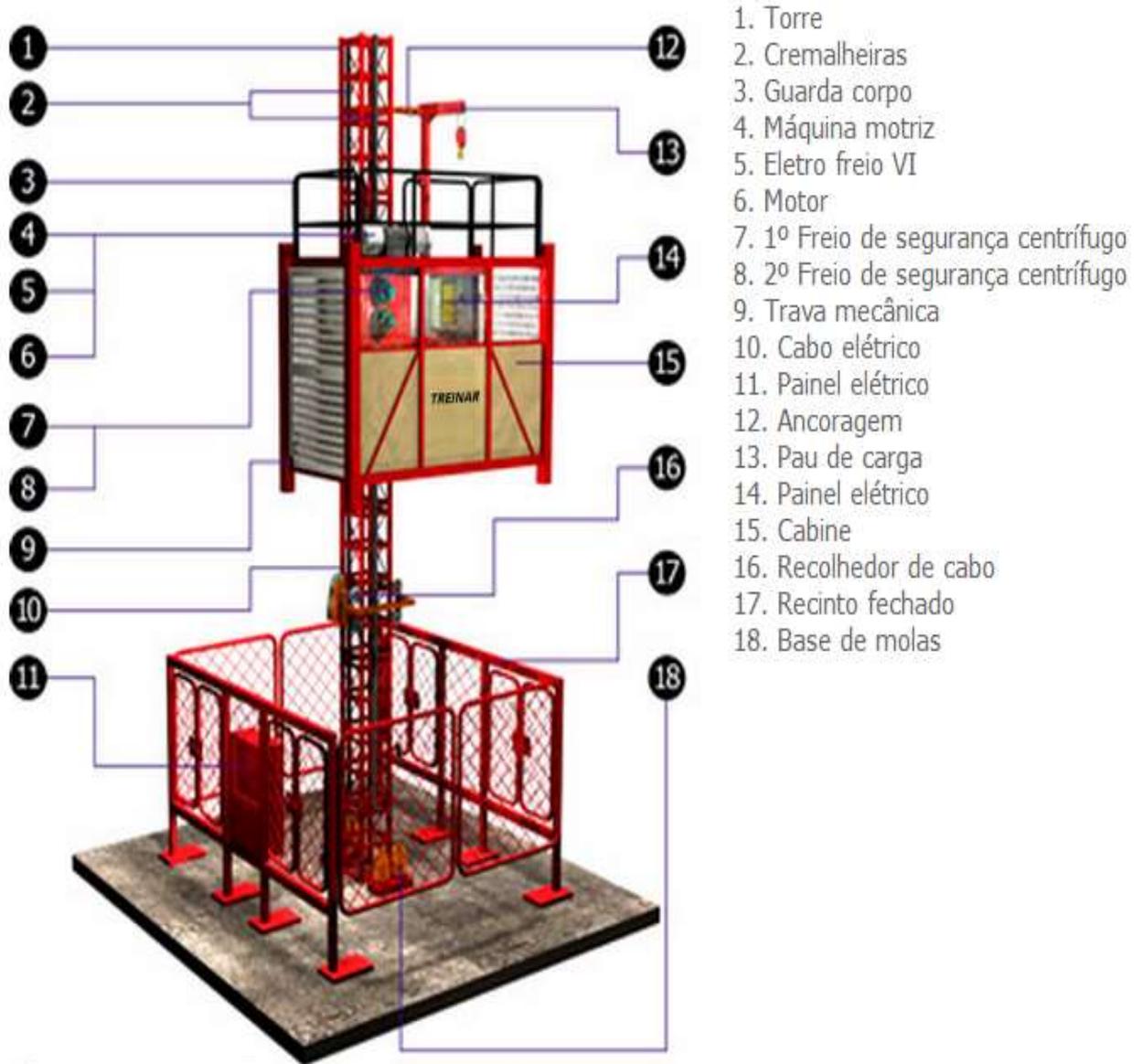


Operador de Elevador de Obra



1. Torre
2. Cremalheiras
3. Guarda corpo
4. Máquina motriz
5. Eletro freio VI
6. Motor
7. 1º Freio de segurança centrífugo
8. 2º Freio de segurança centrífugo
9. Trava mecânica
10. Cabo elétrico
11. Painel elétrico
12. Ancoragem
13. Pau de carga
14. Painel elétrico
15. Cabine
16. Recolhedor de cabo
17. Recinto fechado
18. Base de molas

Sumário

Capítulo 1 – Cabos de Aço.....	4
1. Introdução	4
2 - Cabos de Aço (Este tipo de elevador está proibido!)	5
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
5. Tipos de alma de cabos de aço.....	9
a) Almas de fibra.....	9
b) Almas de aço.....	9
c) Alma de algodão	10
d) Alma de asbesto	10
6. Tipos de torção	10
6.1 Torção regular ou em cruz.....	10
Torção lang ou em paralelo	10
Anti-Giratório.....	11
7. Pré-formação dos cabos de aço.....	11
8. Fixação e união dos cabos de aço	12
Maneiras de fixação da ponta.....	12
9. Dimensionamento	13
Especificação dos cabos	13
Polias e tambores para cabos	14
10. Inspeção e Manutenção dos cabos de aço	15
Critérios de Substituição	16
Redução de Diâmetro	16
Corrosão	16
Arames Rompidos.....	17
Danos por Temperatura	19
Danos por Distorção	19
Exemplos de outros danos comuns	19
Cuidados.....	21
Capítulo 2 – Elevadores para a Construção Civil	22
1. Introdução	22
2. Recomendações Técnicas	23
2.1 Local	23
2.2 Cabos de Tração para Elevadores	24
2.2.1 Limpeza e Lubrificação	24
2.2.2 Tensão dos Cabos	26
2.2.3 Critérios de Condenação de Cabos de Tração	26
2.3 Torre	27
2.4 Cabinas.....	30

2.4.1 Cabinas Semifechadas.....	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.....	33
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.....	39
18.11 Movimentação e transporte de materiais e pessoas (elevadores).....	39
Movimentação de pessoas.....	43

Capítulo 1 – Cabos de Aço

1. Introdução

É proibido o uso de elevadores de cabo de aço, contudo 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 calculado 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 tem 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.

