

Curso de NR 18 Elevador Cremalheira



Capítulo 1 – Cabos de Aço

1. Introdução.....	4
2.1 Conceito.....	5
2. Componentes do cabo de aço.....	5
3. Construção de cabos.....	6
4. Tipos de distribuição dos fios nas pernas.....	7
4.1 Distribuição Seale.....	7
4.2 Distribuição Filler.....	7
4.3 Distribuição Warrington.....	8
5. Tipos de alma de cabos de aço.....	8
a) Almas de fibra.....	9
b) Almas de aço.....	9
c) Alma de algodão.....	9
d) Alma de asbesto.....	10
6. Tipos de torção.....	10
6.1 Torção regular ou em cruz.....	10
6.2 Torção lang ou em paralelo.....	10
6.3 Anti-Giratório.....	11
7. Preformação dos cabos de aço.....	11
8. Fixação e união dos cabos de aço.....	11
8.1 Maneiras de fixação da ponta.....	12
9. Dimensionamento.....	13
9.1 Especificação dos cabos.....	13
9.2 Polias e tambores para cabos.....	14
10. Inspeção e Manutenção dos cabos de aço.....	15
10.1 Critérios de Substituição.....	15
10.1.1 Redução de Diâmetro.....	16
10.1.2 Corrosão.....	16
Figura 26 – Corrosão na base dos soquetes.....	17
10.1.3 Arames Rompidos.....	17
10.1.4 Danos por Temperatura.....	18
10.1.5 Danos por Distorção.....	19
10.1.6 Exemplos de outros danos comuns.....	19
10.2 Cuidados.....	21

Capítulo 2 – Elevadores para a Construção Civil

1. Introdução.....	23
2. Recomendações Técnicas.....	24
2.1 Local.....	24
2.2 Cabos de Tração para Elevadores.....	24
2.2.1 Limpeza e Lubrificação.....	25
2.2.2 Tensão dos Cabos.....	26
2.2.3 Critérios de Condenação de Cabos de Tração.....	27
2.3 Torre.....	28
2.4 Cabinas.....	30
2.4.1 Cabinas Semi-Fechadas.....	30
2.4.2 Cabinas Fechadas.....	31
2.5 Terreno e Base.....	32

2.6 Guinchos.....	32
3. Tipos de Elevadores.....	33
3.1 Elevador tipo Caçamba.....	34
3.2 Elevadores de Cremalheira.....	34
3.2.1 Elementos.....	35
3.3 Elevadores à Cabo de Aço.....	37
4. Comparação Elevadores Cremalheira X Elevadores a cabo de aço.....	38
5. Elevadores de Obra e a NR-18.....	38
6. Referências.....	42

Capítulo 1 – Cabos de Aço

1. Introdução

Muitas obras não possuem um plano de planejamento e gerenciamento de maquinários e equipamentos, ou seja, não possuem um cronograma de equipamentos incorporado ao projeto e que esteja atualizado constantemente com o cronograma físico da obra, isso porque o processo de execução dos serviços é dinâmico, inter-relacionado, interagente e interdependente.

Para a criação do cronograma de equipamentos, o cronograma físico da obra deve estar definido, assim como o método e o processo de execução e o pessoal de operação. São levantadas todas as atividades que irão mobilizar equipamentos e o tempo em que cada tipo de equipamento será utilizado, tudo em função do cronograma físico da obra.

A mecanização tem grande importância financeira na obra por conta da redução da mão-de-obra, do desperdício de materiais e de prazo. As vantagens dessa mecanização aumentam se o investimento e a viabilidade dos equipamentos forem previamente planejados, facilitando a organização dos processos produtivos e o aumento da qualidade dos serviços. Essa mecanização do canteiro reduz custos indiretamente, mas o custo direto dessa mecanização deve ser calculada de forma que se enquadre dentro da margem de custo do serviço e dentro do valor global da obra. É preciso saber quais equipamentos e onde devem ser empregados, para que se tenha uma economia de recursos.

A mecanização não é um processo generalizado, ela depende do tipo de obra, da mão-de-obra empregada e da tecnologia aplicada, quando se tem curtos prazos e um grande volume de serviço, a mecanização é fundamental, em obras pesadas com estradas, pontes, barragens e hidrelétricas é inviável trabalhar com muita mão-de-obra operacional.

Em qualquer tipo de obra é preciso fazer a relação entre a mão-de-obra e o tipo de mecanização mais adequada, em obras de grande porte a mecanização têm um peso maior, mas em obras de edificações com cronogramas apertados e com transporte vertical, a mecanização pode ser usada em paralelo com uma demanda maior de mão-de-obra operacional, nesse tipo de obra é preciso ter um planejamento logístico do canteiro, prever a capacidade técnica do operador e o espaço disponível para a locação ou locomoção de grandes equipamentos, como por exemplo, guias.

Outra relação que deve ser verificada é relação custo-benefício principalmente para máquinas de transporte, onde seu custo é alto e fixo, independentemente se a obra é de longo ou curto prazo. Quanto maior o porte da obra a possibilidade de uso intenso do equipamento aumenta, além disso, é preciso que se elabore um cronograma de atividades para esse equipamento de transporte, evitando que ele se torne ocioso e improdutivo.

Fatores que determinam o uso de um equipamento de transporte:

- viabilidade técnica e econômica;
- treinamento operacional;
- o tipo e o espaço físico da obra;
- o cronograma;
- o processo executivo;
- a segurança;
- capacidade e o espaço para locomoção;

Esses fatores determinam também o conjunto de sistema de transportes a ser implantado e os critérios de custo, segurança e qualidade.

Definido o tipo de sistema de transportes para obras de edificação, onde o principal transporte é o vertical, o seu investimento é diluído de acordo com o volume de obras que a empresa tenha no momento, amortizando o os gastos iniciais.

2 - Cabos de Aço

2.1 Conceito

Cabos são elementos de transmissão que suportam cargas (força de tração), deslocando-as nas posições horizontal, vertical ou inclinada. Os cabos são muito empregados em equipamentos de transporte e na elevação de cargas, como em elevadores, escavadeiras, pontes rolantes (Figura 1). Os cabos de aço sempre trabalham sob tensão e têm a função de sustentar ou elevar cargas. Os cabos estão sujeitos aos seguintes esforços:

Cabos de aço que trabalham como sustentação são submetidos a uma solicitação estática, devendo ser dimensionados como elementos estruturais.

Cabos de aço que se movimentam durante o ciclo de trabalho, sofrem desgaste por atrito e devem ser dimensionados como elementos de máquinas submetidos à fadiga.

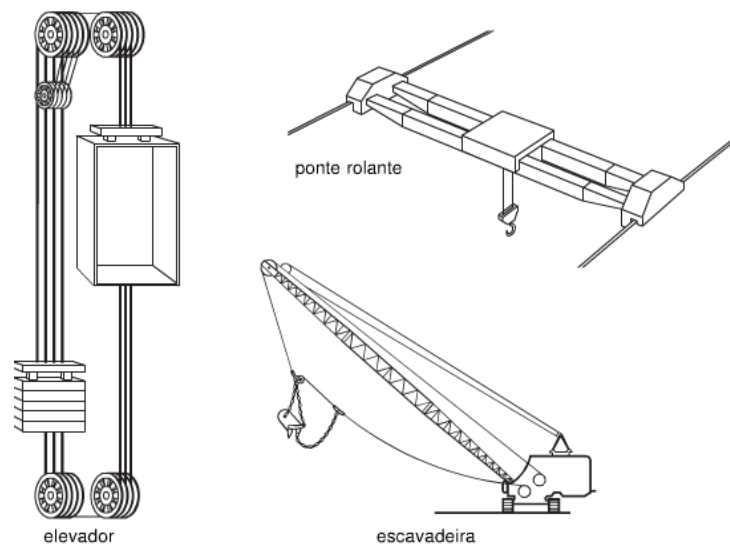


Figura 1 - Exemplos da utilização de cabos de aço

2. Componentes do cabo de aço

O cabo de aço se constitui de alma e perna. A perna se compõe de vários arames em torno de um arame central, conforme a figura abaixo.

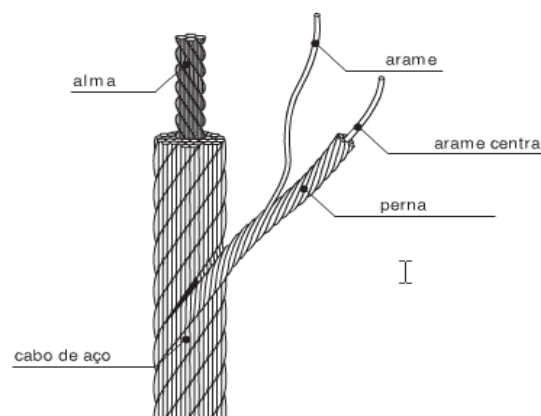


Figura 2 – componentes do cabo de aço

3. Construção de cabos

Construção de um cabo de aço é o termo usado para indicar o número de pernas, a quantidade de arames em cada perna, a sua composição e o tipo de alma.

As pernas dos cabos podem ser fabricadas em uma, duas ou mais operações, conforme sua composição. Nos primórdios da fabricação de cabos de aço as composições usuais dos arames nas pernas eram as que envolviam várias operações, com arames do mesmo diâmetro, tais como: 1 + 6/12 (2 operações) ou 1 + 6/12/18 (3 operações). Assim eram torcidos primeiramente 6 arames em volta de um arame central. Posteriormente, em nova passagem, o núcleo 1 + 6 arames era coberto com 12 arames. Esta nova camada tem por força um passo (distância em que um arame dá uma volta completa – Figura 3) diferente do passo do núcleo, o que ocasiona um cruzamento com arames internos, e o mesmo se repete ao se dar nova cobertura dos 12 arames com mais 18, para o caso da fabricação de pernas de 37 arames.

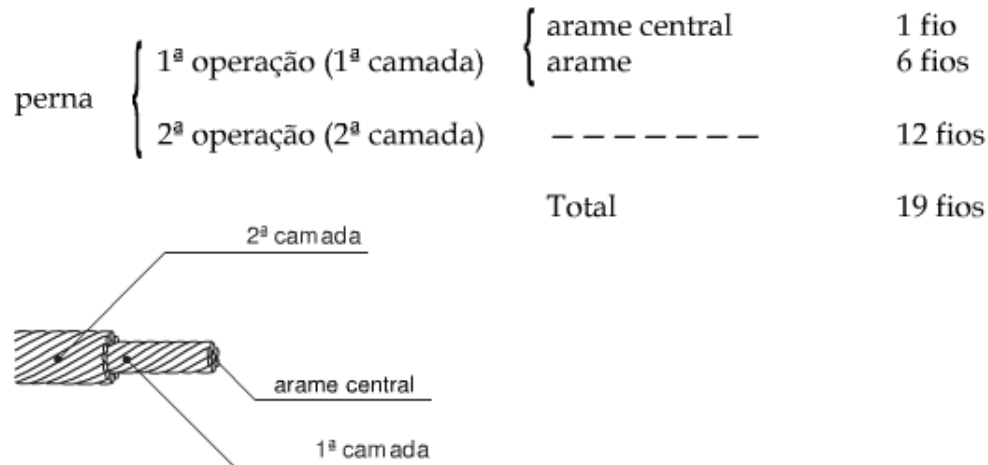
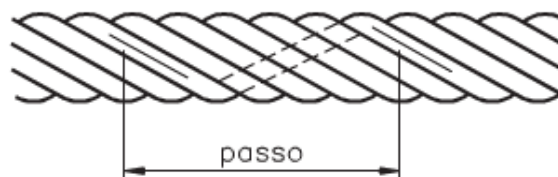


Figura 3 - Esquema de um cabo formado em 2 operações (1+6/12 ou cabo de 6 por 19)

Quando a perna é construída em várias operações, os passos ficam diferentes no arame usado em cada camada. Figura 4 Essa diferença causa atrito durante o uso e, conseqüentemente, desgasta os fios.



Passo é a distância entre dois pontos de um fio em torno da alma do cabo.

