

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Rodrigo Henrique dos Reis

SEGURANÇA NOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE VERTICAL

Taubaté – SP

2010

Rodrigo Henrique dos Reis

SEGURANÇA NOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE VERTICAL

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. engenheiro João Alberto Bajerl

Taubaté – SP

2010

RODRIGO HENRIQUE DOS REIS
SEGURANÇA NOS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE VERTICAL

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Data:

Resultado:

Assinatura:

BANCA EXAMINADORA

Prof. engenheiro João Alberto Bajerl

Universidade de Taubaté

Assinatura

Prof. Ms. Maria Judith M. S. Schmidt

Universidade de Taubaté

Assinatura

Prof. Ms. Carlos Alberto Guimarães Garcez

Universidade de Taubaté

Assinatura

Dedico esse trabalho à minha família que me auxiliou no desenvolvimento dessa monografia.

RESUMO

Esta monografia tem a finalidade de demonstrar as medidas preventivas e os dispositivos de segurança utilizados nos equipamentos de transporte vertical. É apresentada uma breve história do elevador e através da abordagem das normas regulamentadoras e técnicas será enfatizada a importância da segurança na montagem, manuseio e manutenção desses equipamentos para que se possa evitar que ocorram acidentes que podem acarretar em mortes.

Palavras-chave: Transporte Vertical. Métodos. Dispositivos. Segurança.

ABSTRACT

This monograph is intended to demonstrate the preventive measures and safety devices used in vertical transportation equipment. A brief history of the elevator and by addressing the regulatory standards and techniques will emphasize the importance of safety during assembly, handling and maintenance of the equipment so you can avoid the possibility of accidents that can result in deaths.

Key words: Vertical Transportation. Methods. Devices. Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Partes integrantes de um cabo de aço	21
Figura 2 Seção transversal de um cabo de aço	21
Figura 3 Placa indicativa de capacidade	24
Figura 4 Proteção da polia de tração	26
Figura 5 Proteção das polias de desvio.....	26
Figura 6 Modelos de freios de segurança	27
Figura 7 Limitador de velocidade	29
Figura 8 Polia Tensora	29
Figura 9 Máquina de tração.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 A História do Elevador.....	13
3 METODOLOGIA	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
4.1 A Segurança dos Equipamentos de Transporte Vertical.....	19
4.2 Poços de Elevadores.....	20
4.3 Cabos de Aço	20
4.4 Capacidade de Carga.....	23
4.5 Suspensão, Freio de Segurança e Limitador de Velocidade	25
4.5.1 Tipos de suspensão e número de cabos	25
4.5.2 Proteção de polias	25
4.5.3 Freio de segurança	27
4.5.4 Limitador de velocidade	28
4.5.6 Cabos do limitador de velocidade	29
4.5.7 Teto da cabina.....	30
4.5.8 Freio eletromecânico	30
4.5.9 Proteção da maquinaria	32
5 CONCLUSÃO	33
BIBLIOGRAFIA	34

1 INTRODUÇÃO

O trabalho mostra as medidas preventivas de segurança utilizadas nos equipamentos de transporte vertical. Na **REVISÃO DA LITERATURA** é apresentada a história do elevador. A **METODOLOGIA** descreve as fontes utilizadas para elaborar o trabalho. Em **RESULTADOS E DISCUSSÕES** são mostrados os métodos de proteção e manutenção que devem ser utilizados para a segurança do trabalhador. A **CONCLUSÃO** enfatiza a importância da utilização e manutenção desses sistemas de proteção.

1.1 Objetivo

Demonstrar a importância dos dispositivos de segurança utilizados nos equipamentos de transporte vertical.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A História do Elevador

Os primeiros registros de deslocamentos verticais ascendentes remontam ao início da terceira dinastia (2788 a.C.) no Egito (MONTE, 2000, p.1). Nesta mesma época, primitivos aparelhos já eram utilizados pelos Sumérios na Mesopotâmia para a construção de templos e torres gigantescas. Por volta de 2580 a.C. foram construídas as grandes pirâmides na planície de Giza, indicando a utilização de máquinas de elevação.

Em 550 a.C., Nabucodonosor presenteou sua esposa Semirais com uma das sete maravilhas do mundo antigo: Os Jardins Suspensos da Babilônia. Em 450 a.C. na Grécia já era possível construir um elevador primário, pois foram usados pela primeira vez seus componentes básicos: a roldana, o guindaste, a grua e o cabrestante. Entretanto, esse elevador só apareceu entre 292 a.C e 280 a.C., no interior de outra das sete maravilhas do mundo antigo: o Colosso de Rodas estatua de bronze do deus do sol Apolo (Monte, 2000).