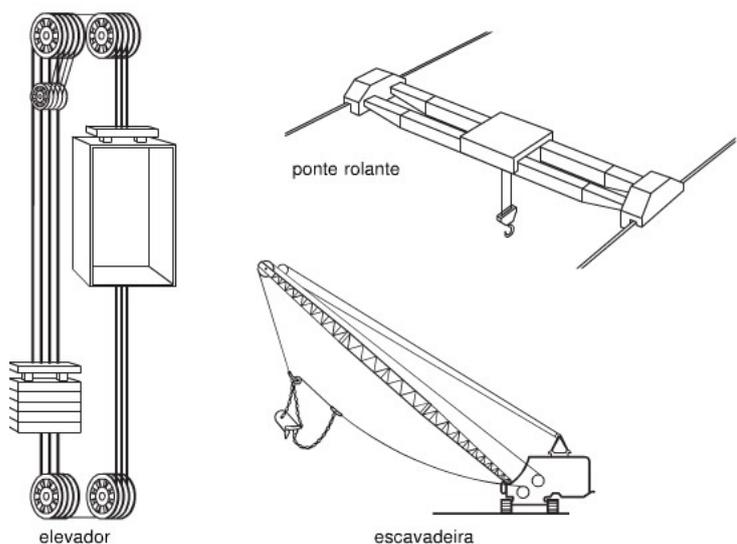
Definido o tipo de sistema de transportes para obras de edificação, onde o principal transporte é o vertical, o seu investimento é diluído de acordo com o volume de obras que a empresa tenha no momento, amortizando o os gastos iniciais.

2 - Cabos de Aço (Este tipo de elevador está proibido!)

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. Os cabos de aço sempre trabalham sob tensão e têm a função de sustentar ou elevar cargas. Os cabos estão sujeitos aos seguintes esforços:

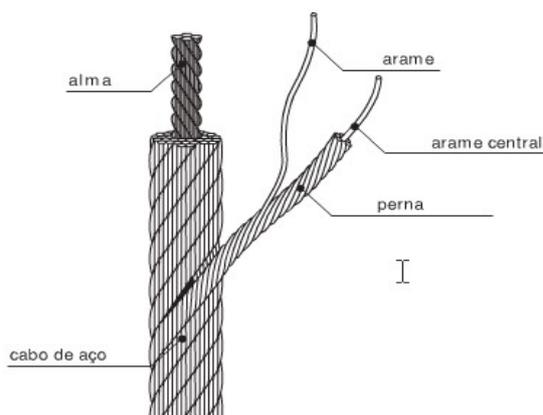
- Cabos de aço que trabalham como sustentação são submetidos a uma solicitação estática, devendo ser dimensionados como elementos estruturais.
- Cabos de aço que se movimentam durante o ciclo de trabalho, sofrem desgaste por atrito e devem ser dimensionados como elementos de máquinas submetidos à fadiga.



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.

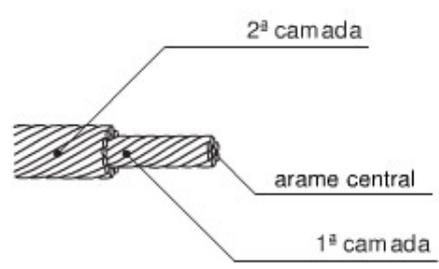


Componentes do cabo de aço

3. Construção de cabos

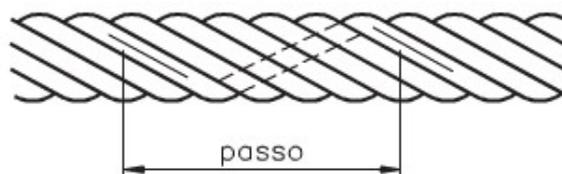
Construção de um cabo de aço é o termo usado para indicar o número de pernas, a quantidade de arames em cada perna, a sua composição e o tipo de alma. As pernas dos cabos podem ser fabricadas em uma, duas ou mais operações, conforme sua composição. Nos primórdios da fabricação de cabos de aço as composições 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) 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.

perna	$\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{a}} \text{ operação (1}^{\text{a}} \text{ camada)} \\ 2^{\text{a}} \text{ operação (2}^{\text{a}} \text{ camada)} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{arame central} \\ \text{arame} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ fio} \\ 6 \text{ fios} \end{array} \right.$
		-----	12 fios
		Total	19 fios



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. 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.

Conceito de passo

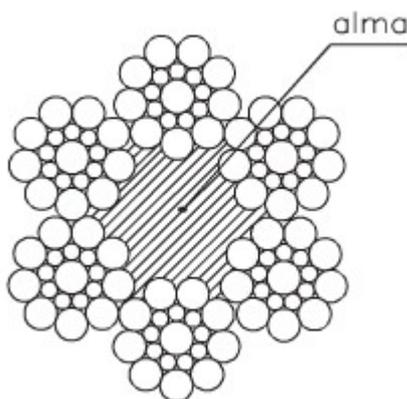
Com o aperfeiçoamento das técnicas de fabricação, foram desenvolvidas máquinas e construções de cabos que nos possibilitam a confecção das pernas em uma única operação, sendo todas as camadas do mesmo passo. Assim surgiram as composições "Seale", "Filler" e "Warrington", formadas de arames de diferentes 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:

Distribuição Seale

As camadas são alternadas em fios grossos e finos.