Figura 4 – conceito de passo

Com o aperfeiçoamento das técnicas de fabricação, foram desenvolvidas máquinas e construções de cabos que nos possibilitam a confecção das pernas em uma única operação, sendo todas as camadas do mesmo passo. Assim surgiram as composições "Seale", "Filler" e "Warrington", formadas de arames de diferentes diâmetros. Estas composições conservam as vantagens das anteriores e eliminam sua principal desvantagem, ou seja, o desgaste interno ocasionado pelo atrito no cruzamento dos arames.

4. Tipos de distribuição dos fios nas pernas

Existem vários tipos de distribuição de fios nas camadas de cada perna do cabo. Os principais tipos de distribuição são:

4.1 Distribuição Seale

As camadas são alternadas em fios grossos e finos.

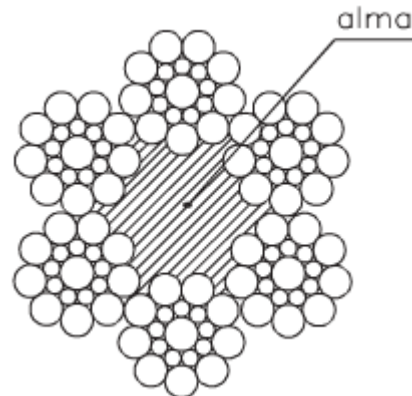


Figura 5 – Constituição do cabo de aço “Seale”

Na composição "Seale" , figura 5, existem pelo menos duas camadas adjacentes com o mesmo número de arames. Todos os arames de uma mesma camada possuem alta resistência ao desgaste.

4.2 Distribuição Filler

As pernas contêm fios de diâmetro pequeno que são utilizados como enchimento dos vãos dos fios grossos.

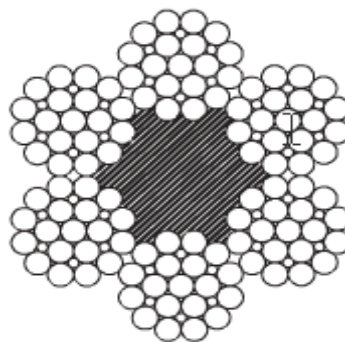


Figura 6 – Constituição do cabo de aço “Filler”

A composição "Filler", figura 6, possui arames principais e arames finos, que servem de enchimento para a boa acomodação dos outros arames. Os arames de enchimento não estão sujeitos às especificações que os arames principais devem satisfazer. Os cabos de aço fabricados com essa composição possuem boa resistência ao desgaste, boa resistência à fadiga e alta resistência ao amassamento.

4.3 Distribuição Warrington

É a composição onde existe pelo menos uma camada constituída de arames de dois diâmetros diferentes e alternados. Os cabos de aço fabricados com essa composição possuem boa resistência ao desgaste e boa resistência à fadiga. Figura 7.

Por outro lado, ainda existem outros tipos de composições que são formadas pela aglutinação de duas das acima citadas, como por exemplo, a composição "Warrington-Seale", que possui as principais características de cada composição, proporcionando ao cabo alta resistência à abrasão conjugado com alta resistência à fadiga de flexão.

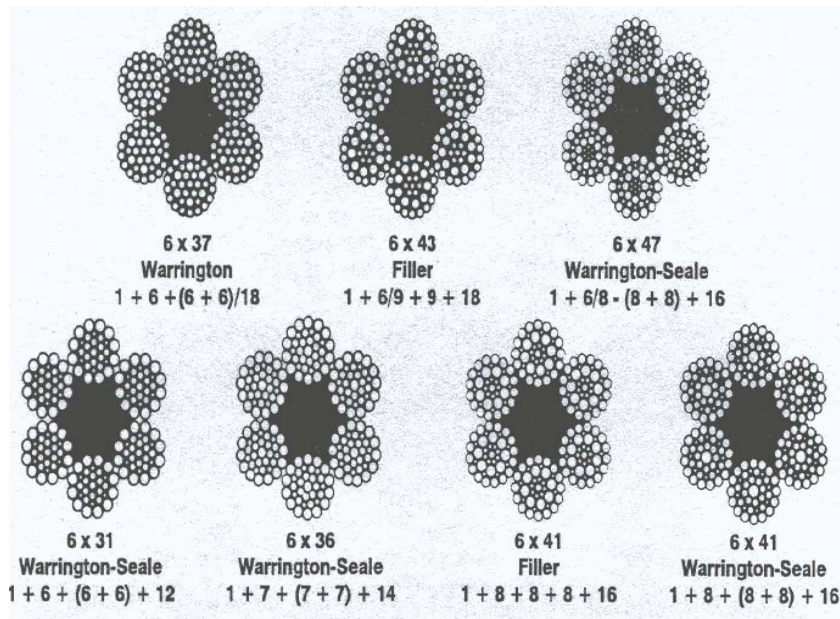


Figura 7 - Exemplo distribuições

de outras
5. Tipos de
aço

alma de cabos de

As
aço podem

almas de cabos de
ser feitas de vários
de acordo coma

materiais,
aplicação desejada. Existem, portanto, diversos tipos de alma. Veremos os mais comuns: alma de fibra, de algodão, de asbesto, de aço.

a) Almas de fibra

É o tipo mais utilizado para cargas não muito pesadas. As fibras podem ser naturais (AF) ou artificiais (AFA).

As almas de fibra em geral dão maior flexibilidade ao cabo de aço. As almas de fibras naturais são normalmente de sisal, e as almas de fibras artificiais são geralmente de polipropileno. Figura 8.



Figura 8 – Alma do cabo de aço

Vantagens das fibras artificiais:

- não se deterioram em contato com agentes agressivos;
- são obtidas em maior quantidade;
- não absorvem umidade.

Desvantagens das fibras artificiais:

- são mais caras;
- são utilizadas somente em cabos especiais.

b) Almas de aço

As almas de aço garantem maior resistência ao amassamento e aumentam a resistência à tração. A alma de aço pode ser formada por uma perna de cabo (AA) ou por um cabo de aço independente (AACI), sendo esta última modalidade preferida quando se exige do cabo maior flexibilidade, combinada com alta resistência à tração. Figura 9.

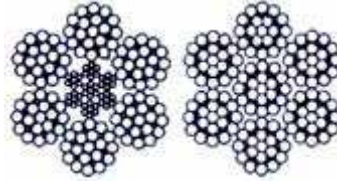


Figura 9 – Alma de aço

Um cabo de 6 pernas com alma de aço apresenta um aumento de 7,5% na resistência à tração e aproximadamente 10% na massa em relação a um cabo com alma de fibra do mesmo diâmetro e construção.

c) Alma de algodão

Tipo de alma que é utilizado em cabos de pequenas dimensões.

d) Alma de asbesto

Tipo de alma utilizado em cabos especiais, sujeitos a altas temperaturas.

6. Tipos de torção

Os cabos de aço, quando tracionados, apresentam torção das pernas ao redor da alma. Nas pernas também há torção dos fios ao redor do fio central. O sentido dessas torções pode variar, obtendo-se as situações:

6.1 Torção regular ou em cruz

Os fios de cada perna são torcidos no sentido oposto ao das pernas ao redor da alma. As torções podem ser à esquerda ou à direita. Esse tipo de torção confere mais estabilidade ao cabo. Figura 10.



regular à direita

regular à esquerda

Figura 10 – Torção do cabo de aço

Estes cabos são estáveis, possuem boa resistência ao desgaste interno e torção e são fáceis de manusear. Também possuem considerável resistência a amassamentos e deformações devido ao curto comprimento dos arames expostos.

6.2 Torção lang ou em paralelo

Os fios de cada perna são torcidos no mesmo sentido das pernas que ficam ao redor da alma. As torções podem ser à esquerda ou à direita. Esse tipo de torção aumenta a resistência ao atrito (abrasão) e dá mais flexibilidade. Figura 11.

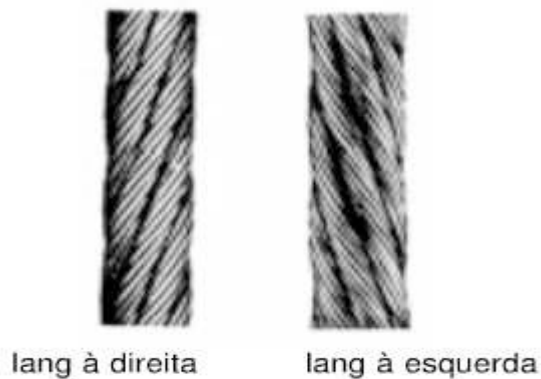


Figura 11 – Torção do cabo de aço

Devido ao fato dos arames externos possuírem maior área exposta, a torção Lang proporciona ao cabo de aço maior resistência à abrasão. São também mais flexíveis e possuem maior resistência à fadiga. Estão mais sujeitos ao desgaste interno, distorções e deformações e possuem baixa resistência aos amassamentos. Além do mais, os cabos de aço torção Lang devem ter sempre as suas extremidades permanentemente fixadas para prevenir a sua distorção e em vista disso, não são recomendados para movimentar cargas com apenas uma linha de cabo.

Nota: A não ser em casos especiais (como por exemplo, cabo trator de linhas aéreas) não se deve usar cabos de torção Lang com alma de fibra por apresentarem pouca estabilidade e pequena resistência aos amassamentos.

6.3 Anti-Giratório

Cada camada de pernas tem um sentido de enrolamento inverso ao da camada imediatamente inferior, conforme se é representa na figura 12 abaixo.

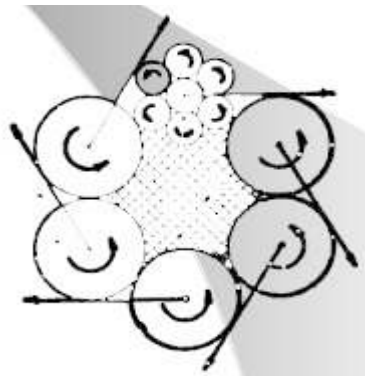


Figura 12 – Torção do cabo de aço

7. Preformação dos cabos de aço

Os cabos de aço são fabricados por um processo especial, de modo que os arames e as pernas possam ser curvados de forma helicoidal, sem formar tensões internas. Figura 13.



Figura 13 – Pernas do cabo de aço

As principais vantagens dos cabos preformados são:

- manuseio mais fácil e mais seguro;
- no caso da quebra de um arame, ele continuará curvado;
- não há necessidade de amarrar as pontas.
- Divisão da carga equilibrada entre todas as pernas

8. Fixação e união dos cabos de aço

Os cabos de aço são fixados em sua extremidade por meio de ganchos ou laços. Os laços são formados pelo trançamento do próprio cabo. Os ganchos são acrescentados ao cabo, conforme apresentado na figura 14.



Figura 14 – Fixação do cabo de aço

8.1 Maneiras de fixação da ponta

Ponta com soquete chumbador fixado em zinco fundido, sendo possível ainda a utilização de liga de antimônio. Figura 15.



Figura 15 – Fixação do cabo de aço

Ponta fixada por cunha. Possui a vantagem de ser de fácil desmontagem mas deve ser constantemente tracionado. Figura 16.

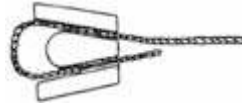


Figura 16 – Fixação do cabo de aço

Olhal com sapatilha de proteção. Figura 17.



Figura 17 – Fixação do cabo de aço

Olhal com estribo protetor. Figura 18.

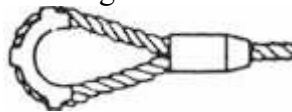


Figura 18 – Fixação do cabo de aço

Fixação por presilha rosqueadas. Neste caso, a distância y deve ser maior do que $1,5 \cdot x$. Para cabos com diâmetros “até 5/8” usam-se três presilhas; acima disso, quatro ou mais. Pode-se usar também $y = 6 \cdot x$ diâmetro do cabo. Exemplo apresentados nas figuras 19 e 20.

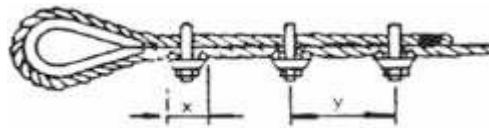


Figura 19 – Fixação do cabo de aço

Amarração por grampos ou clips.

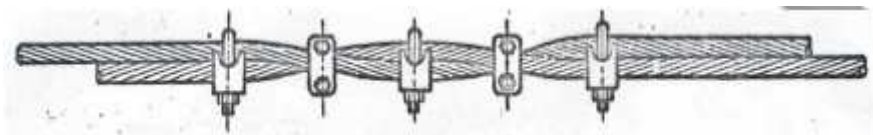


Figura 20 – Alma do cabo de aço

*Medição do diâmetro: o diâmetro do cabo de aço é aquele da sua circunferência máxima. Figura 21.

