

CAPITULO 6 – ELEVADOR DE CANECAS (EC)

Com os estudos efetuados sobre movimentação de granéis sólidos, podemos notar que, para transporte em elevação, tanto os transportadores de correia quanto os transportadores helicoidais possuem limitações. Para os TC's vimos que em transportes verticais é imprescindível a utilização de correias aletadas e que os Transportadores helicoidais não são adequados para transportes pesados.

Para vencer essas dificuldades utilizamos os elevadores de canecas, de uma ou duas colunas, que conseguem efetuar transportes verticais com eficiência e economia de custos e espaço físico. 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.

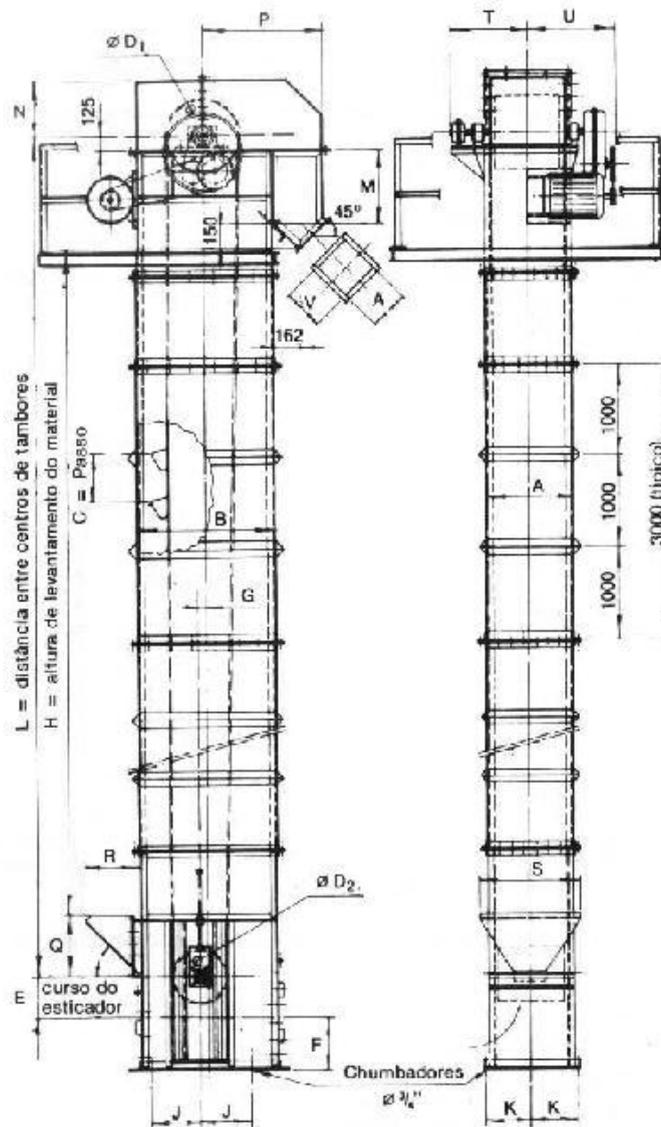


Fig. 29 - Desenho dimensional de um elevador de canecas



Fig. 30 – EC de 1 coluna



Fig. 31 – EC de 2 Colunas

6.1 – Tipo de elevadores de caneca (EC)

6.1.1 – Elevadores contínuos

Estes elevadores caracterizam-se por suas canecas espaçadas, por sua baixa velocidade e também por na maioria das vezes, trabalharem em plano inclinado de 30° com a vertical, porém podem operar verticalmente.

Este tipo de elevador foi projetado para elevação de materiais abrasivos e de alta e de baixa granulometria, mas são também empregados na elevação de materiais frágeis ou extremamente finos como cimento e cal.

Sua inclinação e baixa velocidade lhe proporcionam excelente rendimento devido à facilidade de alimentação total das canecas assim como descarga mais suave.

Entre as canecas praticamente não existe espaçamento e o seu formato além de proporcionar total carregamento, faz como que na descarga a caneca da frente sirva de calha de descarga do material da caneca seguinte.