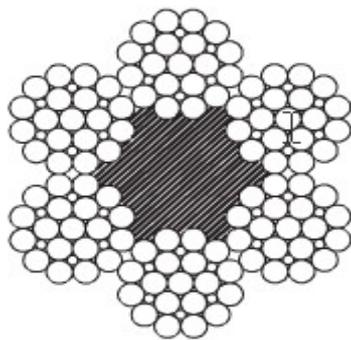


Constituição do cabo de aço "Seale"

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

Distribuição Filler

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



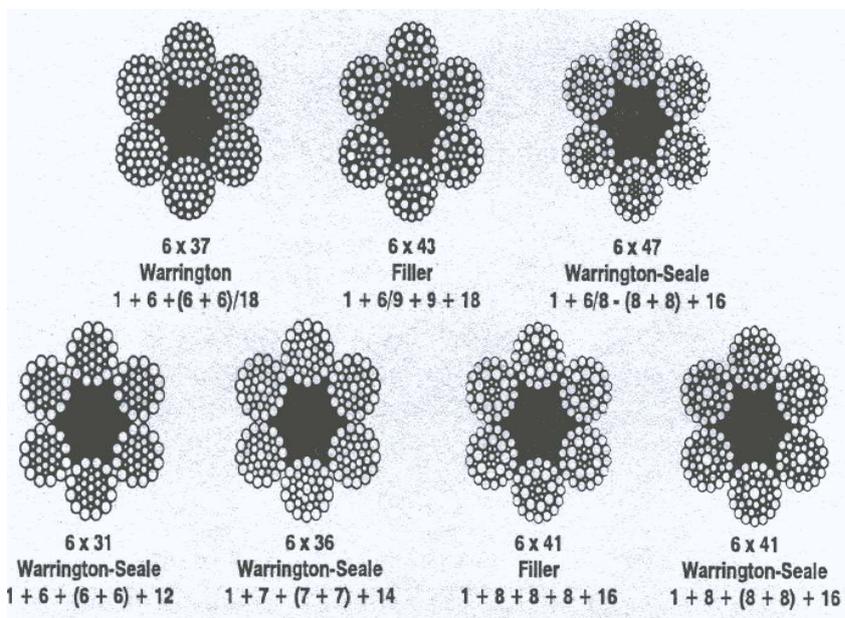
Constituição do cabo de aço "Filler"

A composição "Filler", 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.

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.

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.



Exemplo de outras distribuições

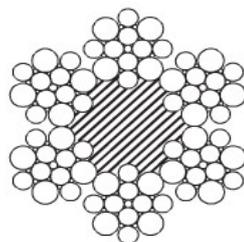
5. Tipos de alma de cabos de aço

As almas de cabos de aço podem ser feitas de vários materiais, de acordo com a 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.



cabo com alma de fibra
AF (fibra natural)
ou
AFA (fibra artificial)

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.



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.



regular à direita

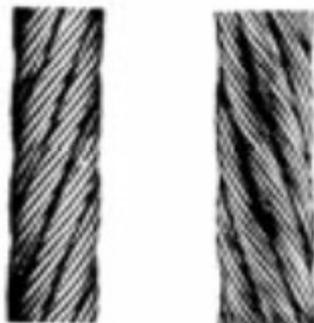
regular à esquerda

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.

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.



lang à direita

lang à esquerda

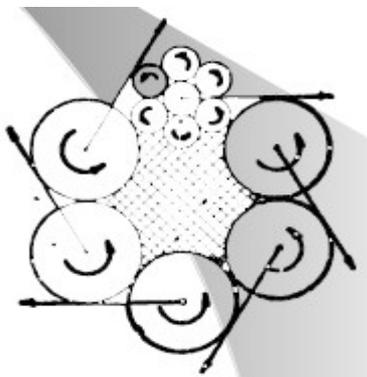
Torção do cabo de aço

Devido ao fato de os 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 deve 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.

Anti-Giratório

Cada camada de pernas tem um sentido de enrolamento inverso ao da camada imediatamente inferior.



Torção do cabo de aço

7. Pré-formação 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.



Pernas do cabo de aço

As principais vantagens dos cabos pré-formados 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

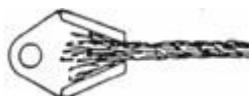
Os cabos de aço são fixados em sua extremidade por meio de ganchos ou laços. Os laços são formados pelo trançamento do próprio cabo. Os ganchos são acrescentados ao cabo.



Fixação do cabo de aço

Maneiras de fixação da ponta

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



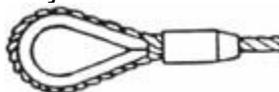
Fixação do cabo de aço

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



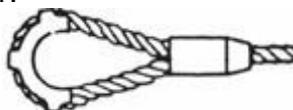
Fixação do cabo de aço

- Olhal com sapatilha de proteção.



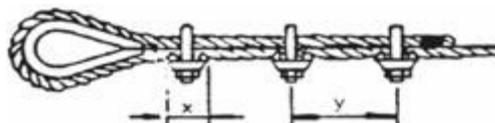
Fixação do cabo de aço

- Olhal com estribo protetor.