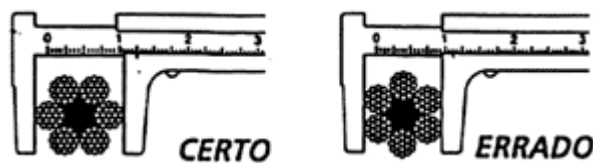


Figura 21 – Medidas do cabo de aço

9. Dimensionamento

Para dimensionar cabos, calcula-se a resistência do material de fabricação aos esforços a serem suportados por esses cabos. É necessário verificar o nível de resistência dos materiais à ruptura. Os tipos, características e resistência à tração dos cabos de aço são apresentados nos catálogos dos fabricantes.

Deve-se levar em consideração nesta etapa que, os cálculos teóricos são muito imprecisos, devido ao fato dos cabos estarem sujeitos a vários tipos de tensões, sendo que estas normalmente não estão igualmente distribuídas, havendo uma grande discrepância entre os valores teóricos e os reais. A solução mais adequada para tal é a utilização das normas que facilitam a padronização e melhor aproveitamento na utilização dos cabos.

9.1 Especificação dos cabos

A tabela 1 apresenta valores referentes a resistência à tração em função do material do fio.

Tabela 1 – Resistência do fio de aço

Material do fio	Resistência à tração
Aço comum (irom)	600 N/mm ²
Aço para tração (traction Steel)	1200 a 1400 N/mm ²
Aço M.P.S. (Mild Plow Steel)	1400 a 1600 N/mm ²
Aço P.S. (Plow Steel)	1600 a 1800 N/mm ²
Aço I.P.S. (Improved Plow Steel)	1800 a 2000 N/mm ²
Aço E.I.P.S. (Extra I,P,S.)	2000 a 2300 N/mm ²

E, finalmente, na requisição devem constar o comprimento, diâmetro, número de pernas e fios, tipo de construção, torcedura, lubrificação, acabamento, aplicação, carga útil e resistência dos arames.

9.2 Polias e tambores para cabos

O diâmetro das polias e tambores para cabos deve ser o maior possível, considerando todos os fatores envolvidos no serviço. Para uma rápida avaliação podem ser considerados os diâmetros indicados na tabela 2.

Tabela 2 – especificação de polias e cabos

Tipo de serviço	Cabos	Diâmetro da polia
Máquina com acionamento manual	6 x 37	16d
Serviços de pequena intensidade	8 x 19	20d
Serviços de média intensidade	6 x 25	25d
Serviço de grande intensidade	6 x 19	30d
Cabos não retroativos	18 x 7; 19 x 7	34d
Cabos pouco flexíveis	6 x 7	42d

d = diâmetro do cabo

Quanto à forma da canaleta (ou canal) devem ser observadas as recomendações do fabricante. Na ausência dessas informações, podem-se considerar os seguintes dados:

Canais redondos guiam da melhor maneira. Figura 22.

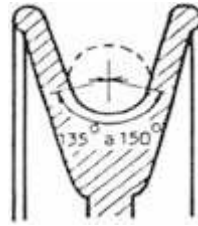


Figura 22 – Canais redondos.

Canais a 45° dão a máxima durabilidade. Figura 23

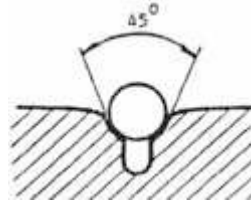


Figura 23 – Canais para guia de cabos.

Canais a 20° dão a máximo efeito de cunha. Figura 24.

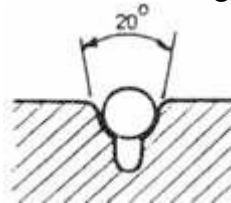


Figura 24 – canais para guia de cabos.

Os fios podem ser galvanizados ou simplesmente lubrificados.

Atualmente está sendo usado o náilon estirado como revestimento de cabos, o que dá boa proteção.

10. Inspeção e Manutenção dos cabos de aço

Muitas vezes é entendido que a “inspeção” é limitada apenas ao cabo de aço, porém a mesma deve ser estendida à todas as partes do equipamento que tenham contato com o cabo ou seja, durante a inspeção do cabo, devemos inspecionar também as partes do equipamento como polias, tambores, etc.. onde o mesmo trabalha.

É possível dividir a inspeção do cabo em dois tipos:

1º Inspeção Freqüente

Este tipo de inspeção visa detectar danos como: dobras, amassamento, gaiola de passarinho, perna fora de posição, alma saltada, grau de corrosão, pernas rompidas, entre outros, que possam comprometer a segurança do mesmo. Este tipo de inspeção é feita através de análise visual e deve ser realizado pelo operador do equipamento ou outra pessoa responsável no início de cada turno de trabalho. Caso seja detectado algum dano grave ou insegurança quanto às condições do cabo, o mesmo deve ser retirado e submetido à uma inspeção periódica.

2º Inspeção Periódica

Este tipo de inspeção visa uma análise detalhada das condições do cabo de aço.

A freqüência desta inspeção deve ser determinada por uma pessoa qualificada devendo estar baseada em fatores tais como: a vida média do cabo determinada pela experiência anterior,

agressividade do meio ambiente, relação entre a carga usual de trabalho e a capacidade máxima do equipamento, frequência de operação e exposição a trancos. As inspeções não precisam necessariamente ser realizadas em intervalos iguais, e devem ser mais frequentes quando se aproxima o final da vida útil do cabo.

É importante que esta inspeção abranja todo o comprimento do cabo, dando foco nos trechos onde o cabo trabalha nos pontos críticos do equipamento.

10.1 Critérios de Substituição

Não existe uma regra precisa para se determinar o momento exato da substituição de um cabo de aço, uma vez que, diversos fatores estão envolvidos.

Aspectos como: meio ambiente, condições gerais de partes do equipamento (polias/tambores), condições de uso do equipamento, período de uso do equipamento, entre outros, influenciam diretamente na sua durabilidade. Desta forma a substituição do cabo deve ser feita baseada na inspeção do mesmo.

A inspeção periódica, é muito importante e deve ser baseada em alguma norma ou literatura que apresente um critério de substituição do cabo.

O primeiro passo para uma boa inspeção é detectar os pontos críticos no equipamento. Chama-se de *pontos críticos* qualquer ponto que possa expor o cabo a um esforço maior à desgastes ou mesmo algum dano.

Na maior parte dos equipamentos, estes pontos são trechos onde o cabo trabalha em contato direto com alguma parte do equipamento como: polia, tambor, entre outros...

É importante lembrar que ninguém melhor do que o operador do equipamento para conhecer os pontos críticos do mesmo. O critério de substituição de cabos sugerido abaixo é baseado na norma *ASME*.

A inspeção dos cabos inclui a verificação de vários problemas descritos abaixo:

10.1.1 Redução de Diâmetro

Geralmente a redução do diâmetro do cabo pode ser causado por: desgaste excessivo dos arames, deterioração da alma ou corrosão interna ou externa.

Para cabos convencionais (Classes 6x7, 6x19 e 6x37), as normas admitem uma redução da ordem de 5% do diâmetro nominal, já para cabos de aço elevadores (Classe 8x19), é admitido uma redução de diâmetro da ordem de 6% do diâmetro.

É necessário ressaltar porém, a correta medição do diâmetro conforme já comentado anteriormente.

Desta forma, quando verificado uma redução menor que as propostas acima, o cabo deverá ser substituído.

10.1.2 Corrosão

Além de acelerar a fadiga, a corrosão também diminui a resistência à tração do cabo de aço através da redução de área metálica.

A corrosão pode apresentar-se na parte interna ou externa do cabo. Embora a detecção da corrosão interna seja mais difícil visualizar, alguns indícios como: variações de diâmetro ou perda de afastamento, podem indicar sua existência. Figura 25.



Figura 25 – Corrosão em cabos de aço

É importante também verificar a existência de corrosão na região da base de soquetes. Esta região se mostra propícia para acúmulo de umidade. Figura 26.



Figura 26 – Corrosão na base dos soquetes.

10.1.3 Arames Rompidos

A ruptura de arames, geralmente ocorre por abrasão, fadiga por flexão ou amassamentos gerado por uso indevido ou acidente durante o funcionamento do cabo, podendo ocorrer tanto nos arames internos como externos. Dentro do possível é importante que, durante a inspeção os arames rompidos sejam retirados do cabo com um alicate, figura 27.

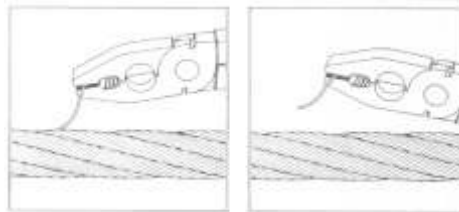


Figura 27 – Arames rompidos

Os arames internos mantêm contato internamente na perna e na alma, já os arames externos mantêm contato nas regiões de contato entre pernas ou entre a perna e a alma. Dois tipos de quebras devem ser analisadas, conforme figura 28:

- Quebra de topo, onde as rupturas dos arames são notadas no topo da perna.
- Quebra no vale, localizada na região entre pernas.

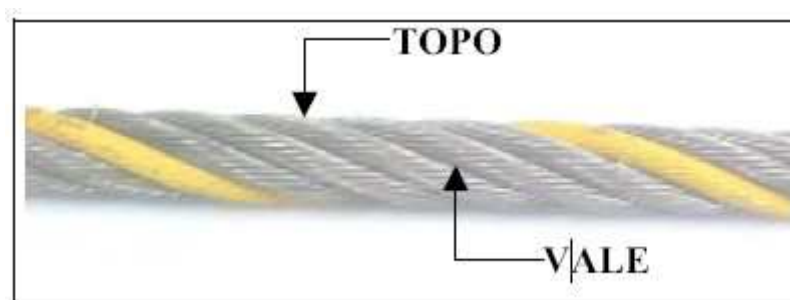


Figura 28 – Tipos de quebra

A ruptura de arames no vale deve ser tratada com muito cuidado, pois, a mesma é gerada através do “nicking” formado pelo atrito entre pernas. Figura 29.

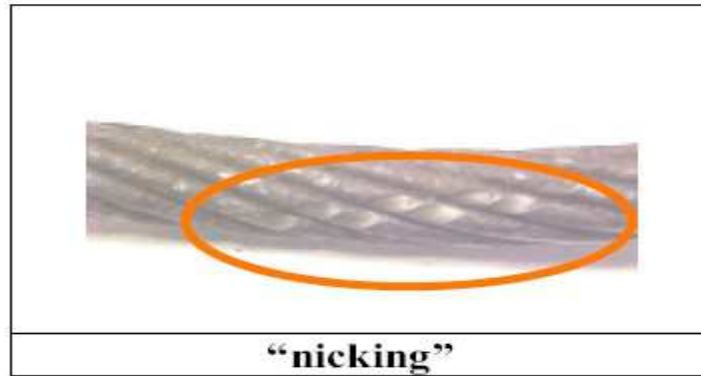


Figura 29 – Ruptura de arames

Geralmente, quando detectado um rompimento de arames no vale, certamente outros estarão rompidos ou na eminência de se romper. Atenção especial deve ser dada à alguns pontos críticos, como por exemplo na base de terminais pois, é muito difícil visualizar as quebras neste pontos.

Quando verificado 2 arames rompidos nesta região recomenda-se a substituição do mesmo ou que seja resoquetado. A resoquetagem não deve ser feita se o encurtamento do cabo prejudicar a sua operação.

Geralmente a ruptura dos arames externos dá-se no topo do cabo de aço sendo gerados por desgaste abrasivo, fadiga por flexão ou mesmo amassamentos. Algumas normas, como por exemplo a NBR ISO 4309, apresentam fórmulas complexas para a determinação do número máximo de arames rompidos, mesmo assim podem ser usadas. A tabela 3, abaixo, sugere-se o critério de determinação de fios rompidos segundo normas ASME. A quantidade de arames rompidos deve ser verificada no comprimento de um passo.