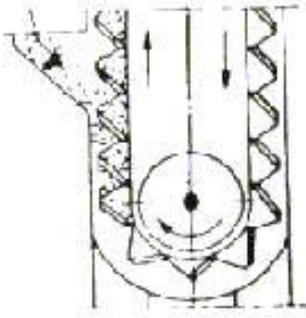


Fig. 32 – Alimentação por gravidade do EC contínuo

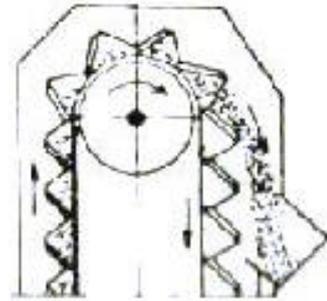


Fig. 33 – Descarga natural (a caneca da frente guia o material)

Os EC contínuos podem ser:

Contínuo de correia – normalmente encontrados em transportes de materiais frágeis, pulverizáveis ou fluidos. Possuem carregamento por alimentação direta e operam em baixas velocidades e seus conjuntos de cabeceira são maiores que o dos centrífugos;

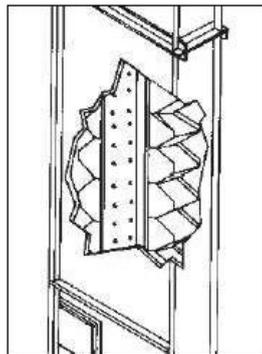


Fig. 34 – EC contínuo de correia

Contínuos de corrente – utilizado no transporte de materiais pesados e de maior granulometria, sendo as canecas fixadas por um par de correntes que são acionadas por rodas dentadas.

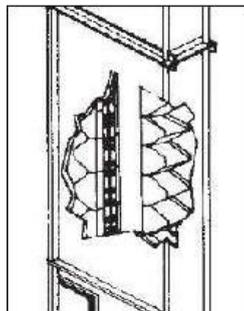


Fig. 35 – EC contínuo de corrente

6.1.2 – Elevadores Centrífugos

Este tipo de elevador tem as canecas espaçadas, operam na vertical e em velocidade maior que os contínuos. A descarga do material elevado é feita pela ação da força centrífuga desenvolvida quando as canecas passam ao redor do tambor de acionamento. É indicado para elevação de materiais de livre vazão, tais como grãos, areia, carvão triturado e produtos químicos secos.

Na elevação de grãos, a velocidade da correia pode atingir até 250 m/mim, enquanto que para o uso industrial, na elevação e outros produtos a velocidade pode chegar no Máximo a apenas 130 m/mim.

O espaçamento das canecas na elevação de grãos em elevadores de alta velocidade e alta capacidade pode variar de 1,5 a 2 vezes o valor de sua projeção, enquanto que para os elevadores industriais deve ser de 2 a 3 vezes o valor de sua projeção.

Os EC centrífugos podem ser:

Centrífugos de correia – normalmente utilizados para transporte de materiais finos, secos e de fácil escoamento, e que não possuem fragmentos que possam danificar a correia. Suas canecas são fixadas diretamente na correia por parafusos, com o espaçamento ideal para permitir o basculamento da caneca;

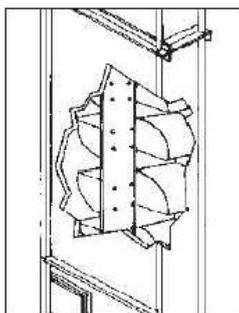


Fig. 36 – EC Centrífugo de correia

Centrífugos de corrente – também utilizados para materiais de escoamento fácil e não abrasivos, que possam estar depositados no fundo do transportador. Para o deslocamento da corrente são utilizadas rodas dentadas, que impossibilitam o deslizamento durante os carregamentos;

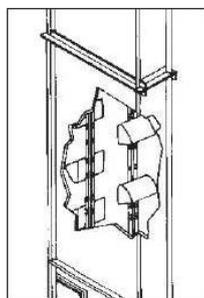


Fig. 37 – EC Centrífugo de corrente

6.2 – Operação de carga e descarga do EC

6.2.1 – Alimentação

A alimentação do material nas canecas pode ser por gravidade ou alimentação direta e por captação ou dragagem.

Alimentação direta – a entrada de materiais no EC é efetuada diretamente sobre a caneca, provocando o seu enchimento;

Dragagem – as canecas do EC precisam passar pelo fundo do transportador para “carregar” o material que nele está depositado.

Na alimentação por captação ou dragagem, quanto menor for o espaçamento entre as canecas, mais suavemente é feita a carga com menor esforço para a correia.

O fundo do poço do elevador deve ter uma curva de concordância com o movimento das canecas, pois isso auxilia na alimentação, bem como na sua própria limpeza. O pé do elevador, também chamado de poço do elevador, deve ser mantido permanentemente limpo. O acúmulo de material no poço do elevador, principalmente se o material for de natureza agregável, provocará impactos contra as canecas e por conseguinte seu arrancamento ou ruptura da correia.

