



Universidade Federal da Bahia
Escola Politécnica
Departamento de Engenharia Mecânica
ENG 320 – Transporte Mecânico



Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas

Professor Orientador:

Roberto Sacramento

Equipe:

Fernando de Melo Faria Pereira
Marcos Regis D'Albuquerque
Rafael de Oliveira Hughes

Resumo

Os elevadores de canecas constituem um meio econômico de transporte vertical de material a granel, podendo ser inclinados de até 70° , havendo casos especiais de equipamentos horizontais. São fabricados em vários tipos, em função das características do material a ser transportado. Podem ser do tipo centrífugo ou contínuo e com as canecas fixas em correia ou em correntes.

Este trabalho trata da construção de um protótipo de elevador de canecas centrífugo de corrente, que tem como objetivo demonstrar de forma real e simplificada o funcionamento de tal equipamento, facilitando o entendimento do mesmo por qualquer pessoa que venha a estudá-lo.

O equipamento foi confeccionado a partir de materiais simples, facilmente encontrados no comércio de Salvador, mas que reproduzem o funcionamento real de tal sistema transportador.

Palavras-chave: *Transportadores contínuos e Elevadores de Canecas.*

1. Introdução

Este trabalho acadêmico tem como finalidade principal avaliar os conhecimentos adquiridos pela equipe no curso de Engenharia Mecânica, e principalmente na disciplina ENG320-Transporte Mecânico e sua aplicação em um dos tipos de Transportadores Contínuos de Granéis Sólidos estudados, que é o elevador de canecas centrífugo de corrente.

Os elevadores de canecas são equipamentos mecânicos utilizados para o transporte (vertical ou inclinado de até 70°) contínuo de materiais a granel sólido. Podem ser classificados como: Elevadores Contínuos ou Centrífugos podendo ter as canecas fixadas em Correias ou Correntes.

Os elevadores contínuos não possuem espaçamento entre as canecas e utilizam a força da gravidade (velocidade baixa) no descarregamento do material. Já os elevadores centrífugos, possuem um espaçamento entre uma caneca e outra (passo da caneca) e utilizam a força centrífuga (velocidade alta) para efetuar a descarga do material contido nas mesmas.

Os elevadores de correia são utilizados para o transporte de materiais finos, secos e de fácil escoamento, que não possuam fragmentos que possam danificar a correia. Para materiais não abrasivos, de escoamento fácil e que possuam fragmentos que possam danificar a correia utilizamos elevadores de corrente.

Inicialmente determinamos que o material a ser transportado seria o arroz descascado, pela facilidade de ser encontrado e por possuir um custo não muito elevado. Em seguida, verificamos no Manual de Transportadores Contínuos* as suas características:

Código: B 1 5:

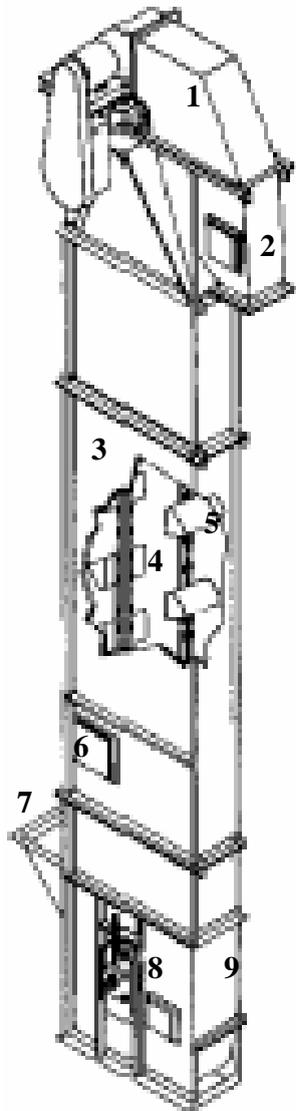
- ? – Tamanho – Fino (1/8" e abaixo);
- 1 – Escoamento – Muito fácil (ângulo de repouso estático igual a 5°);
- 5 – Abrasividade – Não abrasivo.