Tabela 3 – Critério de fios rompidos

CRITÉRIO DE FIOS ROMPIDOS PARA CABOS CONVENCIONAIS		
CLASSE (classificação)	Fios rompidos aleatoriamente em 1 passo	Fios rompidos na perna em 1 passo
6x19	6	3
6x37	12	4

Tabela baseada nas normas ASME B30.2 e B.30.5

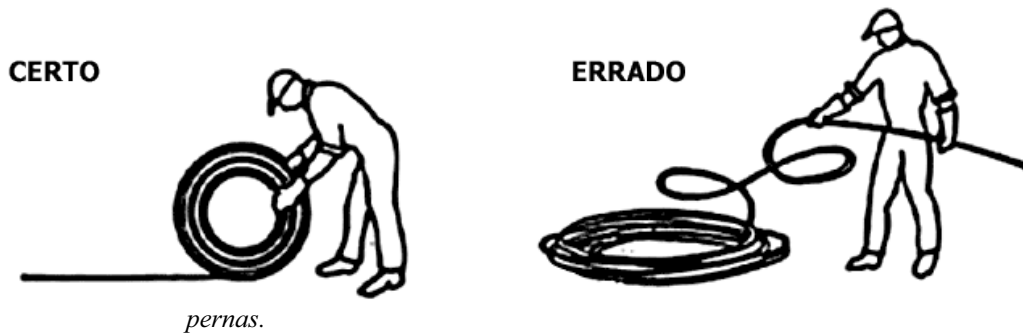
A tabela 4 apresenta o mesmo critério para cabos elevadores.

Tabela 4 – Critério de fios rompidos para cabos de elevadores

CRITÉRIO DE FIOS ROMPIDOS PARA CABOS ELEVADORES		
CASO	Máquina de acionamento por Tração	Máquina de acionamento por tambor
	CABOS 8X19	
1	32	15
2	10	8

CASO 1: Arames rompidos aleatoriamente dentro de um passo.

CASO 2: Arames rompidos predominantes em 1 ou 2



10.1.4 Danos por Temperatura

Se durante a inspeção, for detectado alguma evidência de dano por alta temperatura o cabo deverá ser substituído. Cabos expostos a altas temperaturas (acima de 300 °C, podem apresentar redução em sua capacidade de carga. Estes danos poderão ser verificados através da aparência do lubrificante (borra) ou mesmo pela alteração de cor dos arames na região afetada.

10.1.5 Danos por Distorção

Esses danos normalmente provêm do manuseio incorreto do cabo de aço. Por isso os seguintes cuidados com o manuseio devem ser observados: o cabo de aço deve ser enrolado e desenrolado corretamente (figura 30), a fim de não ser estragado facilmente por deformações permanentes e formação de nós fechados (figura 31). Se o cabo for manuseado de forma errada (figura 30), ou seja, enrolado ou desenrolado sem girar o rolo ou o carretel, o cabo ficará torcido e formará laço. Com o laço fechado (figura 32, posição 2), o cabo já estará estragado e precisará ser substituído ou cortado no local.

***Importante:** mesmo que um nó esteja aparentemente endireitado, o cabo nunca pode render serviço máximo, conforme a capacidade garantida. O uso de um cabo com este defeito torna-se perigoso, podendo causar graves acidentes.

Figura 30 – Como trabalhar com o cabo de aço

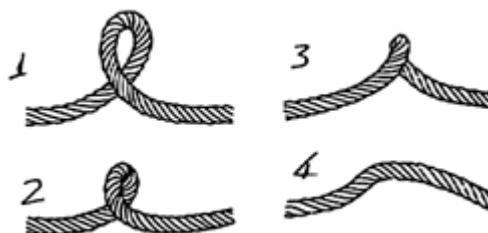


Figura 31 – Exemplo de defeitos provenientes do manuseio

10.1.6 Exemplos de outros danos comuns

Gaiola de passarinho – É provocada pelo choque de alívio de tensão, ou seja, quando a tensão, provavelmente excessiva, tenha sido aliviada instantaneamente. Figura 32.



Figura 32 – defeito “gaiola de passarinho”

Cabo amassado – trata-se provavelmente, de cruzamento de cabos sobre o tambor ou de subida dos cabos sobre a quina da canaleta. Evita-se esse problema mantendo o cabo esticado e um enrolamento ordenado do cabo no tambor. Figura 34.

Alma Saltada – Gerada por alívio repentino de pressão – figura 33



Figura 33 – alma saltada

Rompimento - Cabo de aço que trabalhou fora da polia.
Pode-se perceber duas características de rupturas nos arames: amassamento e sobrecarga.



Figura 34 – Cabo amassado

Rabo de Porco – Gerado pelo trabalho do cabo em diâmetros pequenos. Figura 35.



Figura 35 – Rabo de porco

Perna de Cachorro – Gerado durante o manuseio do cabo. Figura 36.



Figura 36 – Perna de cachorro

Quebra de fios externos, Figura 37, pode ser causado por:

- Diâmetro da polia ou tambor excessivamente pequeno ou mudança freqüente de direção.
- Corrosão;
- Abrasão não uniforme;
- Excesso de tempo de trabalho do cabo



Figura 37 – Quebra de fios externos

Ondulação – Trata-se de deslizamento de uma ou mais pernas devido à fixação imprópria ou devido a rompimento da alma.

Deterioração da alma – Trata-se de falta de lubrificação. Dependendo do tipo de alma, esta pode fragmentar-se quando resseca, ou pode apodrecer com umidade ou penetração de líquidos corrosivos.

Redução de secção de fios externos – O cabo deve ser substituído quando atingir a porcentagem determinada pelo fornecedor da máquina.

Esmagamento – Dano geralmente causado pelo enrolamento desordenado de cabos no tambor ou mesmo pelo incorreto ângulo formado entre a polia de desvio e o tambor. Figura 38.



Figura 38 – enrolamento desordenado

10.2 Cuidados

1. Mantê-lo: afastado de produtos químicos nocivos (ácidos), abrasivos e cantos afiados.
2. Armazená-lo: em local seco, por meio de carretel, para fácil manuseio, sem torção estrutural.

3. Olhal com grampos: os cabos de aço poderão ter olhal confeccionado com grampos de aço galvanizado (fig.7), conforme tabela abaixo:

Para cabo de aço com diâmetro de 4,8 mm, usa-se 3 grampos 3/16” com espaçamento entre si de 29 mm.

Para cabo de aço com diâmetro de 8 mm, usa-se 3 grampos 5/16” com espaçamento entre si de 48 mm.

Importante: os grampos devem ser montados de maneira correta e reapertados após o início de uso do cabo de aço. Figura 39.

A B C

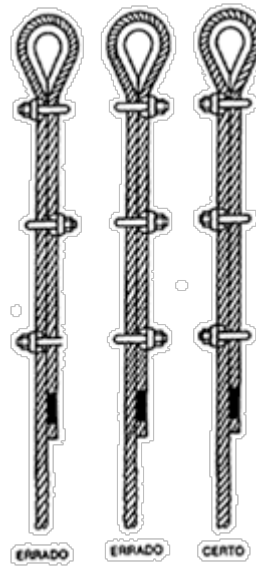


Figura 39 – colocação de grampos

Além dos cuidados de instalação que visam, principalmente, evitar o aparecimento do nó, que limita o aproveitamento do cabo, devem-se ainda tomar os seguintes cuidados:

Não deixar que o cabo se encoste à lateral da polia, no chão ou nos obstáculos ao longo do seu caminho.

Evitar arrancadas ou mudanças bruscas de direção.

Aplicar suavemente as forças.

Permitir que o cabo esteja bem esticado antes de levantar o peso.

Manter o cabo sempre limpo. As partículas abrasivas são particularmente nocivas.

Manter o cabo sempre lubrificado. A lubrificação do cabo deve ser incluída na ficha de lubrificação da máquina.

Os cabos devem ser inspecionados periodicamente, conforme as recomendações do fabricante da máquina. Nessa inspeção, devem ser observados:

Não se descuidar das argolas, pinos, etc. em caso de desgaste acima do indicado pelo manual de serviço, devem ser trocados ou reconicionados. Na falta de indicação do manual, considerar 10% na perda de secção como valor máximo.

Os canais não devem ser largos demais para que o cabo tenha apoio nas laterais e não deforme.

O material deve ser resistente tanto à abrasão quanto à fluência (escoamento), a fim de não se desgastar nem se deformar facilmente.

Capítulo 2 – Elevadores para a Construção Civil

1. Introdução

Nos últimos dez anos, a qualidade dos elevadores de obra deu um salto. Uma NR-18 mais exigente e a evolução tecnológica que permitiu o surgimento do modelo de cremalheira melhoraram a segurança nos canteiros e tornaram o transporte vertical mais produtivo.

Apesar de tanta evolução, ainda falta o mais importante: a conscientização do setor. Imprudência e descaso tanto do lado do fornecedor quanto do construtor ainda imperam em muitos canteiros. Se, de um lado, há obras modernas, em que itens de segurança são levados a sério, ainda nos deparamos com torres de madeira o que, apesar de ser aceito pela norma, é considerado ultrapassado.

As responsabilidades, se encontradas inadequações, são do construtor. Por isso, é importante contratar bons fornecedores e saber o que exigir na hora de locar o equipamento um check list, com verificação de todos os itens de segurança é essencial. E, claro, saber comparar produtos, pois ainda existem empresas que oferecem elevadores sem manutenção ou, até mesmo, montados com sucata.

Para garantir o funcionamento perfeito, deve-se realizar um plano de manutenção. Todos os dias, antes de começarem as operações, há uma verificação geral, feita pelo operador. E, uma vez por semana, o engenheiro da obra deve fazer uma inspeção mais detalhada.

Por isso, além do cuidado na especificação e locação do equipamento, é importante conscientizar os operários por meio de treinamento e fiscalização. Falta, muitas vezes, um controle maior da empresa, que deveria colocar regras a serem cumpridas, relata Regina Zanella, engenheira de segurança do SindusCon-SP. Os operadores, por exemplo, têm de ter registro em carteira como guincheiro e passar por treinamento específico.

Tradicionalmente, o sistema a cabo é o mais utilizado, o que não significa que seja o melhor. A grande vantagem do elevador a cabo, e o que faz com que muitos construtores ainda o escolham, é o custo imediato menor do que o de cremalheira.

Mas fazer a escolha com base no preço de locação ou de compra é uma maneira simplista de especificar. É preciso levar em conta itens como produtividade, segurança, rapidez na montagem e flexibilidade do equipamento. A produtividade do cremalheira, por exemplo, pode ser maior, já que o operador fica na cabina e acompanha a carga. Assim, ajuda a descarregar e, mais do que isso, sabe onde deve parar. Às vezes tem alguém esperando para colocar uma carga e, se não chamou, o elevador a cabo passa direto. Já o operador na cabina decide onde vai parar, o que aumenta a produtividade, apesar de a velocidade, em geral, ser menor, argumenta Luiz Henrique Ceotto, engenheiro de obras da InPar.

A segurança do elevador de cremalheira também é maior, garantem alguns especialistas. A estrutura externa, por exemplo, pode ser alvo de acidentes: se produtos transportados na cabina se engancharem na tubulação, corre-se o risco de a torre tombar. Além disso, os pontos de ligação com a fachada são menores, o que facilita a finalização do revestimento.

2. Recomendações Técnicas

2.1 Local

O local de instalação do elevador auxilia na produtividade da obra. O projeto de transporte de carga tem de ser feito na implantação do canteiro, levando-se em conta, por exemplo, os materiais que serão movimentados verticalmente e o cronograma de execução da fachada. Aspectos como a proximidade dos estoques e do local de recebimento de materiais e boa centralização para a distribuição nos andares servidos também devem ser observados.

Na escolha do transporte, deve-se fazer um cálculo de demanda, com cronograma físico e necessidade de insumos em cada etapa. Nos momentos críticos, avalia-se se será necessário mais do que um elevador nesses casos, o custo do cremalheira quase se equipara à instalação de dois elevadores a cabo, porque a montagem estrutural é a mesma.

Instalar os elevadores no poço do elevador social é uma opção para não atrapalhar a conclusão da fachada, segundo Ceotto. Quando chegar a hora de instalar o definitivo, monta-se primeiro o de serviço, que será usado no fim da obra como transporte temporário (com todas as proteções necessárias), enquanto o elevador social é montado.