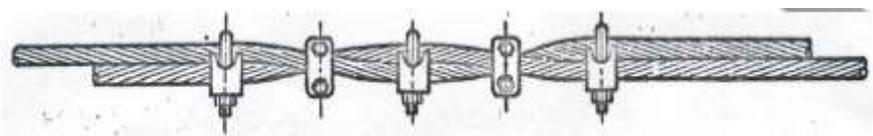
Fixação do cabo de aço

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



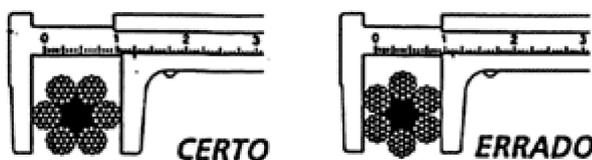
Fixação do cabo de aço

- Amarração por grampos ou clips.



Alma do cabo de aço

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



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 de os 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.

Especificação dos cabos

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.

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 abaixo.

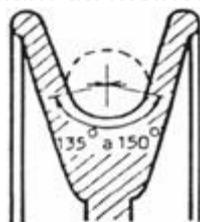
Especificação de polias e cabos

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

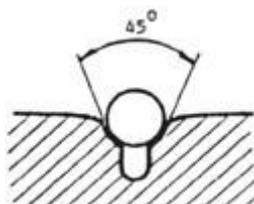
Quanto à forma da canaleta (ou canal) devem ser observadas as recomendações do fabricante. Na ausência dessas informações, podem-se considerar os seguintes dados:

- Canais redondos guiam da melhor maneira.



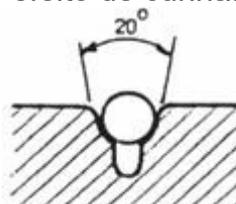
Canais redondos.

- Canais a 45° dão a máxima durabilidade.



Canais para guia de cabos.

- Canais a 20° dão a máximo efeito de cunha.



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 Frequente

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 feito 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 frequência 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.

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:

Redução de Diâmetro

Geralmente a redução do diâmetro do cabo pode ser causada 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.

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.



Corrosão em cabos de aço

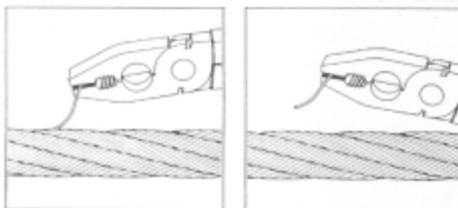
É importante também verificar a existência de corrosão na região da base de soquetes. Esta região se mostra propícia para acúmulo de umidade.



Corrosão na base dos soquetes.

Arames Rompidos

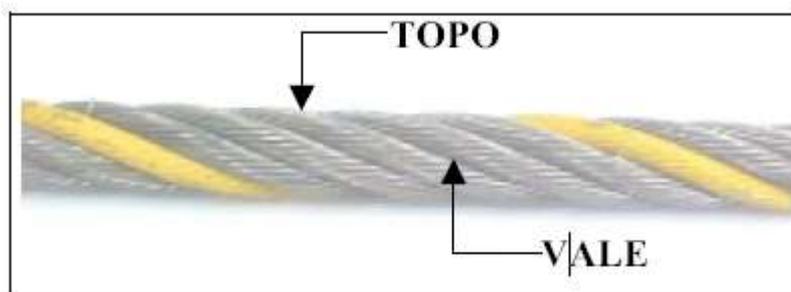
A ruptura de arames, geralmente ocorre por abrasão, fadiga por flexão ou amassamentos gerado por uso indevido ou acidente durante o funcionamento do cabo, podendo ocorrer tanto nos arames internos como externos. Dentro do possível é importante que, durante a inspeção os arames rompidos sejam retirados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



Arames rompidos

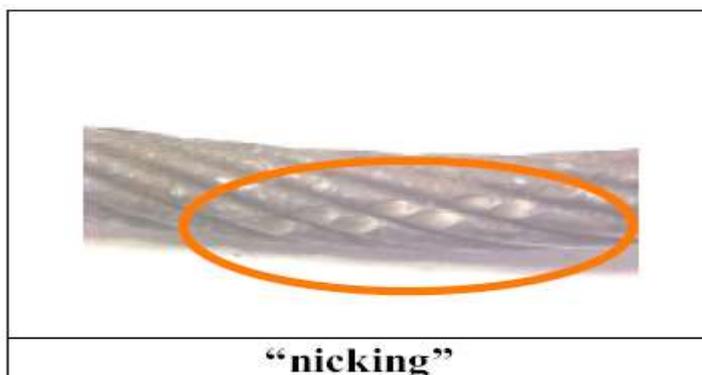
Os arames internos mantêm contato internamente na perna e na alma, já os arames externos mantêm contato nas regiões de contato entre pernas ou entre a perna e a alma. Dois tipos de quebras devem ser analisados.

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



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.



“nicking”
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 nestes 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.

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

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 pernas.

Danos por Temperatura

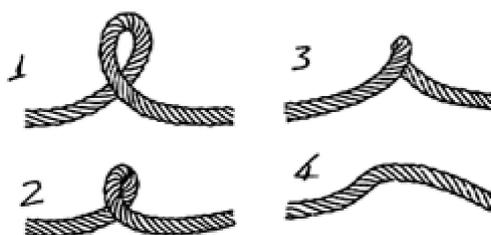
Se durante a inspeção, for detectado alguma evidência de dano por alta temperatura o cabo deverá ser substituído. Cabos expostos a altas temperaturas (acima de 300 °C, podem apresentar redução em sua capacidade de carga. Estes danos poderão ser verificados através da aparência do lubrificante (borra)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

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 a fim de não ser estragado facilmente por deformações permanentes e formação de nós fechados. Se o cabo for manuseado de forma errada, ou seja, enrolado ou desenrolado sem girar o rolo ou o carretel, o cabo ficará torcido e formará laço. Com o laço fechado, 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.