Para evitar danos a correia e ao tambor, por materiais que possam vir a cair entre esses no momento da alimentação; é utilizado pouco acima do tambor de retorno um protetor em V invertido.

6.2.2 – Descarga

Devemos levar em conta a relação entre a força peso do conjunto caneca-material-tambor e a força centrífuga, velocidade do EC e tipo de descarga:

Centrífugos – elevador que utiliza a força centrífuga para efetuar a descarga do material do interior de suas canecas. Precisa, portanto, operar com maiores velocidades para que o material consiga ser “lançado” para as calhas de descarga;

Gravidade – elevador que utiliza o peso do material para realização da descarga, este tipo de descarga possuem velocidade baixa;

Misto – O elevador utiliza a força centrífuga mas também suas canecas estão montadas em seqüência, como nos de gravidade.

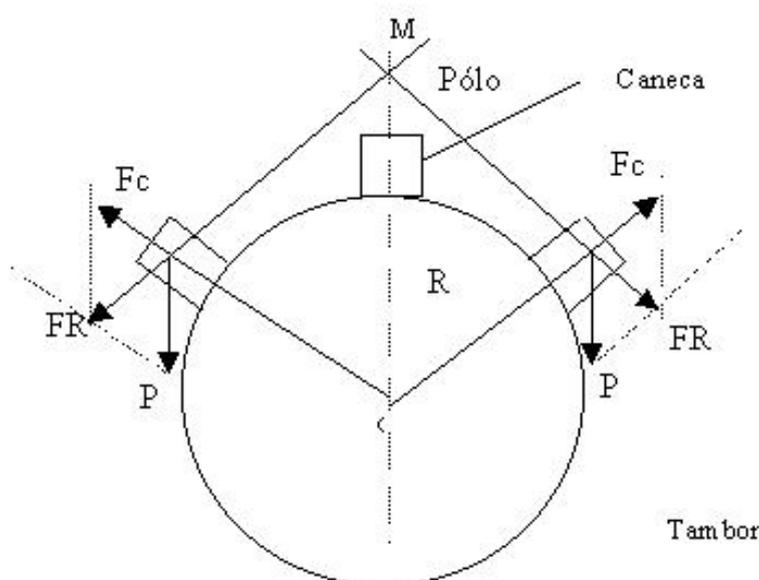


Fig. 38 – Influencia da força centrífuga na descarga das canecas

Pólo – Ponto de interseção entre o prolongamento das linhas das resultantes da composição das forças peso e centrífuga (Fig 38).

Distância polar – Distância entre o pólo e o centro do tambor (OM).

Caso 1: Quanto maior a velocidade desenvolvida no EC, maior será a força centrífuga. Isto fará com que o pólo mude de posição indo à direção do centro do tambor. Nas velocidades elevadas a descarga dar-se-á por ação da força centrífuga.

Caso 2: Se a velocidade diminui, o pólo tende a se deslocar na direção oposta, chegando o mesmo a elevar-se à cima da caneca. A descarga se dará por força da gravidade.

A descarga de um EC pode ser efetuada de duas formas:

Periférica – utilizada nos casos dos transportadores contínuos e centrífugos, onde o material é descarregado por uma saída lateral ao equipamento;

Central – utilizada em condições especiais em que seja necessária uma descarga na parte central do EC, utilizando-se correntes com canecas pivotadas que, ao passarem pelo ponto mais alto do trajeto sofrem ação de batentes que fazem com que as canecas girem sobre os tambores vazados, e conseqüentemente o material seja despejado em calhas situadas entre os lados do transportador.