Nos edifícios residenciais, a opção usual é instalar o equipamento nas varandas, para que permaneçam por mais tempo na fachada.

Depois de terminada a obra, o único trabalho é a instalação de guarda-corpos. O que não se pode fazer é abrir buracos na alvenaria, alerta Ceotto.

Algumas precauções na hora de se determinar a localização da torre do elevador:

afastar o máximo possível de redes elétricas energizadas, ou

isolá-las conforme normas específicas da concessionária local;

afastar o mínimo possível da fachada da edificação, considerando as peculiaridades do projeto, como varandas, sacadas e outras.

2.2 Cabos de Tração para Elevadores

Os cabos de aço de tração para elevadores são cabos especiais, fabricados para este fim, e são construídos com a designação 6x19 ou 8x19 Seale. Estes cabos possuem, ainda, uma alma de fibra natural identificada pela sigla AF, ou então, uma alma de aço formada por uma perna identificada como AA. O tipo mais usado é o com alma de fibra natural. Os diâmetros mais comuns em elevadores são os seguintes: 3/8" (9,5 mm), 1/2" (13 mm), 5/8" (16 mm). Diâmetros maiores que estes somente em aplicações especiais.

2.2.1 Limpeza e Lubrificação

Os cabos de aço de tração devem ser mantidos limpos e lubrificados. A alma de fibra natural dos cabos novos vem impregnada de óleo, o que preserva os mesmos durante o período de armazenagem, garante a lubrificação necessária durante certo tempo de funcionamento do elevador e protege contra a corrosão. A manutenção preventiva deverá verificar quando a lubrificação deverá ser renovada.

Cabos de tração limpos e com a lubrificação adequada previnem o desgaste prematuro dos mesmos e dos bornes da polia, evitando gastos significativos com a sua substituição.

Para que a inspeção dos cabos de aço de tração possa ser feita corretamente, é imprescindível que os mesmos estejam limpos, sem borra (mistura de poeira e óleo) e incrustações.

Existem lubrificantes especialmente desenvolvidos para cabos de tração e sua aplicação deverá ser superficial, evitando o excesso que pode causar deslizamento. Os fabricantes dos cabos de tração poderão indicar os lubrificantes adequados e os métodos para a sua aplicação.

A primeira e mais importante consideração a fazer é não utilizar solventes para a limpeza dos cabos de aço. O solvente dilui o lubrificante que está dentro das pernas dos cabos e o lubrificante diluído drena através dos arames e pernas e, durante o funcionamento, escorre e pinga incessantemente. Você tem dois prejuízos: o solvente destrói o lubrificante e o "pinga-aqui-pinga-ali" deixa a casa de máquina totalmente imunda, sem falar em outros eventuais prejuízos se os pingos caírem em rotores, tambor de freio ou componentes elétricos e até em cima da cabina do elevador.

O que é correto fazer é manter um programa regular de limpeza. Os cabos de tração precisam ser limpos por causa da constante formação do pó, fibras, etc. no edifício que são sugados pelo ar em ascensão na caixa do elevador. E, como os cabos normalmente estão úmidos de óleo, é justamente ali que a sujeira vai grudar-se. Quando os cabos são regularmente limpos não é requerido nenhum método pesado de limpeza para tirar a poeira que tiver sido acumulada por alguns meses. Isso também elimina a necessidade de dispor de materiais de consumo para limpeza que são controlados e perigosos. Ao invés disso, uma limpeza leve contínua deve ser feita. Usando

um lubrificador do tipo de mecha com almofada de feltro, coloque a almofada contra os cabos de tração. Quando a sujeira está incrustada e lubrificação não é necessária, escovas de limpeza, como as mostradas na figura 40 abaixo, também podem ser utilizadas. À medida que o elevador funciona, os cabos são limpos. Depois disso, transfira o lubrificador para outra máquina. Um outro método também eficiente é comprimir um pedaço de carpete de fibra natural no topo da máquina e, então, os cabos de tração serão limpos enquanto se movimentam. Não use carpete sintético porque as suas fibras são não biodegradáveis e pode piorar as coisas. Não deixe o carpete sozinho em contato com os cabos, mas retire-o ao encerrar a limpeza dos cabos. Carpete embebido em óleo pode ser um perigo potencial para um incêndio.



Figura 40 - Escova de limpeza utilizadas em caso de sujeira incrustada.

Se, por acaso, os cabos de tração forem excessivamente lubrificados, os métodos acima também podem ser usados para remover o excesso de lubrificante.

A frequência de limpeza dos cabos de tração, assim como a lubrificação, deve ser determinada pelo pessoal da conservadora. E, para saber se a limpeza está sendo feita regularmente, ao supervisor dos serviços basta dar uma olhadinha nos cabos de tração. Se eles estiverem cobertos por uma poeira aveludada, puxe a orelha do pessoal da manutenção, pois faz muito tempo que não são limpos. Se, de outro modo, os cabos estiverem com uma aparência de que estão envolvidos por uma mangueira preta, puxe também a orelha do pessoal da manutenção, pois os cabos estão super-lubrificados e sujos (ver figura 41).



Figura 41 - Cabos de aço com o conhecido “tubo preto”. Excessivamente lubrificados e sujos.

2.2.2 Tensão dos Cabos

A regulagem da tensão dos cabos de tração é muito importante para que seja obtida uma maior durabilidade dos cabos e da polia, uma melhora na qualidade de deslocamento (viagem do elevador), atendendo os fatores de segurança e reduzindo custos.

Durante a instalação, os cabos de tração precisam ser ajustados de forma que a carga total seja dividida igualmente para cada cabo. Havendo variação na tensão dos cabos, é óbvio que a durabilidade ideal não será alcançada, assim como uns cabos irão trabalhar mais que outros, e que os cabos sob maior carga irão se danificar por causa do coeficiente de fadiga e diminuição de diâmetro. Porém, devido à ação diferencial e à patinação (deslizamento) que ocorre durante o

funcionamento, os cabos sob a menor carga irão se desgastar também, ocorrendo então, diminuição de diâmetro, esmerilhamento e quebra de fios.

A regulagem incorreta da tensão, não só reduz a durabilidade, como também causa um desgaste desigual nos gornes da polia de tração, implicando muitas das vezes em substituição da mesma. Implica ainda no surgimento de trepidação e vibração que são transmitidas à máquina de tração e à cabina do elevador. Se a equalização de tensão não for feita corretamente, o desgaste nos cabos e na polia de tração irá se agravando progressivamente. O ajuste da tensão dos cabos somente poderá ser feito, se os gornes da polia tiverem a mesma profundidade e o mesmo perfil. Se houver desgaste nos gornes, a colocação de novos cabos irá apresentar um resultado muito ruim, pois os mesmos terão uma vida útil muito menor do que a projetada. Recomenda-se que a regulagem da tensão seja feita com o uso de uma ferramenta, a chave de torção, também conhecida como torcímeter. A regulagem de tensão é um processo que requer conhecimento e experiência do técnico responsável pelo serviço.

2.2.3 Critérios de Condenação de Cabos de Tração

Existem diversos critérios para a condenação de cabos de aço de tração, como os estabelecidos tanto pelos fabricantes de elevadores quanto de cabos de tração e aqueles definidos pela norma ASME A17.1-1993. Estes últimos também foram adotados pela Instrução de Inspeção emitida pela GEM – órgão da Prefeitura do Rio de Janeiro.

Os critérios para a inspeção de cabos de tração recomendam que a análise seja feita pelo número de fios partidos no comprimento de um passo. (já definido anteriormente). Para determinar o comprimento do passo de um cabo, basta multiplicar o seu diâmetro por 6,5. Assim sendo, num cabo de 1/2", o passo será de 84 mm, e num de 5/8", o passo será de 104 mm.

O cabo de tração será condenado por quebra de fios num passo, no seu pior trecho:

Quando os fios partidos estiverem igualmente distribuídos ao longo das pernas (tranças) e excederem os valores mostrados na coluna A da tabela nº 5.

Quando a distribuição dos fios partidos for desigual e os fios partidos predominarem em uma ou duas pernas (tranças) e excederem os valores mostrados na coluna B da tabela nº 1.

Quando quatro ou cinco fios vizinhos estiverem quebrados através de qualquer perna (trança) e excederem os valores mostrados na coluna C da tabela nº 1.

TABELA 5 – quantidade de fios quebrados num passo

Tipo de Cabo	A	B	C
6 x 19	24 – 30	8 – 12	12 - 20
8 x 19	32 -40	10 -16	16 - 24

O serviço de inspeção poderá detectar outras anormalidades que deverão ser levadas em conta para se chegar a um diagnóstico de condenação:

Se o serviço de inspeção constatar qualquer condição desfavorável, tais como, corrosão (poeira vermelha), excessivo desgaste (esmerilhamento) nos fios individuais das pernas, gornes da polia de tração com desgaste, etc..., o critério será a redução de 50% nos valores indicados na tabela nº 1.

Aparecer corrosão acentuada de dentro do cabo para fora.

Quando o diâmetro nominal dos cabos for reduzido em mais de 5%.

Quando aparecerem quaisquer distorções nos cabos, tais como, dobra, amassamento ou “gaiola de passarinho”, dentre as no capítulo de cabos de aço.

Quando aparecerem quebras (fios partidos) nas depressões (vales) entre as pernas dos cabos, pois é indicação da existência de quebras internas (anomalia pouco freqüente).

Observa-se, também, que mesmo havendo apenas um cabo danificado, todo o conjunto de cabos deverá ser substituído. O cabo novo sofrerá dilatação, ficando desigual em relação aos demais que já estão desgastados e com fadiga.

Finalmente, chama-se a atenção para a correta montagem dos cabos, citada no capítulo 1 seção 7, a qual deve ser feita com braçadeiras (clipes, grampos) do tipo pesado e devem ser aplicadas de maneira que as porcas de fixação devam ficar no lado da ponta do cabo não cortado. É importante não esmagar o cabo com a braçadeira, mantendo um torque de aperto das porcas da mesma em 52 N.m. Na ponta do cabo cortado, deverá ser feita uma amarração com arame recozido, de comprimento no mínimo três vezes o diâmetro do cabo. Embora a norma ABNT NM 207 não aborde o tema acima mencionado, a antiga NBR 7192 detalha a montagem dos cabos no seu item A.5.3.

2.3 Torre

Torres de Elevadores são estruturas verticais metálicas ou de madeira (tratada), destinadas a sustentar a cabina, o cabo de tração dos elevadores de obra e servir de guia para seu deslocamento vertical.

Os elementos estruturais componentes da torre quando oxidados, amassados, empenados e deteriorados em sua forma original não podem ser utilizados na sua montagem.

As torres somente devem ser montadas ou desmontadas por trabalhadores qualificados. Para montagem do conjunto, torre e suporte da roldana livre devem ser atendidas as seguintes instruções: Figura 42

- colocar a base da torre sobre a fundação, fazer o nivelamento, instalar sistema de fixação através de chumbadores ou parafusos;
- colocar o suporte da roldana livre (louca) sobre a base estabelecida, fazer o nivelamento e fixar com chumbadores ou parafusos;
- colocar o guincho sobre a base nivelado, alinhado, fixado com chumbadores ou parafusos;

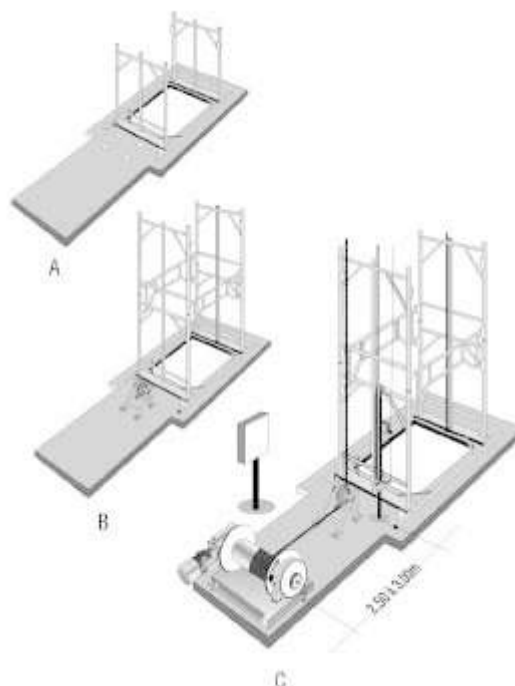


Figura 42 – montagem do elevador

As torres não devem ultrapassar a altura de 6,00m (seis metros), medida a partir da última laje. Na última parada a distância máxima entre viga da cabina e a viga superior, deve ser de 4,00m (quatro metros).