Tendo em vista que as características do arroz descascado coincidem com a aplicação do elevador centrífugo de corrente, como descrito no Manual de Transportadores Contínuos*, optamos pela construção do mesmo.

* Ver livro “Fábrica de Aço Paulista Ltda. 4ª Edição

2. Características do Elevador de Canecas Centrífugo de Corrente

2.1 Componentes:



1- Cabeça do Elevador

2- Calha de Descarga

3- Estrutura Central

4- Corrente

5- Canecas

6- Janela de Inspeção

7- Calha de Alimentação

8- Esticador

9- Pé do Elevador

2.1.1 Cabeça do Elevador

É o conjunto superior da estrutura do elevador, composta pela unidade completa de acionamento (Motoredutor e sistema de transmissão), calha de descarga e roda dentada de acionamento.

2.1.2 Calha de Descarga

Tem a função de captar e guiar o material descarregado pelas canecas.

2.1.3 Estrutura Central

É a parte do elevador que interliga a cabeça e o pé, sendo a mesma construída em módulos de comprimentos padronizados, fabricados em chapas soldadas ou madeira.

2.1.4 Corrente

É o elemento sem fim do transportador, e tem a função de transmitir o movimento da roda dentada de acionamento para as canecas fixadas a ela. Alguns de seus pinos de fixação dos gomos são substituídos por outros de comprimento maior para possibilitar a fixação do perfil que prende as canecas à corrente.

2.1.5 Canecas

São os elementos responsáveis pela elevação da carga a ser transportada. Sua construção é variada e são escolhidas em função das características do material transportado. Sua fixação na corrente é feita por perfis especiais que permitem a fixação da caneca sem a perda da flexibilidade da corrente.

São dois os tipos mais usuais:

- Tipo A ou perfil cilíndrico profundo;
- Tipo B ou perfil cilíndrico raso.

2.1.6 Janela de Inspeção

São localizadas, geralmente, na cabeça e pé do elevador e tem a função de facilitar o acesso para inspeções e manutenção do equipamento.

2.1.7 Calha de Alimentação

Tem a função de captar e guiar o material para o enchimento das canecas.

2.1.8 Esticador

Sua principal função é garantir a tensão conveniente para o acionamento da corrente, absorvendo variações no comprimento da mesma, causadas pelo seu trabalho contínuo.

2.1.9 Pé do Elevador

É a parte inferior do equipamento, composta pelo esticador, calha de alimentação e roda dentada de retorno.

2.2 Aplicação e Funcionamento

Os elevadores de caneca centrífugos de corrente são normalmente utilizados para o transporte de materiais de escoamento fácil, não abrasivo, que possam ser escavados ao pé do elevador (dragagem).

A roda dentada de acionamento não permite deslizamento e garante o alinhamento da corrente e das canecas. O deslocamento das canecas é feito em velocidades elevadas, para garantir a descarga do material, por ação da força centrífuga, ao passarem pela roda dentada de acionamento.

3. Descrição do Projeto

O protótipo do elevador de canecas centrífugo de corrente foi desenvolvido para simular o transporte de grãos sólidos (arroz descascado). Na sua construção a equipe procurou utilizar materiais transparentes, que possibilitam a visualização das partes internas do equipamento, facilitando o entendimento do seu funcionamento.

As soluções encontradas para a construção das diversas partes do elevador levaram em consideração três fatores: 1) a facilidade de se encontrar os materiais no mercado de Salvador; 2) o preço dos materiais utilizados e 3) se o que estava sendo construído reproduziria de forma correta o funcionamento da parte real.