6.3 – Componentes do EC

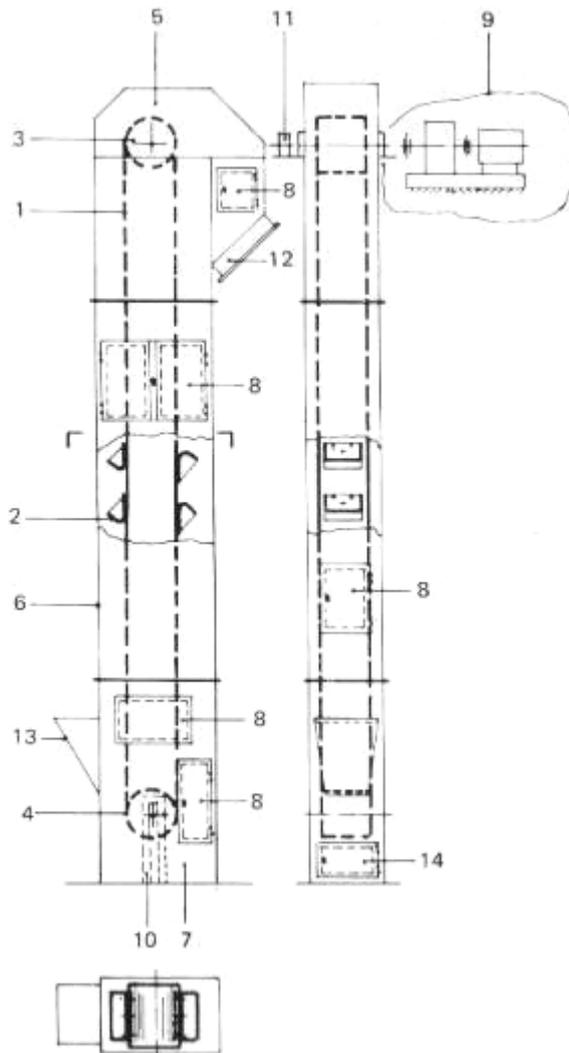


Fig. 39 – Componentes de um EC

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1- Correia | 8- Janelas de inspeção |
| 2- Canecas | 9- Unidade de acionamento |
| 3- Tambor de acionamento | 10- Esticador |
| 4- Tambor de retorno | 11- Contra-recuo (freio) |
| 5- Cabeça do elevador | 12- Calha de descarga |
| 6- Estrutura central | 13- Calha de alimentação |
| 7- Pé do elevador | 14- Porta de inspeção e limpeza |

6.3.1 – Tambor de acionamento

Também conhecido como tambor de cabeça, esta localizado na parte superior do elevador. Conforme visto no capítulo de TC este tambor deve ser ranhurado para garantir um mais alto coeficiente de atrito com a correia, evitando

assim o deslizamento e o desgaste. Para evitar o deslizamento pode-se usar ainda tambores com revestimento de borracha, quanto do transporte de materiais muito fino(pó), que pelo confinamento dentro da estrutura do EC poderiam se acumular entre a correia e o tambor.

6.3.2 – Tambor de retorno

O tambor de retorno ou do pé se localiza na parte inferior do elevador de correia. Este tambor deve ser aletado a fim de evitar danos a correia.

6.3.3 – Cabeça do elevador

É a parte superior da estrutura do elevador, na qual é posicionado o tambor de acionamento. Fazem parte também da cabeça do elevador a unidade completa de acionamento, o contra recuo e calha de descarga.

A cabeça do elevador é também chamada de cabeça de motorização.

6.3.4 – Estrutura central

É a parte que interliga a cabeça e o pé do elevador. É construída em chapa soldada ou madeira com reforço de cantoneiras, tipo modular, e em lances de comprimento padronizados. A fixação entre os módulos é feita por parafusos.

6.3.5 – Pé do elevador

É a parte inferior do elevador na qual está posicionado o tambor de retorno. Fazem parte também do pé do elevador a calha de alimentação e o dispositivo esticador. Nesta parte do elevador existem portas de inspeção e limpeza do poço.

6.3.6 – Janelas de inspeção

Localizados em diversos pontos da estrutura do elevador, tem por objetivo permitir o acesso local para inspeção e manutenção de certas partes do equipamento.

6.3.7 – Unidade de acionamento (Drive)

Localizada na cabeça do elevador, sustentada por uma plataforma; é constituída de motor com base e redutor de velocidade. O redutor de velocidade pode ser ligado direto ao tambor de acionamento ou através de luvas elásticas.

6.3.8 – Esticador

Possui a função de manter as tensões ideais para a movimentação dos materiais. Fica instalado geralmente no conjunto do pé e pode ser de duas formas: por parafuso ou por gravidade. Seu funcionamento ocorre do mesmo modo que nos transportadores de correia, sendo que no elevador de canecas ele sempre vai atuar sobre o eixo do tambor tensor, deslocando sobre apoios móveis instalados nas laterais da carcaça do transportador.

6.3.9 – Contra recuo

Dispositivo de segurança ligado diretamente ao eixo do tambor de acionamento, o contra recuo tem livre movimentação no sentido de elevação. No caso de uma parada do elevador com as canecas carregadas, o contra recuo trava-se evitando o retorno da correia e conseqüentemente descarga do material no fundo do elevador.