Como trabalhar com o cabo de aço



Exemplo de defeitos provenientes do manuseio

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.



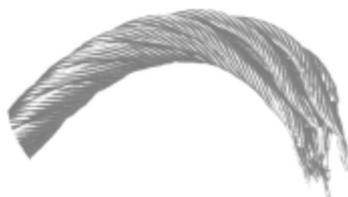
defeito “gaiola de passarinho”

- 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.
- Alma Saltada – Gerada por alívio repentino de pressão



Alma saltada

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



Cabo amassado

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



Rabo de porco

- Perna de Cachorro – Gerado durante o manuseio do cabo.



Perna de cachorro

- Quebra de fios externos, 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



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 dos 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.



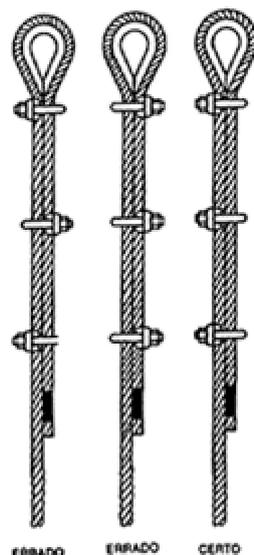
Enrolamento desordenado

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.

A B C



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 da 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.

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 deve 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 da 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. 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.

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.

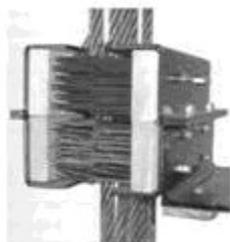
Cabos de tração limpos e com a lubrificação adequada previnem o desgaste prematuro dos mesmos e dos bornes da polia, evitando gastos significativos com a sua substituição.

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 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 tapete de fibra natural no topo da máquina e, então, os cabos de tração serão limpos enquanto se movimentam. Não use tapete sintético porque as suas fibras são não biodegradáveis e pode piorar as coisas. Não deixe o tapete sozinho em contato com os cabos, mas retire-o ao encerrar a limpeza dos cabos. Tapete embebido em óleo pode ser um perigo potencial para um incêndio.



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.



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 em um 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.

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.
- 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.

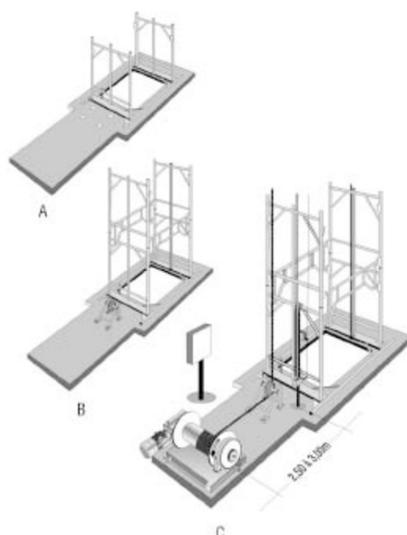
2.3 Torre

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:

- 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;



Montagem do elevador

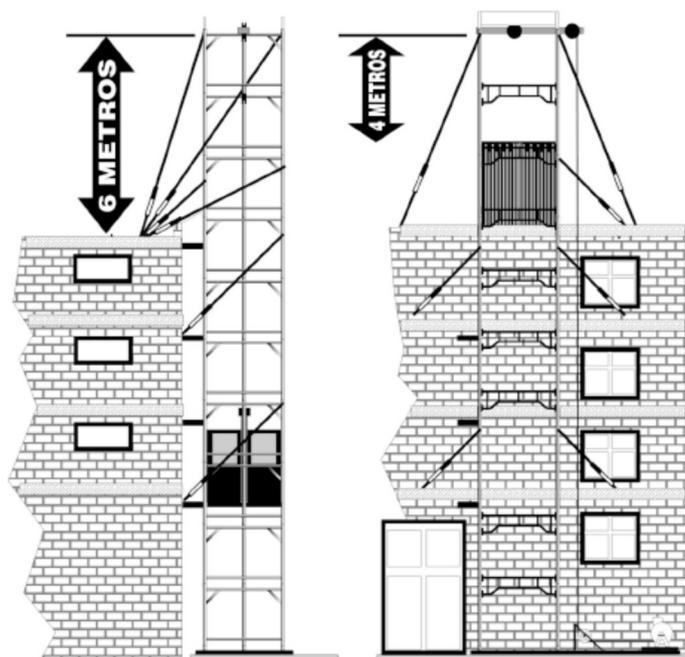
As torres não devem ultrapassar a altura de 6,00m (seis metros), medida a partir da última laje. Na última parada a distância máxima entre viga da cabina e a viga superior, deve ser de 4,00m (quatro metros).

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).

