HP_f + HP_m) \cdot F_o}{e}$$

$$HP_f = \frac{L \cdot N \cdot F_d \cdot F_b}{1\,000\,000}$$

$$HP_m = \frac{C \cdot L \cdot \rho_{ração} \cdot F_m \cdot F_f \cdot F_p}{1\,000\,000}$$

$$F_o = \ln(HP_f + HP_m) \times -0,6115 + 2,024$$

Tabela 1: Definição dos parâmetros para cálculo das potências

Parâmetro	Descrição
HP_{total}	Potência requerida pelo transportador (hp)
HP_f	Potencia necessária para superar o atrito (hp)
HP_m	Potencia necessária para transportar o material (hp)
L	Comprimento do helicóide (ft)
C	Capacidade requerida (ft ³ /h)
N	Rotação do helicóide
$\rho_{ração}$	Densidade da ração (lb/ft ³)

Tabela 2: Definição dos fatores de potência

Parâmetro	Descrição	Fonte	Valor
F_m	Fator de material	Anexo B (Fish meal)	1,0
F_d	Fator de potência do diâmetro do transportador	Anexo C	18
F_b	Fator de Potência do suporte de rolamento	Anexo C	1,0
F_f	Fator de modificação da hélice	Anexo C	1,0
F_p	Fator de potência de pá	Anexo C	1,0
F_o	Fator de sobrecarga de potência	Equação 7	2,82
e	Eficiência de transmissão	Anexo D	0,94

ESPESSURA DAS CHAPAS E DIÂMETRO EIXO ACOPLAMENTO

Para a determinação da espessura da chapa da hélice do helicóide, espessura da chapa do cocho e diâmetro do eixo de acoplamento será feito uso do anexo 1, onde serão definidos esses valores de acordo com o diâmetro do helicóide.

TORQUE

Para o cálculo do torque será utilizado a equação, onde o torque está expresso em pol.lbs.

$$\tau = \frac{63,025 \times HP_{total}}{N}$$

Tendo o valor do torque, a partir do anexo 2 em anexo apresentada, será definido o valor do diâmetro do eixo do helicóide verificando o menor valor que se aproxima do torque calculado.

DEFLEXÃO E ÂNGULO DE DEFORMAÇÃO

Para o cálculo da deflexão (δ) e o ângulo de deformação (α), será feito uso das equações abaixo:

$$\delta = \frac{W \times (L + H)^3}{76,8 \times E \times I}$$

$$\alpha = 183 \times \frac{\delta}{(L + H)}$$

Para a definição do peso do helicóide o anexo 3 traz uma estimativa para um comprimento de 3 metros.

VAZÃO OU CAPACIDADE REAL

Além disso, para o cálculo da vazão ou capacidade real do transportador (Q) utilizou-se a equação abaixo, SILVA (2008). As unidades de D, d e P na equação estão expressas em centímetros, e a unidade de vazão em m³/h.

$$Q = 4,71 \times 10^{-5} (D^2 - d^2) \times P \times N$$

POTÊNCIA DO MOTOR

Para o cálculo da potência do motor será utilizado a equação abaixo (MILMAN, 2002), na qual a potência do motor (P_m) e a potência absorvida pela rosca (HP_{total}) em cv, o rendimento da transmissão (e) e o fator que varia com a potência absorvida pela rosca (G) expresso na tabela a seguir.

$$P_m = \frac{HP_{total} \times G}{e}$$

Tabela 1: Fator de acréscimo para transportador helicoidal

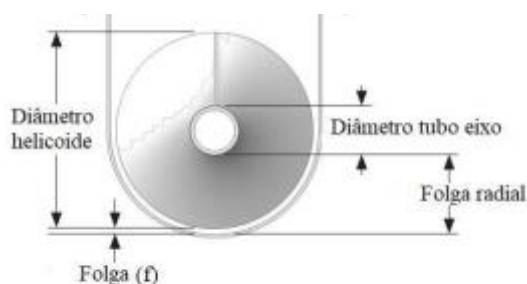
Potência absorvida pela rosca (cv)	G
< 1	2,00
1 a 2	1,50
2 a 4	1,25
4 a 5	1,10
> 5	1,00

Fonte: Milmann, 2002.

FOLGA ENTRE HELICOIDE E COCHO

Na figura a seguir podemos ver ilustrado a folga entre o helicóide e o cocho, em geral folgas menores são utilizadas quando deseja-se transportar mais material sem acumular no fundo do cocho pois permite uma maior limpeza devido a pequena folga, já folgas maiores são utilizadas para aplicações que desejam manter uma camada de material no fundo do cocho o que reduz o desgaste do equipamento (ANSI/CEMA#350, 2019).

Imagem 1: Folga entre helicóide e cocho



Fonte: ANSI/CEMA#350, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tem como principal proposta projetar um transportador helicoidal com o intuito de depositar os grãos extraídos em estoques. Utilizando-se da bibliografia disponível e de manuais disponibilizado por empresas de fabricação e comércio de transportadores helicoidais será possível projetar e dimensionar um transportador helicoidal que atenda a essa demanda.

Como se trata de um trabalho ainda em desenvolvimento, ainda não temos os todos os resultados.

REFERÊNCIAS

AMPA, Associação Matogrossense dos produtores de algodão. **Manual de Beneficiamento do Algodão**. 2. ed. Cuiabá MT: Criari Comunicação, 2014. ISBN 978-85-66457-02-5.

ANSI/CEMA#350. **Screw Conveyors for Bulk Materials**. Standard 350. 5ª edição. Revisão final. 2019.

CHAVES, Francisco Samuel. **Otimização via elementos discretos de fluxo particulado em transportador helicoidal**. 2023. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2023.

CONVEYOR E&M. **Screw Conveyor components & design**. Versão 2.20. Conveyor Engineering & Manufacturing Company. 2012.

DA ROSA, João Paulo Hildebrandt; DE MELLO, Pedro Henrique Mendes; DONATO, Diogo; PATATT, Katarine. A evolução dos transportes terrestres: tecnologia e comodidade. **Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica**, UNIJUI, 2018.

GALVÃO, Iapony Rodrigues. UMA ANÁLISE DA MECANIZAÇÃO DAS SALINAS E O DECRÉSCIMO DA POPULAÇÃO TOTAL E URBANA DE MACAU/RN ENTRE 1970 E 2000. In: **ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS**, 18., 2016, São Luis. Anais.... São Luis: Uece, 2016. P. 1 - 11.

GUALBERTO, Victor Soares. **Projeto preliminar de transportador helicoidal aplicado à indústria salineira de Mossoró e região**. 2019. 47f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica), Centro de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

LEITE, Phillipe Del Corno. **Concepção analítica de tubo de perfuração helicoidal para condições de perfuração do pré-sal**. 2020. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2020.

MILMANN, M. J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos** – 1. Ed – Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2002.

QUEIROZ, Ralfe Luiz Grote Chaves Machado de. **Projeto preliminar de um transportador helicoidal para ração de peixes**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2023.

RUDENKO, N. **Máquinas de Elevação e Transporte**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

SCHEIBEL, Matheus. **Avaliação e dimensionamento de um sistema de transporte pneumático em uma indústria de leite em pó**. Curso de Engenharia Química, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 2018.