6.3.10 – Canecas

As canecas (caçambas) são fabricadas em chapas soldadas ou em plástico reforçado e são projetadas de acordo com a operação do EC. Para os contínuos o dorso das canecas deve ser a própria calha de descarga do transporte, o que não ocorre nos centrífugos.

Podem ser classificadas da seguinte forma:

Abertas – $h_P = (1 \text{ a } 1,5) \times A$;

Profundas – $h_P = (> 1,5) \times A$;

Em "V" – utilizadas para EC contínuos;

Em "R" (fundo arredondado) – utilizadas também para EC contínuos.

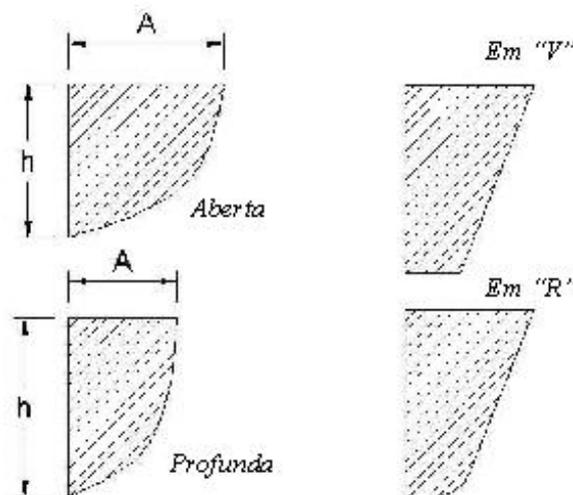


Fig. 40 - Tipos de canecas

Para sua utilização em EC's de correia suas fixações são feitas por parafusos que perfuram a correia e são rosqueados no interior das canecas.



Fig. 41 – Parafuso de fixação das canecas em correias

E para sua utilização em EC's de correntes suas fixações podem ser de formas diferentes, de acordo com o porte do transportador.

No caso de transportadores com descarga central as canecas são fixadas a eixos pivotados que se unem às correntes por meio de juntas articuladas para promover o giro durante as descargas.



Fig. 42 - Fixação de canecas em EC de corrente

6.4 – Cálculos de capacidade e dimensionamento de um EC.

Tendo o manual FAÇO como base, deve-se seguir as seguintes etapas para o cálculo.

Preparação: materiais necessários

- Régua;
- Calculadora;
- Papel quadriculado e isométrico (Tamanho adequado ao “*layout*” da fábrica);
- Tabela com as propriedades dos materiais;
- Manual FAÇO;

Dados de entrada

- Características dos materiais a serem transportados;
- Peso específico (t/m^3);
- Altura de levantamento – H – (m);
- Capacidade desejada – Q – (t/h);
- Condições de operação;
- Condição de serviço – contínuo ou intermitente;

Definições e Cálculos

- Fazer desenhos de simulação dos elevadores e seus acessórios;
- Em função do material a ser transportado escolher o tipo de elevador e a localização do esticador (Tab. 4-04 do Manual FAÇO);
- Escolher a velocidade de operação das canecas em função do tipo de elevador a ser utilizado (Tab. 4-01 do Manual FAÇO);
- Escolher a série do elevador, em função da capacidade (t/h) e do peso específico do material (t/m³) (Tab. 4-02 do Manual do FAÇO);
- Calcular a distância entre os centros dos tambores do elevador(L) em (m):

$$L = H + M + Q + 0,275$$

Onde: H = altura de elevação do material e
M e Q são dimensões do transportador escolhido (ver Tab. 4-08 do manual FAÇO)

- Determinar as características dos principais componentes com base na serie do elevador escolhido (Tab. 4-05 do manual FAÇO);
- Calcular a potência do motor(N) em (HP):

$$N = \frac{V \cdot P \cdot (L + 12D_2)}{75h} \qquad P = \frac{1000 \cdot g \cdot q_c}{C}$$

Onde: V = velocidade da correia (m/s)

h = rendimento

P = Peso do material (Kg/m)

L = distancia entre os centros dos tambores (m) (calculado no item anterior)

D₂ = diâmetro do tambor do pé (m) (Tab. 4-05 do Manual FAÇO)

g = Peso específico do material (t/m³)

q_c = capacidade de cada caneca (m³) (Tab. 4-06 do Manual FAÇO)

C = passo das canecas (m)