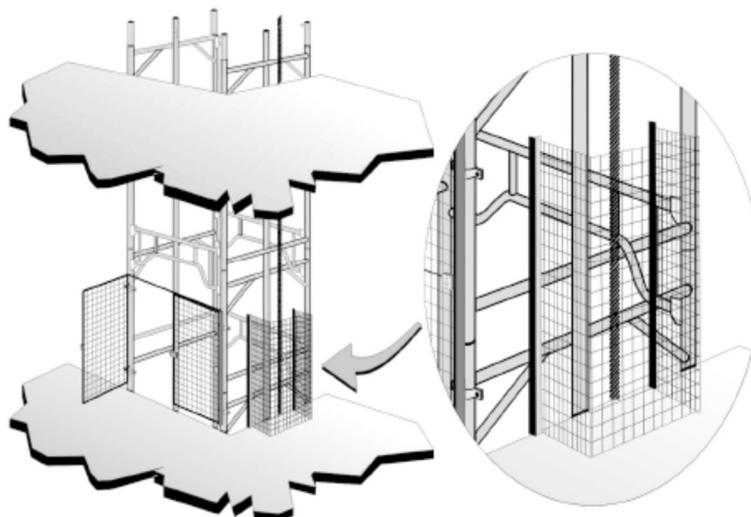


Fixação da torre

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 tomadas as seguintes precauções:

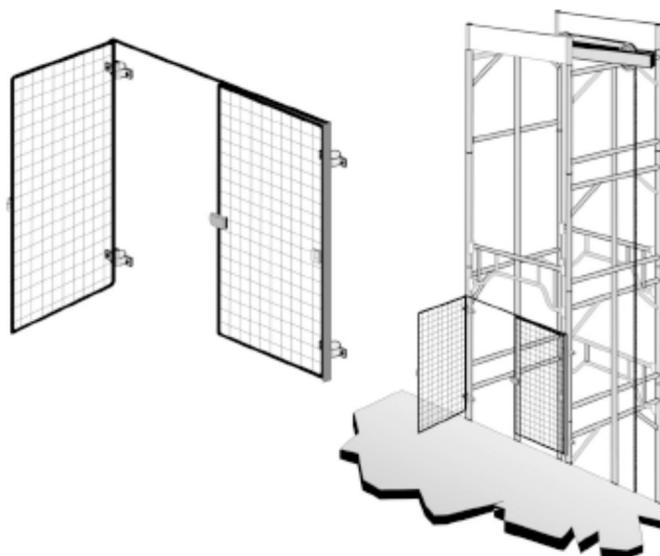
- proteger o cabo de tração (externo a torre) contra o contato acidental de pessoas e materiais;
- evitar que o cabo de tração sofra atrito com a estrutura da edificação.



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. A referida cancela deve dispor de dispositivo de segurança que impeça a abertura da mesma quando o elevador não estiver no pavimento.



Acesso aos elevadores

2.4 Cabinas

2.4.1 Cabinas Semifechadas

As cabinas semifechadas, 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 providas, 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



Elevador de obra - cabine

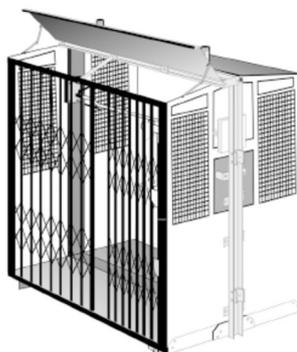
2.4.2 Cabinas Fechadas

A cabina fechada, 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.



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

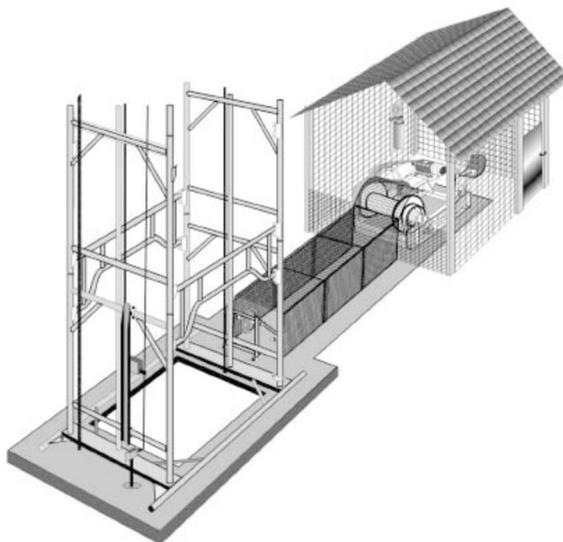
Em qualquer posição de parada do elevador, o cabo de tração do guincho deve ter no mínimo 6 (seis) voltas enroladas no tambor, e sua extremidade fixada por um clip tipo pesado.

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.

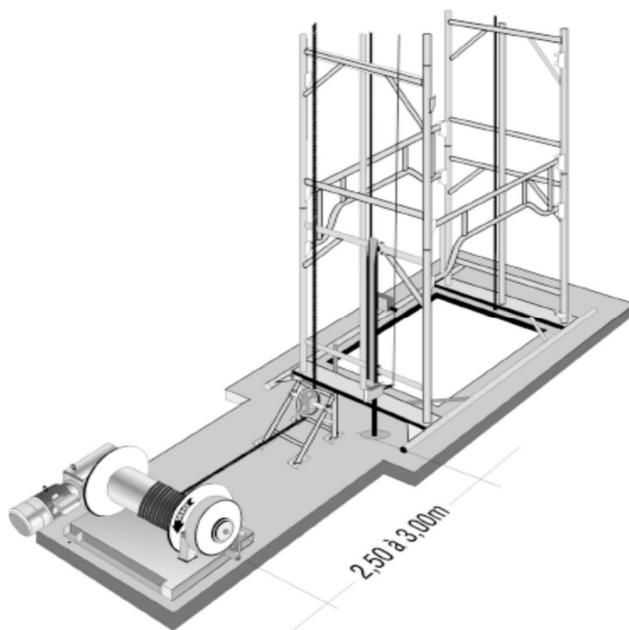
O posto de trabalho do operador do guincho deve ser isolado, sinalizado, dispondo de extintor de incêndio de pó químico, e o acesso de pessoas não autorizadas deve ser proibido.

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



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 cinquenta centímetros) a 3,00m (três metros), de eixo a eixo.