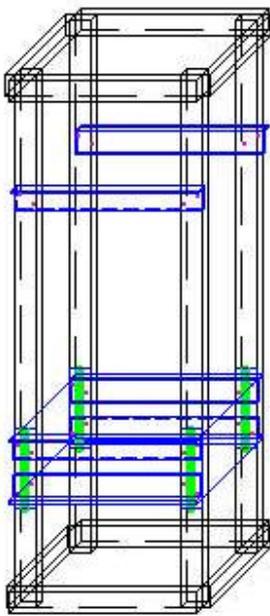
3.1 Componentes do Elevador de Canecas Construído

3.1.1 Estrutura

A estrutura foi construída em madeira de lei, pois esta apresenta características vantajosas como baixo peso, baixo custo, facilidade de se trabalhar como material (corte, furação, polimento e acabamento), além de possuir dimensões e rigidez que atendem ao propósito.

Durante a construção do elevador de canecas, constatou-se que existiam vários perfis de madeira. Com isso, procurou-se adequar os tipos de perfis de forma que o equipamento apresentasse uma boa resistência mecânica e uma boa estética. Deste modo, foi utilizado um perfil retangular de 40 mm x 15mm.

Todas as ligações entre as partes da estrutura foram feitas com parafusos de latão, de dimensões compatíveis com a lógica de montagem, por serem mais baratos e comercialmente mais fáceis de serem encontrados.



Estrutura em CAD



Vista Lateral da Estrutura



Vista Frontal da Estrutura

3.1.2 Canecas

As canecas foram confeccionadas em chapa de alumínio. Visando redução no custo e um melhor aproveitamento da chapa comprada, utilizamos o processo de “*nesting*”.

Para a confecção das canecas foi feita uma planificação de uma caneca comercialmente encontrada e que teve suas dimensões reduzidas proporcionalmente em função do equipamento específico. O volume total da caneca é $V= 315 \text{ cm}^3$.



Vista Lateral



Planta

3.1.3 Eixos

Este dispositivo foi confeccionado utilizando-se uma barra de aço com diâmetro igual a 19 mm e foi usinado até que penetrasse no diâmetro interno dos rolamentos (15,2mm). Os comprimentos dos eixos foram de 210 mm (eixo inferior) e 265 mm (eixo superior).

Como o eixo ficou perfeitamente fixo nos rolamentos não foi necessária à fabricação de buchas, nem anéis de retenção. A montagem do eixo inferior no mancal foi feita por interferência forçada, não necessitando assim de nenhum outro tipo de fixador.

3.1.4 Polia

As polias tanto a motora (Gorne-A 1A 2^{1/2}"), quanto a movida (Gorne-A 1A 3^{1/2}"), foram compradas em alumínio devido a facilidade de serem usinadas, baixo custo e baixo peso. Foram usinadas no seu diâmetro interno com a mesma medida do diâmetro externo do eixo do motor e eixo movido respectivamente.

Sua fixação se fez através de um pequeno parafuso Allen que se encontra em sua estrutura, o que nos deu a possibilidade de alinhar a correia com certa facilidade.



Vista Superior da Polia

Parafuso
Allen



Detalhe do Parafuso de Fixação

3.1.5 Acionamento

O acionamento das canecas do transportador construído é feito por meio de um conjunto Motoredutor. O motor utilizado é trifásico de corrente alternada, **1752 rpm** e tensão de **110 volts**. O redutor é do tipo parafuso sem-fim e engrenagem helicoidal, e prevê uma redução de **1:48** o que nos dá uma rotação aproximada de **35 rpm**.

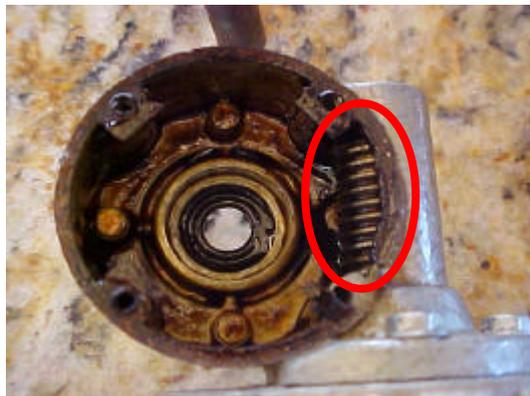
Foram usadas polias com relação de ampliação **1:1,4** com a finalidade de se conseguir um aumento na rotação do eixo superior para **50 rpm**. A velocidade linear é de 0,62m/s.