Nas torres montadas externamente a construção, devem ser tomadas as seguintes precauções:

estroncar e amarrar aos montantes anteriores, em todos os pavimentos da estrutura, mantendo-se sempre o prumo da torre;

estaiar os montantes posteriores a estrutura, a cada 6,00m (seis metros) (dois pavimentos), usando-se para isso, cabo de aço de diâmetro (mínimo) de 9,5 mm, com esticador;

As torres deverão estar devidamente ancoradas e estaiadas a espaços regulares, de modo que fiquem asseguradas a rigidez, retilinidade, verticalidade e estabilidade exigidas e especificadas pelo fabricante.

No estaiamento dos montantes posteriores o ângulo do cabo de aço em relação a edificação deve ser de 45° (quarenta e cinco graus). Figura 43.

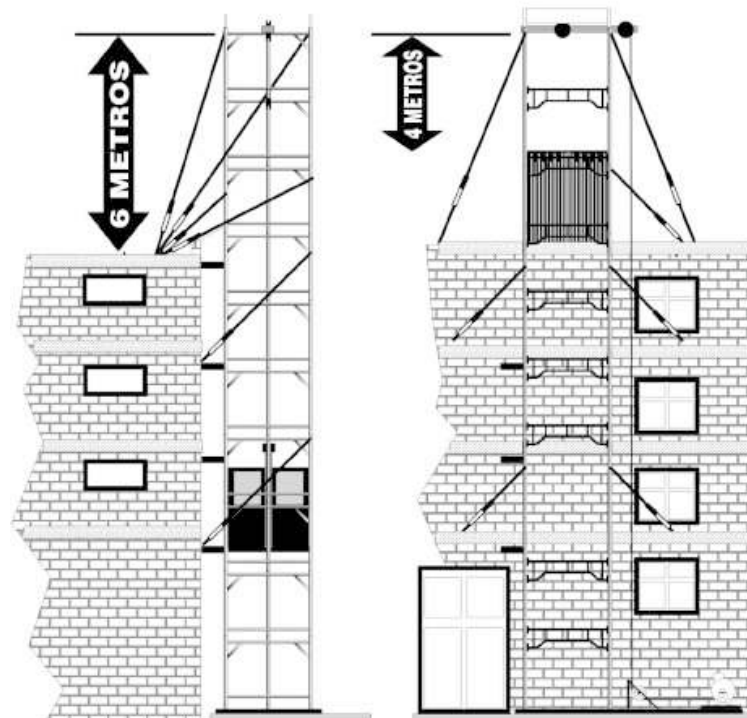


Figura 43 – fixação da torre

As torres devem ser revestidas com telas de arame galvanizado nas faces laterais e posterior, para proteção contra quedas de materiais quando a cabina não for fechada. A torre do elevador deve ser dotada de dispositivo de segurança tipo cancela ou barreira, e sinalização, de forma a impedir a circulação de trabalhadores através da mesma.

Nas torres montadas internamente à construção, normalmente entre os pavimentos térreo e pilotis elevado, devem ser tomada as seguintes precauções:

proteger o cabo de tração (externo a torre) contra o contato acidental de pessoas e materiais;
evitar que o cabo de tração sofra atrito com a estrutura da edificação.

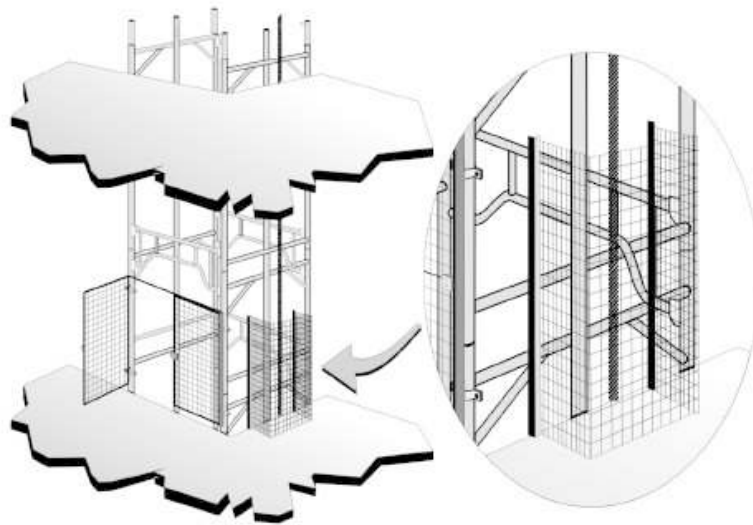


Figura 44 – instalação de elevadores de obra

Deve ser obrigatoriamente colocada, em todos os acessos das entradas na torre, uma barreira (cancela) que tenha no mínimo 1,80m (um metro e oitenta de altura) da mesma para bloquear o acesso accidental dos trabalhadores, figura 44. A referida cancela deve dispor de dispositivo de segurança que impeça a abertura da mesma quando o elevador não estiver no pavimento. Figura 45.

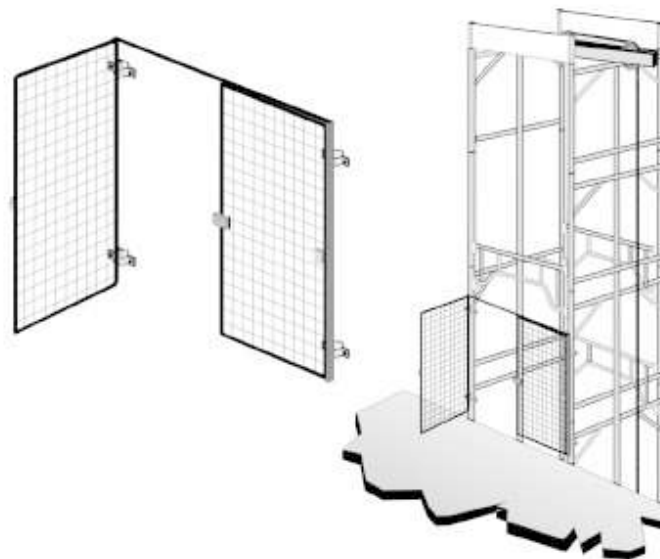


Figura 45 – acesso aos elevadores

2.4 Cabinas

2.4.1 Cabinas Semi-Fechadas

As cabinas Semi-Fechadas, figura 46, devem ser usadas exclusivamente para o transporte de cargas. Elas devem ter uma cobertura, basculável ou de encaixe, de maneira a permitir o transporte de peças compridas. Esta cobertura tem por finalidade proteger os trabalhadores que estejam carregando e descarregando a prancha, de qualquer material que possa cair sobre os mesmos.

Peças com mais de 2,00m (dois metros) de comprimento devem ser firmemente fixadas na estrutura da cabina.

As cabinas dos elevadores de materiais devem ser providos, nas laterais, de painéis fixos de contenção com altura mínima de 1,00m (um metro) e, nas demais faces, de portas ou painéis removíveis. O assoalho da cabina deve ser de material que resista as cargas a serem transportadas.

Os elevadores de materiais devem dispor de:

- a) trava de segurança para mantê-lo parado em altura, além do freio do motor;
- b) interruptor de corrente para que só se movimente com portas ou painéis fechados;
- c) sistema de frenagem automática
- d) sistema de comunicação eficiente e seguro

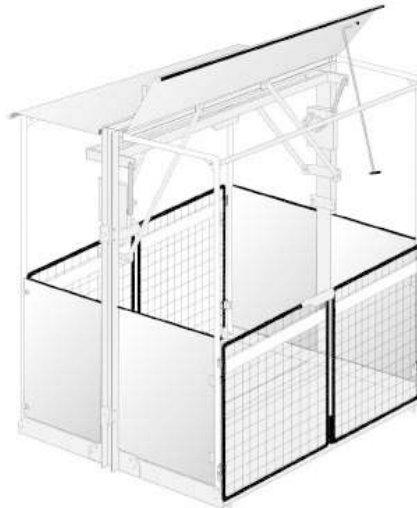


Figura 46 – elevador de obra - cabine

2.4.2 Cabinas Fechadas

A cabina fechada, figura 47, é utilizada para o transporte de pessoas e materiais. A cabina fechada para transporte de passageiros, deve ser provida de:

- cobertura resistente
- proteções laterais do piso ao teto da cabina
- portas frontais, pantográficas ou de correr
- placas de advertência (peso/quantidade de pessoas)
- sinalização luminosa de indicação de pavimentos.

Os elevadores de passageiros devem dispor de:

- a) freio mecânico (manual) situado no interior elevador, conjugado com interruptor de corrente.
- b) interruptor nos fins de curso superior e inferior, conjugado com freio eletromagnético;
- c) sistema de frenagem automática, a ser acionado em caso de ruptura do cabo de tração.
- d) sistema de segurança eletromecânico no limite superior a 2,00m (dois metros) abaixo da viga superior da torre;
- e) interruptor de corrente, para que se movimente apenas com as portas fechadas;
- f) cabina metálica com porta pantográfica ou de correr
- g) sistema de comunicação eficiente e seguro.



Figura 47 – cabine fechada

2.5 Terreno e Base

O terreno para a base da torre e guincho, deve ser plano, não alagadiço e ter resistência suficiente para absorver os esforços solicitados ou preparado para tal fim.

A base quando de concreto, deverá ter no mínimo 15 (quinze) centímetros acima do nível do terreno, dotada de drenos, a fim de permitir o escoamento da água acumulada no seu interior.

Sobre a base deve-se colocar material para amortecer impactos imprevistos da cabina.

2.6 Guinchos

Em qualquer posição de parada do elevador, o cabo de tração do guincho deve ter no mínimo 6 (seis) voltas enroladas no tambor, e sua extremidade fixada por um clipe tipo pesado. Figura 48.

A capacidade de tração (carga máxima) de um guincho deve constar de uma plaqueta, mantida permanentemente fixada na prancha ou cabina do elevador.

Quando o guincho não for instalado sob laje, mas próximo à edificação, deve-se construir uma cobertura resistente, para a proteção do operador, contra a queda de materiais.

O posto de trabalho do operador do guincho deve ser isolado, sinalizado, dispor de extintor de incêndio de pó químico, e o acesso de pessoas não autorizadas deve ser proibido.

Não é permitido usar o posto de trabalho do guincheiro como depósito de materiais.

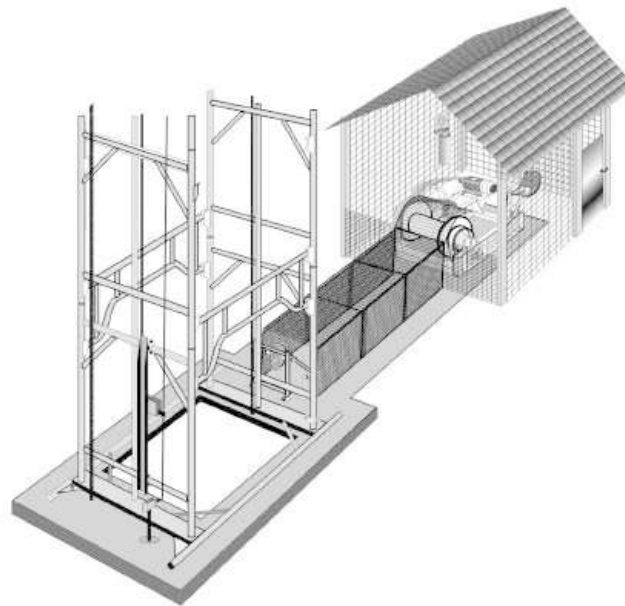


Figura 48 – guincho para elevadores de obra

Os guinchos devem ter chave de partida com dispositivo de bloqueio, localizada junto ao operador do guincho impossibilitando o acionamento por pessoas não autorizadas. O tambor do guincho, o suporte da roldana livre (louca) e a torre, devem estar nivelados, alinhados e centralizados. A distância entre a roldana livre e o tambor do guincho do elevador deve estar compreendida entre 2,50m (dois metros e cinqüenta centímetros) a 3,00m (três metros), de eixo a eixo. Figura 49.