Guincho para elevadores de obra

3. Tipos de Elevadores

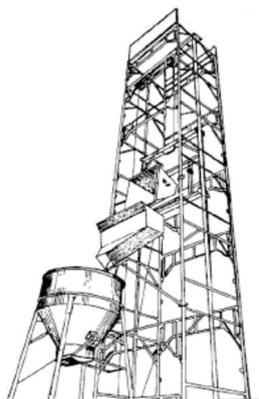
3.1 Elevador tipo Caçamba

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.

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 para 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.



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.



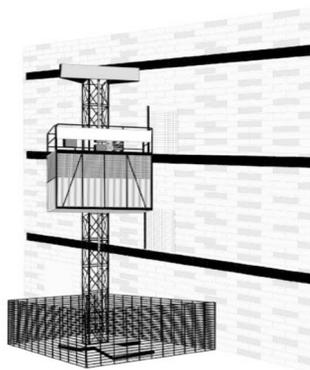
Cabina do elevador de passageiros

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 fabricantes e/ou prestador de serviço de assistência técnica.

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

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



Elevador de Cremalheira

3.2.1 Elementos

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



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 redutores SEW e dois freios tipo eletromagnético SEW (Freio de trabalho do elevador).



Motorização do elevador



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.



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.



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.

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

Autotransformador: Utilizado para adequar à tensão da obra a tensão utilizada pelo elevador.



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.

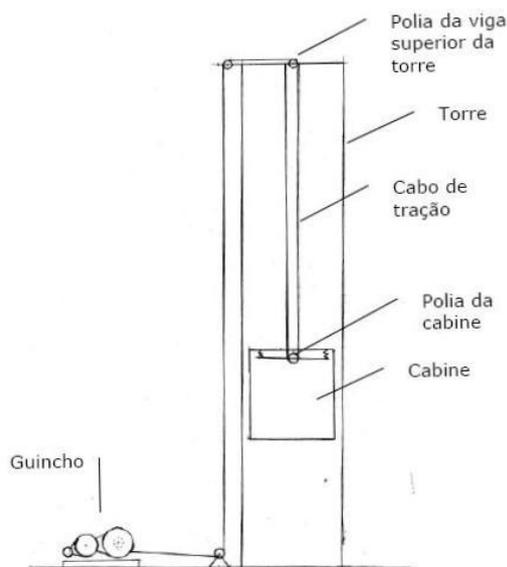
Gravata: São utilizadas para realizar o travamento da torre do elevador com o prédio, possui ainda a função de realizar o alinhamento da torre no momento de ascensão.

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

Placa de Identificação: É fixada na lateral da cabina, 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.



Elevador a 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.

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 está 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:

NR 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

18.11 Movimentação e transporte de materiais e pessoas (elevadores)

18.11.1 As disposições deste item aplicam-se à instalação, montagem, desmontagem, operação, teste, manutenção e reparos em elevadores para transporte vertical de materiais e de pessoas em canteiros de obras ou frentes de trabalho.

18.11.2 É proibida a instalação de elevador tracionado com cabo único e aqueles adaptados com mais de um cabo, na movimentação e transporte vertical de materiais e pessoas, que não atendam as normas técnicas nacionais vigentes.

18.11.3 Toda empresa fabricante, locadora ou prestadora de serviços de instalação, montagem, desmontagem e manutenção, seja do equipamento em seu conjunto ou de parte dele, deve ser registrada no respectivo conselho de classe e estar sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

18.11.4 Os equipamentos de transporte vertical de materiais e de pessoas devem ser dimensionados por profissional legalmente habilitado e atender às normas

técnicas nacionais vigentes ou, na sua ausência, às normas técnicas internacionais vigentes.

18.11.5 Os serviços de instalação, montagem, operação, desmontagem e manutenção devem ser executados por profissional capacitado, com anuência formal da empresa e sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

18.11.6 São atribuições do operador:

- a) manter o posto de trabalho limpo e organizado;
- b) organizar a carga e descarga de material no interior da cabine;
- c) separar materiais de pessoas no interior da cabine;
- d) comunicar e registrar ao técnico responsável pela obra qualquer anomalia no equipamento;
- e) acompanhar todos os serviços de manutenção no equipamento.

18.11.7 Toda empresa usuária de equipamentos de movimentação e transporte vertical de materiais e/ou pessoas deve possuir os seguintes documentos disponíveis no canteiro de obras:

- a) programa de manutenção preventiva, conforme recomendação do locador, importador ou fabricante;
- b) termo de entrega técnica de acordo
- c) laudo de testes dos freios de emergência a serem realizados, no máximo, a cada 90 (noventa) dias, assinado pelo responsável técnico pela manutenção do equipamento ou, na sua ausência, pelo profissional legalmente habilitado responsável pelo equipamento, contendo os parâmetros mínimos determinados por normas técnicas nacionais vigentes;
- d) registro, pelo operador, das vistorias diárias realizadas antes do início dos serviços, conforme orientação dada pelo responsável técnico do equipamento, atendidas as recomendações do manual do fabricante;
- e) laudos dos ensaios não destrutivos dos eixos dos motos freios e dos freios de emergência, sendo a periodicidade definida por profissional legalmente habilitado, obedecidos os prazos máximos previstos pelo fabricante no manual de manutenção do equipamento;
- f) manual de orientação do fabricante;
- g) registro das atividades de manutenção conforme item 12.11 da NR-12;

h) laudo de aterramento elaborado por profissional legalmente habilitado.

18.11.9 Todos os componentes elétricos ou eletrônicos que fiquem expostos às condições meteorológicas devem ter proteção contra intempéries.