Vista Superior do Motoredutor



Vista Lateral do Motoredutor



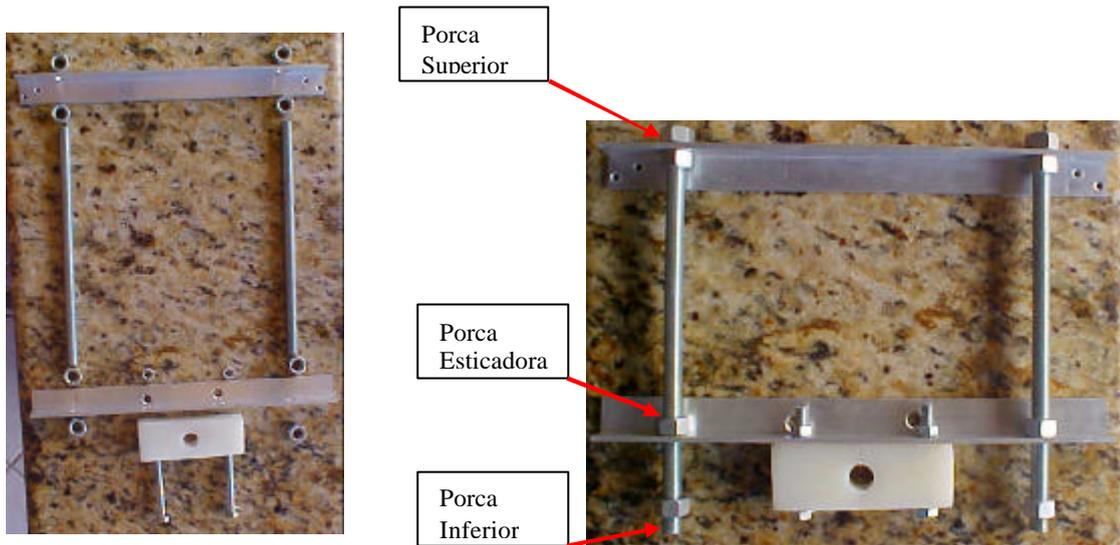
Detalhe do Sem-Fim



Detalhe da Engrenagem Helicoidal

3.1.6 Esticador

Para a concepção do esticador foi utilizada uma barra roscada galvanizada de $\varnothing=1/2''$, com 1(m) metro de comprimento, dividida em 4 (quatro) partes iguais de 250mm, 4 (quatro) perfis de alumínio de 330 mm de comprimento e 16 (dezesesseis) porcas sextavadas galvanizadas de $1/2''$. O perfil de alumínio é o mesmo utilizado para dar suporte aos mancais.



Componentes do Esticador

Esticador Montado

O funcionamento do esticador é o seguinte: as 4 (Quatro) porcas superiores servem para fixar as barras roscadas (que tem e função de guiar o conjunto perfil - mancal inferior) e devem estar bem apertadas para garantir o alinhamento das barras. As porcas inferiores devem estar totalmente soltas, de modo a permitir o movimento descendente do conjunto perfil – mancal inferior.