- Escolher o conjunto de acionamento tendo como base a serie escolhida e a potencia do motor calculada no item anterior (Tab. 4-07 do Manual FAÇO);
- Determinar as dimensões gerais do EC (Tab. 4-08 do Manual FAÇO);
- Verificar a capacidade Q (t/h) do EC:

$$Q = \frac{3600 \cdot q_c \cdot v \cdot g}{C}$$

Onde: V = velocidade da correia (m/s)

g = Peso específico do material (t/m³)

q_c = capacidade de cada caneca (m³) (Tab. 4-06 do Manual FAÇO)

C = passo das canecas (m)

- Cálculo das tensões efetiva e máxima da correia;

$$T_e = \frac{(H + 12D_2) \cdot q_c \cdot 1000 \cdot g}{C} \qquad T_1 = (1 + K) \cdot T_e$$

Onde: H = Altura de elevação do material (m)

D₂ = diâmetro do tambor do pé (m) (Tab. 4-05 do Manual FAÇO)

g = Peso específico do material (t/m³)

q_c = capacidade de cada caneca (m³) (Tab. 4-06 do Manual FAÇO)

C = passo das canecas (m)

T_e = Tensão efetiva (Kg)

T₁ = Tensão máxima (Kg)

K = Fator devido ao abraçamento da correia no tambor de acionamento (Tab. 4-09 do Manual FAÇO)

- Selecionar a correia (para os casos de EC de correia);

Resultados esperados

- Memorial de cálculo;
- Especificação do elevador;
- Memorial descritivo sobre as considerações no projeto;
- Desenhos;
- Lista de materiais para a construção da estrutura para montagem;

6.5 – Exercícios resolvidos

Questão 1: Calcular o EC para milho integral com vazão de 78 t/h para uma altura de 8 metros:

MAT: MILHO INTEGRAL

Dados:

H = 8m

Q: 78 t/h

AA = 30-44

C35N

C - Granular – abaixo de ½”

3 – Escoamento médio – ângulo de repouso entre 30° e 39°.

5 – Não abrasivo.

N – Contém poeira explosiva.

γ: 0,9 t/m³

Para este material verificamos, na tabela do Faço indica-se que o tipo de EL é o SB – Centrífugo de correia. Elevador centrífugo c/ velocidade entre 1,1 e 1,52 (m/s)

Utilizando a tabela 4-02 vamos procurar o peso específico mais próximo que é 0,8 t/m³. Verifiquei que dentro dessa coluna de peso específico não tinha uma vazão maior do que a exigida no problema e assim procurei um outro mais próximo e que tivesse a vazão de no mínimo 78 t/h.

Valores tabelados:

$$\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$$

$$Q = 87,9 \text{ t/h}$$

Série n° E-6000

Dist. Entre centro dos tambores

$$L = H + M + Q + 0,275 \text{ (m)} = 8 + 0,7 + 0,5 + 0,275 = 9,475\text{m}$$

Característica dos principais componente:

Caixa de dimensões internas Ax B (mm) = 580x1220

Bitola n° 10

Largura de correia (pol) = 18"

(C) Passo das canecas (mm) = 460

D1 (diâmetro de cabeça) = 600mm

D2 (diâmetro de pé) = 450mm

41 rpm

Velocidade (m/s) = 1,3

Dimensões da caneca

A (mm) = 215

B(mm) = 400

C(mm) = 200

R(mm) = 045

Bitola = 3/16"

Peso (Kgf) = 11,3

Capacidade (dm³) = x.x = 6

y.y = 9,6

Cálculo da Potência do motor

$$N = \frac{1,3 \times 30,52 \times (9,475 + 12 \times 0,45)}{75 \times 0,9} = 7,87 \text{ Kw}$$

Onde:

$$P = \frac{100 \times 0,9 \times 0,0156}{0,46} = 30,52 \text{ Kgf / m}$$

Escolho um motor de 10 HP pela tabela 4-07

$\eta = 78,7\%$

04 Conjuntos de acionamento

Verificação da capacidade Q (t/h) do elevador

$$Q = \frac{3600 \times 0,0156 \times 1,3 \times 0,9}{0,46} = 142,84 t/h$$

Cálculo da tensão da correia

Tensão efetiva

$$T_e = \frac{(9,745 + 12 \times 0,45) \times 0,0156 \times 0,9 \times 1000}{0,46} = 454,01 Kgf$$

Tensão máxima da correia

$$T_{\max} = (1 + 0,97) \times 454 = 894,4 Kgf$$

Conclusão: O tambor a ser usado é o liso com esticador por parafuso.