18.11.10 Devem ser observados os seguintes requisitos de segurança durante a execução dos serviços de montagem, desmontagem, ascensão e manutenção de equipamentos de movimentação vertical de materiais e de pessoas:

a) isolamento da área de trabalho;

b) proibição, se necessário, da execução de outras atividades nas periferias das fachadas onde estão sendo executados os serviços;

c) proibição de execução deste tipo de serviço em dias de condições meteorológicas adversas.

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

18.11.12 As torres dos elevadores devem ser montadas de maneira que a distância entre a face da cabine e a face da edificação seja de, no máximo, 0,2 m (vinte centímetros).

18.11.12.1 Para distâncias maiores, as cargas e os esforços solicitantes originados pelas rampas devem ser considerados no dimensionamento e especificação da torre do elevador.

18.11.13 Em todos os acessos de entrada à torre do elevador deve ser instalada barreira (cancela) que tenha, no mínimo, 1,8 m (um metro e oitenta centímetros) de altura, impedindo que pessoas exponham alguma parte de seu corpo no interior da mesma.

18.11.13.1 A barreira (cancela) da torre do elevador deve ser dotada de dispositivo de intertravamento com duplo canal e ruptura positiva, monitorado por interface de segurança, de modo a impedir sua abertura quando o elevador não estiver no nível do pavimento.

18.11.14 O fechamento da base da torre do elevador deve proteger todos os lados até uma altura de pelo menos 2,0 m (dois metros) e ser dotado de proteção e sinalização, de forma a proibir a circulação de trabalhadores através da mesma.

18.11.15 A rampa de acesso à torre de elevador deve:

a) ser provida de sistema de proteção contra quedas, conforme o subitem 18.9.4.1 ou 18.9.4.2 desta NR;

b) ter piso de material resistente, sem apresentar aberturas;

c) não ter inclinação descendente no sentido da torre;

d) estar fixada à cabine de forma articulada no caso do elevador de cremalheira.

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

18.11.17 É proibido, nos elevadores, o transporte de pessoas juntamente com materiais, exceto quanto ao operador e ao responsável pelo material a ser transportado, desde que isolados da carga por uma barreira física, com altura mínima de 1,8 m (um metro e oitenta centímetros), instalada com dispositivo de intertravamento com duplo canal e ruptura positiva, monitorado por interface de segurança.

18.11.18 O elevador de materiais e/ou pessoas deve dispor, no mínimo, de:

a) cabine metálica com porta;

b) horímetro;

c) iluminação e ventilação natural ou artificial durante o uso;

d) indicação do número máximo de passageiros e peso máximo equivalente em quilogramas;

e) botão em cada pavimento a fim de garantir comunicação única através de painel interno de controle.

18.11.19 O elevador de materiais e/ou pessoas deve dispor, no mínimo, dos seguintes itens de segurança:

a) intertravamento das proteções com o sistema elétrico, através de dispositivo de

intertravamento com duplo canal e ruptura positiva, monitorado por interface de segurança que impeça a movimentação da cabine quando:

I. a porta de acesso da cabine, inclusive o alçapão, não estiver devidamente fechada;

II. a rampa de acesso à cabine não estiver devidamente recolhida no elevador de cremalheira, e;

III. a porta da cancela de qualquer um dos pavimentos ou do recinto de proteção da base estiver aberta.

b) dispositivo eletromecânico de emergência que impeça a queda livre da cabine, monitorado por interface de segurança, de forma a freá-la quando ultrapassar a velocidade de descida nominal,

interrompendo automática e simultaneamente a corrente elétrica da cabine;

- c) dispositivo de intertravamento com duplo canal e ruptura positiva, monitorado por interface de segurança, ou outro sistema com a mesma categoria de segurança que impeça que a cabine ultrapasse a última parada superior ou inferior;
- d) dispositivo mecânico que impeça que a cabine se desprenda acidentalmente da torre do elevador;
- e) amortecedores de impacto de velocidade nominal na base, caso o mesmo ultrapasse os limites de parada final;
- f) sistema que possibilite o bloqueio dos seus dispositivos de acionamento de modo a impedir o seu acionamento por pessoas não autorizadas;
- g) sistema de frenagem automática, a ser acionado em situações que possam gerar a queda livre da cabine;
- h) sistema que impeça a movimentação do equipamento quando a carga ultrapassar a capacidade permitida.

Movimentação de pessoas

18.11.20 O transporte de passageiros no elevador deve ter prioridade sobre o de cargas.

18.11.21 Na construção com altura igual ou superior a 24 m (vinte e quatro metros), é obrigatória a instalação de, pelo menos, um elevador de passageiros, devendo seu percurso alcançar toda a extensão vertical da obra, considerando o subsolo.

18.11.21.1 O elevador de passageiros deve ser instalado, no máximo, a partir de 15 m (quinze metros) de deslocamento vertical na obra.

18.11.22 Nos elevadores do tipo cremalheira, a altura livre para trabalho após a amarração na última laje concretada ou último pavimento será determinada pelo fabricante, em função do tipo de torre e seus acessórios de amarração.

18.11.23 Nos elevadores do tipo cremalheira, o último elemento da torre do elevador deve ser montado com a régua invertida ou sem cremalheira, de modo a evitar o tracionamento da cabine.

Movimentação de materiais

18.11.24 Na movimentação de materiais por meio de elevador, é proibido:

- a) transportar materiais com dimensões maiores do que a cabine no elevador;
- b) transportar materiais apoiados nas portas da cabine;
- c) transportar materiais do lado externo da cabine, exceto nas operações de montagem e desmontagem do elevador;
- d) transportar material a granel sem acondicionamento apropriado;
- e) adaptar a instalação de qualquer equipamento ou dispositivo para içamento de materiais em qualquer parte da cabine ou da torre do elevador.