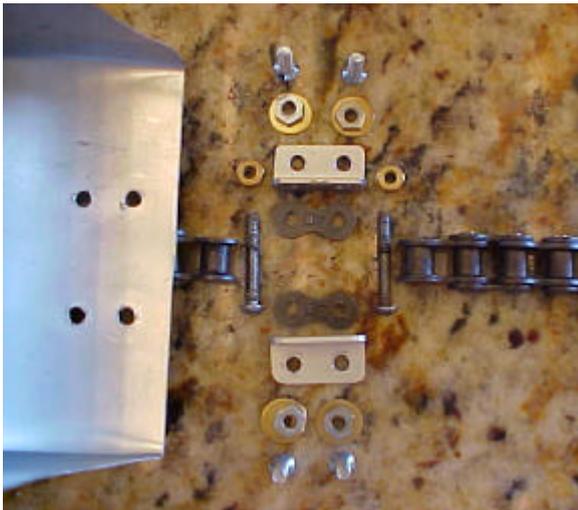
Por fim, deve-se girar as porcas esticadoras até o ajuste da tensão desejada na corrente. Para fixar o ajuste encontrado, deve-se travar o perfil elevando-se as porcas inferiores.

3.1.7 Corrente

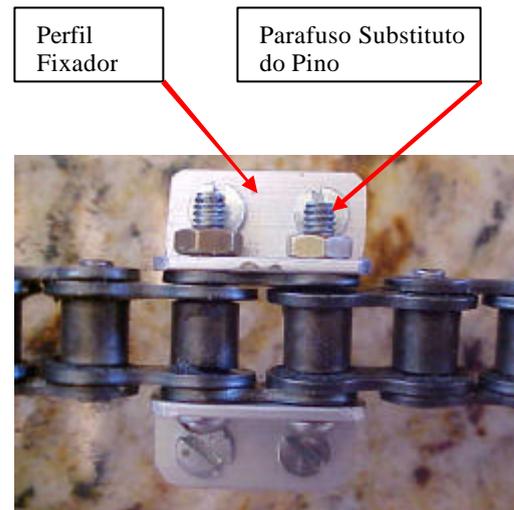
A corrente utilizada foi a “ANSI 40/1 P. $1/2''$ IM ” com 1,3m de comprimento linear. A cada 6(seis) gomos, 2(dois) pinos foram retirados e substituídos por 2(dois) parafusos, para possibilitar a fixação do perfil fixador das canecas. Este foi confeccionado a partir de um perfil de alumínio cortado no tamanho do gomo e usinado com 4(quatro) furos.

As figuras a seguir ilustram a montagem da corrente com a fixação dos perfis e detalhe de montagem da caneca.

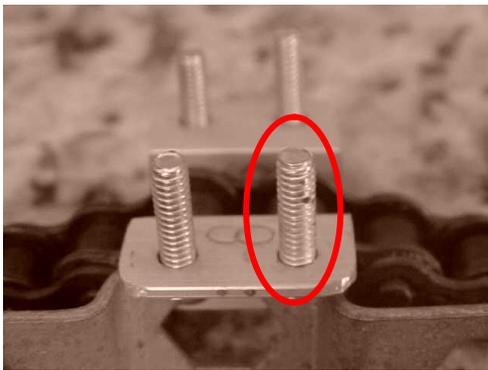
Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas



Componentes da Corrente



Detalhe da Corrente Montada



Detalhe dos Parafusos de Fixação das Canecas



Detalhe de Fixação da Caneca

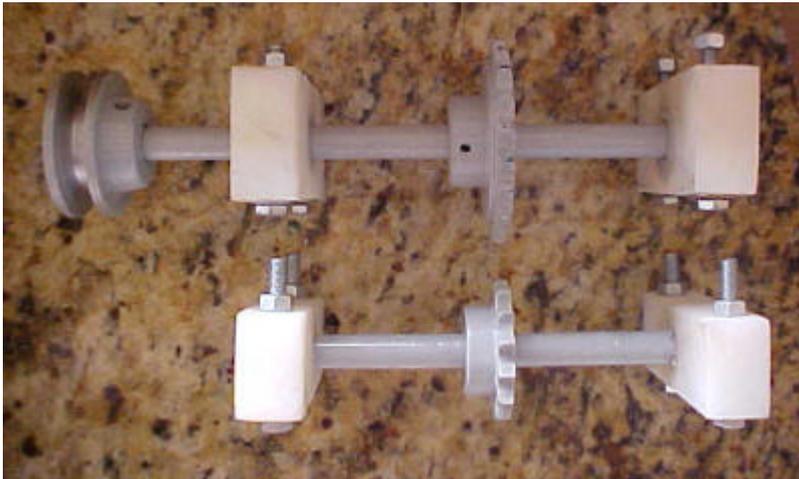
3.1.8 Conjuntos Mancal, Eixo e Roda Dentada