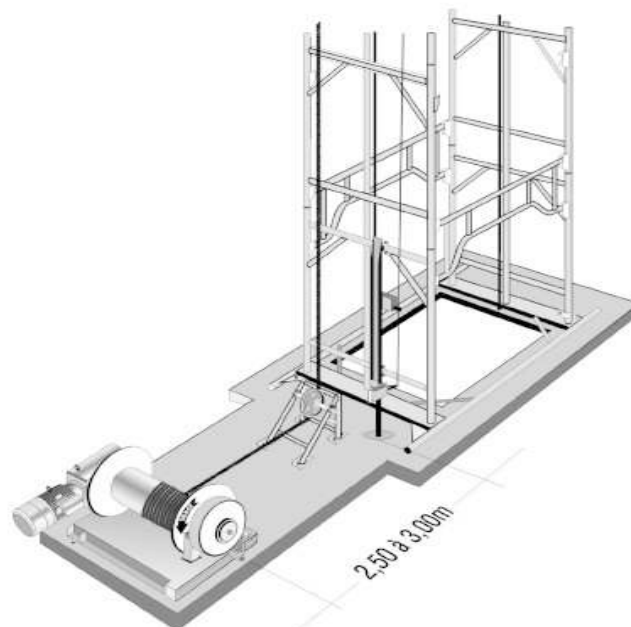


Figura 49 – guincho para elevadores de obra

3. Tipos de Elevadores

3.1 Elevador tipo Caçamba

Os elevadores de caçamba basculante são utilizados apenas para o transporte de material a granel, particularmente, concreto e argamassa. A caçamba basculante substitui a plataforma de um

elevador de carga, permanecendo as demais peças da cabina, inclusive o freio automático. Figura 50.

A caçamba basculante é dotada de um dispositivo de descarga, que entra em funcionamento automaticamente, em altura pré-determinada, ao chocar-se contra a viga de esbarro, em torno da qual bascula a caçamba. Esta viga é fixada na torre do elevador por meio de braçadeiras, na altura em que se deseje a basculagem da caçamba.

A caçamba pára em posição de descarga e, em seguida, quando desce o elevador, ela bascula ao redor da viga de esbarro, em sentido contrário, voltando automaticamente a sua posição de equilíbrio. Uma caçamba basculante é composta de: uma caçamba, seu quadro suporte, dispositivo de descarga e uma viga de esbarro. Na montagem da caçamba basculante é importante verificar se a viga de esbarro foi montada na torre, na altura certa em que a caçamba deve bascular.

O ajuste do braço de acionamento é feito após a montagem da viga de esbarro, de acordo com as instruções do fabricante. Sempre que se modificar a posição da viga de esbarro deve ser feito o ajuste do braço.

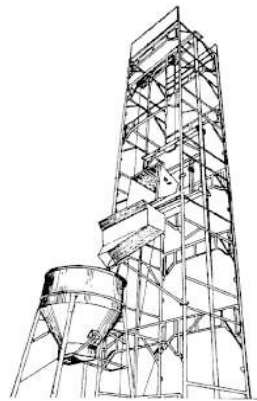


Figura 50 - Elevador tipo caçamba com dosador e silo

3.2 Elevadores de Cremalheira

Elevadores de carga e passageiros pelo sistema de cremalheira são destinados ao transporte misto de cargas e passageiros, em compartimentos separados, desde de que, o limite máximo de peso especificado pelo fabricante seja rigorosamente obedecido. Figura 51.



Figura 51– Cabina do elevador de passageiros

O fabricante e/ou prestador de assistência técnica do elevador deverá fornecer ao cliente, Manual Técnico completo, quanto as especificações técnicas e de procedimentos de segurança sobre: a fabricação, a montagem, a desmontagem, a manutenção e a operação do equipamento.

A empresa usuária, deverá observar e seguir as orientações técnicas dadas pelos fabricante e/ou prestador de serviço de assistência técnica. Figura 52.

A montagem, a desmontagem e a manutenção do elevador deve ser supervisionado por profissional legalmente habilitado e executado por profissional devidamente qualificado.

O elevador deve ser operado por trabalhador comprovadamente qualificado para essa função.

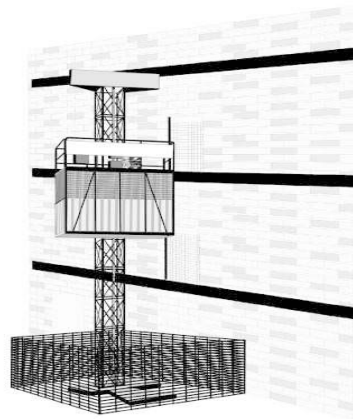


Figura 52 - Elevador de Cremalheira

3.2.1 Elementos

Cremalheira: Instalada no modulo da torre, trata-se de uma peça fundamental na estrutura do elevador, responsável pelo tracionamento da cabina junto com a motorização. Figura 53.



Figura 53 – cremalheira

Conjunto Motorização: É instalado sobre o teto da cabina, e responsável pelo movimento vertical (descida e subida) do elevador, o conjunto é composto por dois Motores SEW e dois freios tipo eletromagnético SEW (Freio de trabalho do elevador), figura 54.



Figura 54 – motorização do elevador



Figura 55 – Quadro de comando

Quadro de Comando: É a parte pensante do elevador, pois no interior do quadro possui uma célula (Mini CLP) que interpreta e realiza todos os comandos solicitados pelo usuário. Figura 55.



Figura 56 – freio de emergência

Freio de Emergência: Freio totalmente mecânico, atua de forma centrífuga e é acionado quando o elevador ultrapassar a velocidade pré-estabelecida para funcionamento. Os freios devem ser testados antes da instalação. Figura 56.



Figura 57 – Botoeira da cabina

Botoeira da Cabina: Através dela é possível operar a Cabina do elevador, seja para subida, descida, nivelamento de andar e em caso de emergência a paralisação total da cabina. Figura 58.

Cabina: É o conjunto principal do elevador, que nela se inclui o Piso, Laterais, Teto, Motorização, Freio e Outros. Figura 51.

Auto-Transformador: Utilizado para adequar à tensão da obra a tensão utilizada pelo elevador.



Figura 58 – cancela de pavimento

Cancela de Pavimento: É instalada em cada pavimento para evitar que seja acessado o Elevador sem que o mesmo esteja devidamente parado no andar, possui também uma botoeira que permite a chamada do elevador quando necessário. Figura 58.



Figura 59 - Gravata

Gravata: São utilizadas para realizar o travamento da torre do elevador com o prédio, possui ainda a função de realizar o alinhamento da torre no momento de ascensão. Figura 59.



Figura 60 – Módulo da estrutura.

Modulo: Estrutura treliçada da torre que permite a sustentação e ascensão do elevador. Figura 60.

Placa de Identificação: É fixada na lateral da cabine, informa todas as especificações técnicas do elevador.

3.3 Elevadores à Cabo de Aço

O elevador a cabo consiste em uma torre, em cujo interior se move uma cabine, tracionada por um cabo de aço, que se enrola no carretel de um guincho, movido por um motor elétrico. Figura 61.

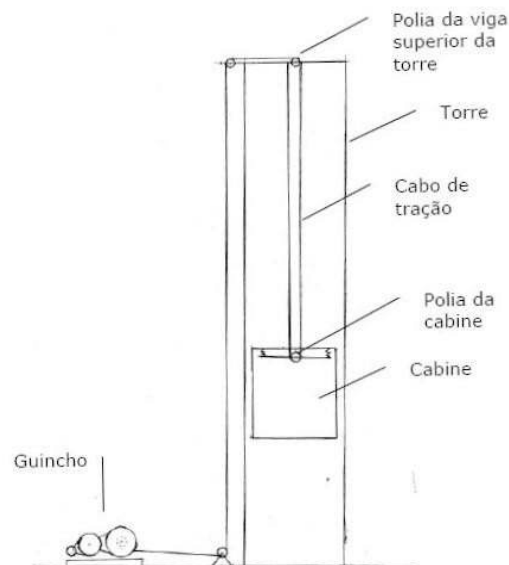


Figura 61 – Elevador a cabo de aço.



Figura 62 – Foto de elevador à cabo de aço

Há um sistema de polias, em que uma fica na cabine e outra, no topo da torre, de forma que o peso da cabine é dividido por dois, diminuindo assim a tensão no cabo e a força a ser feita pelo guincho. Há ainda outras duas polias, com função apenas de mudar a direção do cabo. Figura 62.

O guincho consiste em um carretel, em que é enrolado o cabo, e que é acionado por um motor elétrico. A rotação do motor se transmite ao carretel por intermédio de um sistema de transmissão que pode ser composto por engrenagens e correias.

Nos guinchos de engrenagem, o sistema de transmissão tem uma redução tal que, juntamente com a resistência do motor, se opõe à queda da cabine, de modo que esta só desce se o motor for acionado.

4. Comparação Elevadores Cremalheira X Elevadores a cabo de aço

O quadro 1 a seguir apresenta a comparação entre os dois tipos de elevadores de obra.

Quadro 1 – Comparação entre elevadores de obra

<i>Elevador de cremalheira e pinhão</i>	<i>Elevador a cabo de aço</i>
Alto padrão de segurança Preciso sistema de frenagem; Sem necessidade de interferências na base; Baixa interferência no projeto;	Baixo padrão de segurança Deficiente sistema de frenagem; Necessidade de interferência na base; Alta interferência no projeto;
Baixos custos de instalação; Elevadores projetados para instalações rápidas (1 semana);	Altos custos de instalação; - Instalações demoradas (2 semanas);
Elevador projetado para instalações severas; Desenhado para uso intenso;	Elevador projetado para instalações normais; Desenhado para uso moderado;
Baixos custos de manutenção;	Altos custos de manutenção;
Grande proteção contra corrosão; - Estrutura galvanizada a quente;	Baixa proteção contra corrosão; - Estruturas pintadas;

5. Elevadores de Obra e a NR-18

As normas regulamentadoras constituem um a lista de verificação que determinam as ações da fiscalização das leis do trabalho. Apresentam quais itens as empresas devem atender para *redução dos riscos de trabalho*. Denomina-se NR18 como Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção.

Itens da NR18 que regulamentam os equipamentos da construção civil:

18.14 Movimentação e Transporte de Materiais e Pessoas.

18.14.1 Os equipamentos de transporte vertical de materiais e de pessoas devem ser dimensionados por profissional legalmente habilitado.

18.14.1.1 A montagem e desmontagem devem ser realizadas por trabalhador qualificado.

18.14.1.2 A manutenção deve ser executada por trabalhador qualificado, sob supervisão de profissional legalmente habilitado.

18.14.2 Todos os equipamentos de movimentação e transporte de materiais e pessoas só devem ser operados por trabalhador qualificado, o qual terá sua função anotada em Carteira de Trabalho.

18.14.3 No transporte vertical e horizontal de concreto, argamassas ou outros materiais, é proibida a circulação ou permanência de pessoas sob a área de movimentação da carga, sendo a mesma isolada e sinalizada.

18.14.4 Quando o local de lançamento de concreto não for visível pelo operador do equipamento de transporte ou bomba de concreto, deve ser utilizado um sistema de sinalização,

sonoro ou visual e, quando isso não for possível, deve haver comunicação por telefone ou rádio para determinar o início e o fim do transporte.

18.14.5 No transporte e descarga dos perfis, vigas e elementos estruturais devem ser adotadas medidas preventivas quanto à sinalização e isolamento da área.

18.14.6 Os acessos da obra devem estar desimpedidos, possibilitando a movimentação dos equipamentos de guindar e transportar.

18.14.7 Antes do início dos serviços, os equipamentos de guindar e transportar devem ser vistoriados por trabalhador qualificado, com relação à capacidade de carga, altura de elevação e estado geral do equipamento.

18.14.8 Estruturas ou perfis de grande superfície somente devem ser içados com total precaução contra rajadas de vento.

18.14.9 Todas as manobras de movimentação devem ser executadas por trabalhador qualificado e por meio de código de sinais convencionados.

18.14.10 Devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximo a redes elétricas.

18.14.11 O levantamento manual ou semimecanizado de cargas deve ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força, conforme a NR-17 - Ergonomia.