Nos mancais do conjunto superior, foram acoplados 2 (dois) rolamentos (CGB 6202 ZZ) de maneira a dar liberdade de movimento ao eixo, o qual é movido pela polia que está fixada na sua extremidade por meio de um parafuso Allen. A roda dentada superior, fixada no mesmo eixo da polia, também através de parafuso Allen, recebe assim o movimento e o transmite para o elemento sem-fim.

Nos mancais do conjunto inferior foi feito apenas um furo central, e o eixo fixado de maneira prensada, pois o que se pretende é que o eixo não gire já que o pinhão inferior possui rolamento (CGB 6202 ZZ).

As figuras a seguir ilustram os dois conjuntos.

Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas



Conjunto Mancal, Eixo e Roda Dentada (Superior e Inferior)



Mancal Superior



Detalhe da Roda Dentada Superior



Detalhe do Mancal Inferior

3.1.9 Correia

A correia utilizada para transmitir o movimento do motor para o eixo superior foi a Rodox A-29.

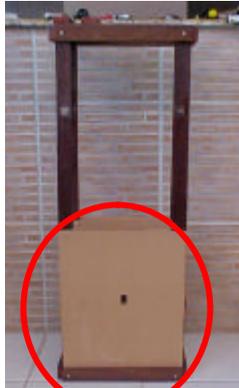


Correia

4. Etapas da Montagem



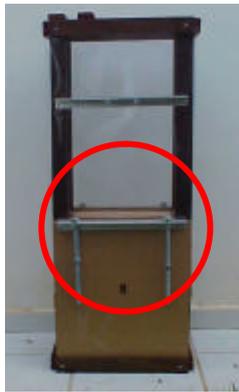
1º Passo
Montagem da estrutura de madeira e instalação do cocho de armazenamento de material.



2º Passo
Instalação do conjunto de fechamento lateral do conjunto do pé, confeccionado em papel couro. Observar posicionamento do furo oblongo.



3º Passo
Fixação das contoneiras de alumínio que suportam o mancal superior e o esticador. Montagem do fechamento lateral em plástico.



4º Passo
Instalação do conjunto de barras roscadas do dispositivo de esticamento.



5º Passo
Instalação do perfil de alumínio no dispositivo de esticamento, montagem do eixo nos mancais, seguida de sua fixação no perfil.



6º Passo
Fixação do mancal superior em seu respectivo perfil (sem o rolamento).

Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas



7º Passo

Montagem dos rolamentos, e fixação do conjunto eixo-roda dentada no mancal superior.



8º Passo

Montagem das polia e fixação do conjunto Motoredutor. (Com o tensionamento da correia)



9º Passo

Montagem da calha de alimentação confeccionada em papel couro.



10º Passo

Montagem do elemento sem-fim no transportador. (Este deve ser inserido por cima).



11º Passo

Montagem da calha de descarga, reaperto dos parafusos da estrutura, dos parafusos da caneca e tensionamento final do elemento sem-fim, utilizando o esticador.

5. Conclusão

Durante a elaboração deste projeto, tivemos a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido nas diversas disciplinas estudadas no curso de Engenharia Mecânica, o que foi de grande valia para a consolidação de tais conhecimentos.

A concepção e construção do dispositivo esticador foi uma solução criativa, visto que nos deparamos com a necessidade de tensionar a corrente após sua montagem no equipamento. Depois de muita discussão entre os componentes da equipe chegou-se a solução apresentada anteriormente, que é extremamente simples de montar e manusear, e com um funcionamento satisfatório.

Após uma procura sem sucesso dos mancais nas dimensões do projeto, optamos pela fabricação dos mesmos em nylon, pois este material seria mais fácil de ser usinado por nós.

A usinagem de partes do equipamento, foi um ponto que apresentou dificuldade para a equipe, pois a mesma não dispunha de todas as máquinas operatrizes necessárias para a fabricação dos componentes de forma correta e precisa. Por exemplo: A roda dentada superior só foi encontrada no mercado com um furo maior do que o do eixo, o que nos obrigou a embuchá-la para em seguida usiná-la. Como não tínhamos condições de fazer isto tivemos que contratar o serviço.

A fixação das canecas na corrente foi outro item muito discutido pela equipe, e que no nosso ponto de vista teve uma excelente solução, já que a compra deste tipo de corrente aumentaria muito o custo do projeto, e a solução encontrada é simples, barata e atende perfeitamente as necessidades do equipamento.

Para a fixação das polias e da roda dentada superior no eixo, optamos por usinar um furo no corpo destas e utilizamos parafusos do tipo Allen, pois desta forma usamos um ajuste com folga, o que facilitou o alinhamento destes componentes.

Tivemos uma grande dificuldade para encontrar um motor com as dimensões compatíveis com o equipamento que fosse de baixa rotação. Discutimos muito sobre com iríamos reduzir a rotação do motor que era muito alta para ser reduzida com polias. Após uma exaustiva procura conseguimos encontrar um Motoredutor que atendeu as nossas necessidades.

No nosso ponto de vista os conhecimentos adquiridos no curso, até o momento, foram suficientes para que nós superássemos todas as dificuldades encontradas na construção do protótipo. Faltou um pouco de conhecimento sobre a especificação dos diversos tipos de materiais e serviços que necessitamos e dos locais onde encontraríamos, dificuldades estas que superaremos com as experiências vividas por cada um de nós.

Uma deficiência observada foi no conhecimento do funcionamento, especificação e aplicação dos motores elétricos.

5.1 Sugestão Para Trabalhos Futuros

A altura calha de descarga ficou um pouco abaixo do esperado, influenciando na altura de elevação de material, o que também é influenciado pela altura do equipamento (distância entre eixos). Convém para um aprimoramento do equipamento aumentar-se o comprimento linear de corrente, de modo a aumentar a altura de elevação.

Esteticamente pode-se alterar a lona plástica que permite visualizar o funcionamento do equipamento, por placas de acrílico, visto que o acrílico tem uma vida útil maior.

A construção de uma peça única para calha de descarga e cabeça de motorização facilitará o desmonte do equipamento, podendo este ser guardado em local seguro e utilizado por muito tempo para a função de auxiliar no estudo de transportadores de granéis sólidos do tipo elevadores de caneca.

Aumentar um pouco a velocidade de rotação do eixo da roda dentada superior e elevar um pouco altura da calha de descarga do equipamento.

6. Referências

6.1 Bibliografia

Manual de Transportadores Contínuos. Fábrica de aço Paulista Ltda. 4ª Edição 1991

Keller, H. C. , 1967, Unit-Load and Package Conveyors: Application and Design – Material Handling Consultant, Ronald Press, New York, USA.

Catálogo Gough Econ, Bulk Material Handling Solutions – 2001

Correias Mercúrio S.A., 1979, Manual Técnico – Correias Transportadoras e Elevadores, Ed.Própria.

Inter Systems Bucket Elevator, for the Buck Material Handling e Process Industries – Catálogo 2002

Manual de fabricante de equipamentos e transportadores *Martin* - Catálogo 2002

6.2 Internet

<http://www.materiaisagranel.cjb.net>

<http://www.maxilift.com>

<http://www.goughecon.com>

Anexos

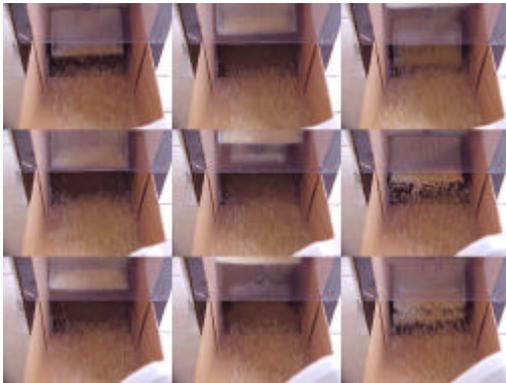
Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas

Anexo 1 – Lista de Materiais

Item	Especificação	Quantidade
01	Parafuso AA chata 5/32" x 1"	36
02	Parafuso MF 5/32" x 1 ^{1/4} "	16
03	Parafuso MF 5/32" x 1 ^{1/2} "	08
04	Porca Sextavada 5/32" LP	60
05	Porca Sextavada Zincada 1/2" LP	16
06	Arruela 5/32" Latão	52
07	Barra Roscada Galvanizada 1/2" x 39"	01
08	Cantoneira de Alumínio 1/2" x 1 ^{1/16} "	1m
09	Bobina de Alumínio 1200 H 14	1,5m
10	Madeira de Rodapé 15 x 40 mm	8m
11	Barra cilíndrica Aço Carbono 1045	0,5m
12	Roda dentada 14 dentes	01
13	Roda dentada 21 dentes	01
14	Rolamento CGB 6202 ZZ	04
15	Placa de Nylon 500 x 25 x100 mm	01
16	Corrente ANSI 40/1 P.1/2" IM	1,3m
17	Polia Gorne - A 1A 2 ^{1/2} "	01
18	Polia Gorne - A 1A 3 ^{1/2} "	01
19	Correia Rodox A – 029	01
20	Motoredutor Trifásico 110V 35rpm	01
21	Papel couro Placa de 1x 0,8m	02
22	Interruptor 257V	01

Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas

Anexo 2 – Fotos Complementares de Funcionamento



Alimentação e dragagem do material



Elevação do material



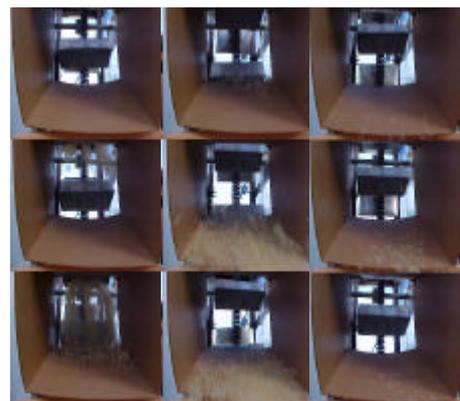
Passagem das canecas pela roda superior



Início da descarga do material



Descarga do material
(Vista Lateral)



Descarga do material
(Vista Frontal)

Construção de um Protótipo de Elevador de Canecas

Anexo 3 – Características do Elevador de Canecas Construído

1) Vazão do Equipamento:

O volume total de cada caneca é :

$$V=315 \text{ cm}^3 = 315 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Considerando que o volume máximo admissível é de 75% da caneca cheia:

$$V= 315 \times 10^{-6} * 0,75 = 236,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Em **um minuto** constatou-se que o protótipo despeja um volume equivalente a 96 canecas na calha de descarga, o que dá um volume total igual a :

$$V= 236,2 \times 10^{-6} * 96 = 226 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Logo, em **uma hora** o volume total despejado é de

$$V= 226 \times 10^{-4} * 60 = 1,36 \text{ m}^3$$

Determinada então a capacidade volumétrica do protótipo $C = 1,36 \text{ m}^3 / \text{hora}$

Determinamos a vazão máxima oferecida pelo equipamento;

$$Q = C * \varphi$$

$$Q = 1,36 * 0,8$$

$$\mathbf{Q = 1,09 \text{ t/h}}$$

2) Altura de elevação:

A altura de elevação de material transportado pelo protótipo é:

$$\mathbf{H = 0,20 \text{ m}}$$