18.14.12 Os guinchos de coluna ou similar (tipo "velox") devem ser providos de dispositivos próprios para sua fixação.

18.14.13 O tambor do guincho de coluna deve estar nivelado para garantir o enrolamento adequado do cabo.

18.14.14 A distância entre a roldana livre e o tambor do guincho do elevador deve estar compreendido entre 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros) e 3,00m (três metros), de eixo a eixo.

18.14.15 O cabo de aço situado entre o tambor de enrolamento e a roldana livre deve ser isolado por barreira segura, de forma que se evitem a circulação e o contato acidental de trabalhadores com o mesmo.

18.14.16 O guincho do elevador deve ser dotado de chave de partida e bloqueio que impeça o seu acionamento por pessoa não autorizada.

18.14.17 Em qualquer posição do guincho do elevador, o cabo de tração deve dispor, no mínimo, de 6 (seis) voltas enroladas no tambor. 18.14.18 Os elevadores de caçamba devem ser utilizados apenas para o transporte de material a granel.

18.14.19 É proibido o transporte de pessoas por equipamento de guindar. 18.14.20 Os equipamentos de transportes de materiais devem possuir dispositivos que impeçam a descarga acidental do material transportado.

18.14.21 Torres de Elevadores.

18.14.21.1 As torres de elevadores devem ser dimensionadas em função das cargas a que estarão sujeitas.

18.14.21.1.1 Na utilização de torres de madeira devem ser atendidas as seguintes exigências adicionais:

- a) Permanência, na obra, do projeto e da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de projeto e execução da torre.
- b) A madeira deve ser de boa qualidade e tratada.

18.14.21.2 As torres devem ser montadas e desmontadas por trabalhadores qualificados.

18.14.21.3 As torres devem estar afastadas das redes elétricas ou estar isoladas conforme normas específicas da concessionária local.

18.14.21.4 As torres deve ser montada o mais possível da edificação.

18.14.21.5 A base onde se instala a torre e o guincho deve ser única, de concreto, nivelada e rígida.

18.14.21.6 Os elementos estruturais (laterais e contraventos) componentes da torre devem estar em perfeito estado, sem deformações que possam comprometer sua estabilidade.

18.14.21.7 As torres para elevadores de caçamba devem ser dotadas de dispositivos que mantenham a caçamba em equilíbrio.

18.14.21.8 Os parafusos de pressão dos painéis devem ser apertados e os contraventos contrapinados.

18.14.21.9 O estaiamento ou fixação das torres à estrutura da edificação, deve ser a cada laje ou pavimento.

18.14.21.10 A distância entre a viga superior da cabina e o topo da torre, após a última parada, deve ser de 4,00m (quatro metros).

18.14.21.11 As torres devem ter os montantes posteriores estaiados a cada 6,00m (seis metros) por meio de cabos de aço; quando a estrutura for tubular ou rígida, a fixação por meio de cabo de aço é dispensável.

18.14.21.12 O trecho da torre acima da última laje deve ser mantido estaiado pelos montantes posteriores, para evitar o tombamento da torre no sentido, contrário à edificação.

18.14.21.13 As torres montadas externamente às construções devem ser estaiadas através dos montantes posteriores.

18.14.21.14 A torre e o guincho do elevador devem ser aterrados eletricamente.

18.14.21.15 Em todos os acessos de entrada à torre do elevador deve ser instalada uma barreira que tenha, no mínimo 1,80m (um metro e oitenta centímetros) de altura, impedindo que pessoas exponham alguma parte de seu corpo no interior da mesma.

18.14.21.16 A torre do elevador deve ser dotada de proteção e sinalização, de forma a proibir a circulação de trabalhadores através da mesma.

18.14.21.17 As torres de elevadores de materiais devem ter suas faces revestidas com tela de arame galvanizado ou material de resistência e durabilidade equivalentes.

18.14.21.17.1 Nos elevadores de materiais, onde a cabina for fechada por painéis fixos de, no mínimo 2 (dois) metros de altura, e dotada de um único acesso, o entelamento da torre é dispensável.

18.14.21.18 As torres do elevador de material e do elevador de passageiros devem ser equipadas com dispositivo de segurança que impeça a abertura da barreira (cancela), quando o elevador não estiver no nível do pavimento.

18.14.21.19 As rampas de acesso à torre do elevador devem:

a) ser providas de sistema de guarda-corpo e rodapé, conforme subitem 18.13.5.

b) ter pisos de material resistente, sem apresentar aberturas.

c) ser fixadas à estrutura do prédio e da torre.

d) não ter inclinação descendente no sentido da torre.

18.14.21.20 Deve haver altura livre de no mínimo 2,00m (dois metros) sobre a rampa.

18.14.22 Elevadores de Transporte de Materiais.

18.14.22.1 É proibido o transporte de pessoas nos elevadores de materiais.

18.14.22.2 Deve ser fixada uma placa no interior do elevador de material, contendo a indicação de carga máxima e a proibição de transporte de pessoas.

18.14.22.3 O posto de trabalho do guincheiro deve ser isolado, dispor de proteção segura contra queda de materiais, e os assentos utilizados devem atender ao disposto na NR-17 - Ergonomia.

18.14.22.4 Os elevadores de materiais devem dispor de:

a) sistema de frenagem automática.

b) sistema de segurança eletromecânico no limite superior, instalado a 2,00m (dois metros).

- c) abaixo da viga superior da torre.
- d) sistema de trava de segurança para mantê-lo parado em altura além do freio do motor.
- e) interruptor de corrente para que só se movimente com portas ou painéis fechados.

18.14.22.5 Quando houver irregularidades no elevador de materiais quanto ao funcionamento e manutenção do mesmo, estas serão anotadas pelo operador em livro próprio e comunicadas, por escrito, ao responsável pela obra.

18.14.22.6 O elevador deve contar com dispositivo de tração na subida e descida, de modo a impedir a descida da cabina em queda livre (banguela).

18.14.22.7 Os elevadores de materiais devem ser dotados de botão, em cada pavimento, para acionar lâmpada ou campainha junto ao guincheiro, a fim de garantir comunicação única.

18.14.22.8 Os elevadores de materiais devem ser providos, nas laterais, de painéis fixos de contenção com altura em torno de 1,00m (um metro) e, nas demais faces, de portas ou painéis removíveis.

18.14.22.9 Os elevadores de materiais devem ser dotados de cobertura fixa, basculável ou removíveis.

18.14.23 Elevadores de passageiros.

18.14.23.1 Nos edifícios em construção com 12 (doze) ou mais pavimentos, ou altura equivalente é obrigatória à instalação de, pelo menos, um elevador de passageiros, devendo o seu percurso alcançar toda a extensão vertical da obra.

18.14.23.1.1 O elevador de passageiros deve ser instalado, ainda, a partir da 7ª laje dos edifícios em construção com 08 (oito) ou mais pavimentos, ou altura equivalente, cujo canteiro possua, pelo menos, 30 (trinta) trabalhadores.

18.14.23.2 Fica proibido o transporte simultâneo de carga e passageiros no elevador de passageiros.

18.14.23.2.1 Quando ocorrer o transporte de carga, o comando do elevador deve ser externo.

18.14.23.2.2 Em caso de utilização do elevador de passageiros para transporte de cargas ou materiais, não simultâneo, deverá haver sinalização por meio de cartazes em seu interior, onde conste de forma visível, os seguintes dizeres, ou outros que traduzam a mesma mensagem: "É PERMITIDO USO DESTA ELEVADOR PARA TRANSPORTE DE MATERIAL, DESDE QUE NÃO REALIZADO SIMULTÂNEO COM O TRANSPORTE DE PESSOAS".

18.14.23.2.3 Quando o elevador de passageiros for utilizado para o transporte de cargas e materiais, não simultaneamente, e for o único da obra, será instalado a partir do pavimento térreo.

18.14.23.2.4 O transporte de passageiros terá prioridade sobre o de carga ou de materiais.

18.14.23.3 O elevador de passageiros deve dispor de:

a) interruptor nos fins de curso superior e inferior, conjugado com freio automático eletromecânico.

b) sistema de frenagem automática, a ser acionado em caso de ruptura do cabo de tração ou, em outras situações que possam provocar a queda livre da cabina.

c) sistema de segurança eletromecânico situado a 2,00m (dois metros) abaixo da viga superior da torre, ou outro sistema que impeça o choque da cabina com esta viga.

d) interruptor de corrente, para que se movimente apenas com as portas fechadas.

e) cabina metálica com porta.

f) freio manual situado na cabina, interligado ao interruptor de corrente que quando acionado desligue o motor.

18.14.23.4 O elevador de passageiros deve ter um livro de inspeção, no qual o operador anotar, diariamente, as condições de funcionamento e de manutenção do mesmo. Este livro deve ser visto e assinado, semanalmente, pelo responsável pela obra.

18.14.23.5 A cabina do elevador automático de passageiros deve ter iluminação e ventilação natural ou artificial durante o uso e indicação do número máximo de passageiros e peso máximo equivalente (kg).

18.16 Cabos de Aço.

18.16.1 É obrigatórias a observância das condições de utilização, dimensionamento e conservação dos cabos de aço utilizados em obras de construção, conforme o disposto na norma técnica vigente, NBR 6327/83 - Cabo de Aço / Usos Gerais da ABNT.

18.16.2 Os cabos de aço de tração não podem ter emendas nem pernas quebradas que possam vir a comprometer sua segurança; devem ter carga de ruptura equivalente a, no mínimo, a 5 (cinco) vezes a carga de trabalho a que estiver sujeitos e resistência à tração de seus fios de, no mínimo, 160 kgf/mm² (cento e sessenta quilogramas-força por milímetro quadrado).

18.16.3 Os cabos de aço devem ser fixados por meio de dispositivos que impeçam deslizamento e desgaste.

18.16.4 Os cabos de aço devem ser substituídos, quando apresentarem condições que comprometam a sua integridade, em face da utilização a que estiverem submetidos.

6. Referências

<http://www.gulin.com.br/info-04.htm>

http://pinga.eep.br/~fjalmeid/ElMaq/08cabo_de_aco_pb.pdf

http://www.fuertes.com.br/pdfs/cim_btecnico_11.pdf

<http://www.cabopec.com.br/produtos/cabosdeaco/cabos.php>

<http://www.moveconsult.com.br/html/info2.html>

<http://www.scribd.com/doc/3970005/Aula-30-Cabos>

http://www.caetenews.com.br/fec/cfp/mecanica/apostila_manut/cabosdeaco.html

<http://www.ames.eng.br/fundacentro%20apostila%202.pdf>

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=21&Cod=17>

<http://www.cramif.fr/pdf/th4/Salvador/posters/bresil/branchtein.pdf>

<http://www.herculeselevadores.com.br/nr18.htm>

http://www.axionconstrucoes.com.br/arquivos_downloads/reportagens/mecaniza%C3%A7%C3%A3o%20de%20canteiros%20de%20obras.pdf

http://www.ecivilnet.com/artigos/mecanizacao_na_construcao_civil.htm

http://www.ekipateck.com.br/conteudo/conteudo_elevadores.asp

<http://www.avantelevadores.com.br/legisl.htm>

<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/custos-de-locacao-79854-1.asp>

<http://www.rackelevadores.com.br/aplicacao.html>

<http://www.abnt.org.br/cb04/admin/Inspe%C3%A7%C3%A3o%20e%20Ensaio%20-%202012-03-2003.pdf>

<http://www.feticom.com.br/CPR-SP/Propostas%20de%20Altera%20%C3%A7%C3%A3o%20da%20NR%2018%20do%20CPR-SP/Movimenta%20%C3%A7%C3%A3o%20e%20Transporte%20de%20Materiais%20e%20Pessoas.pdf>

http://www.elevadorbrasil.com/mini_sites/conservadoras/links/materias_tecnicas.htm

http://www.axionconstrucoes.com.br/arquivos_downloads/reportagens/elevador%20de%20obra%20e%20gruas.pdf

Central de Cursos

do Brasil 

Av. Floriano Peixoto, 615 - centro - 1 andar - salas 101 e 102

Cep: 38400-102 - Uberlândia/MG - Edifício Floriano Center

Tel. (34) 3255-5060 - Cel (34) 9.9877-7080

www.centraldecursos.com