Em 236 a.C., Arquimedes desenvolveu um guindaste operado por polias e cordas que eram enroladas num tambor através de um cabrestante e alavancas e também inventou o parafuso sem fim utilizado para elevação de água (Monte, 2000).

Cem anos depois, em 110 a.C., Heron de Alexandria listou cinco tipos de objetos utilizáveis para mover cargas: guincho, alavanca, polia, cunha e rosca sem fim. Nesta mesma época, Vitrúvio criou o primeiro guincho manual, considerado o primeiro elevador de cargas. Nero em especial, no ano de 64 instalou um requintado elevador no palácio Imperial. No ano 80, o imperador Tito construiu no anfiteatro do Coliseu doze elevadores primitivos para o transporte de gladiadores até o nível da arena. Quando o show começava, os animais eram liberados simultaneamente para

a arena através de trinta e dois contrapesos sincronizados de modo a oferecer ao público maior impacto (Monte, 2000).

Os doze elevadores eram movimentados por cabrestantes acionados por escravos. O conhecimento das técnicas de içamento ficou estagnado por um longo período. Até o início da Idade Média, as engenhocas utilizadas eram similares às que construíram castelos e templos, elevadores diversos eram utilizados para a elevação de suprimentos e pessoas em locais isolados como castelos, mosteiros e conventos. Em 1203 uma abadia na costa francesa utilizava o jumento como força de tração. Este caminhava ao redor de um largo tambor fazendo-o girar e a corda enrolava-se no tambor à medida que a carga subia para o consumo dos abades (Monte, 2000).

Em 1515 delineava-se o ancestral do atual elevador. O Papa Leão X que tinha dificuldades para locomover-se instalou uma “cadeira voadora” na sua residência. Em 1590 já existiam elevadores auxiliares para a construção de prédios. No século XVIII ocorrem mudanças importantes nos equipamentos de elevação. No teatro, os Deuses do Olimpo podiam ser vistos “descendo do céu”, graças ao maquinário de elevação. Na França, a influência considerável de Luís XVI no desenvolvimento técnico impulsionou imensos projetos de construção. O Duque de Savoy, as imperatrizes e a corte russa estavam instalando a cadeira voadora. Também foi criada a mesa voadora. O elevador cadeira além de ser usado para o transporte de nobres em castelos também foi utilizado no deslocamento de enfermos em casas de saúde (precursor do elevador de macas em hospitais) (Monte, 2000).

Em 1800, com a invenção da máquina a vapor começou a utilizar-se a invenção para o içamento de carvão das profundezas das minas. Era o início da utilização de uma fonte alternativa de tração. Em 1823, Briaire cria o elevador hidráulico. Um tanque móvel com água é o contrapeso que faz subir e descer o equipamento. Quando o contrapeso está no alto, uma bomba a vapor transfere a água para um reservatório fixo no topo da plataforma e o faz descer. Em 1830, é construído o primeiro elevador com acionamento mecânico em Derby na Inglaterra. Em 1835, em plena Revolução industrial, o elevador Teagle tinha a velocidade de 1m/s. Durante décadas foi um aparelho muito confiável para o transporte de cargas e pessoas (Monte, 2000).

Em 1853, Elisha Graves Otis, inventou um dispositivo de segurança que possibilitou que os elevadores se tornassem mais seguros ao evitar que o cabo de suspensão se partisse. Ele foi capaz de inventar um sistema que impedisse uma eventual queda do elevador. O sistema baseava-se no acoplamento de uma mola de aço resistente presa ao vagão que engrenava com uma catraca caso a corda que içava o elevador se rompesse. Otis não imaginava que este simples dispositivo de segurança seria capaz de mudar o mundo e que por seu invento as cidades seriam capazes de crescer verticalmente. Para demonstrar o funcionamento do sistema, Otis, ordenou que fosse cortada a única corda que segurava a plataforma onde ele se encontrava. A plataforma caiu algumas polegadas, mas parou em seguida. O novo freio de segurança impediu que o elevador se chocasse com o chão revolucionando toda a indústria (Monte, 2000).

Em Paris, na exibição universal de 1867, Leon Edoux apresenta o primeiro elevador hidráulico de segurança, com um sistema de correntes que fazia o looping na base do pistão.

Em 1873, em Salvador é construída uma torre com dois elevadores hidráulicos para transportar até 20 pessoas para bairros situados em níveis diferentes, é o chamado Elevador Lacerda.

Em 1880, na Feira de Indústria de Mannheim na Alemanha, é apresentado o primeiro elevador movido a motor elétrico, construído por Werner Von Siemens e Hulstie, levando 11 segundos para subir até o topo da torre de 20 metros. O primeiro elevador elétrico é instalado e utilizado comercialmente pela Cia Otis, no Desmarest Building em 1889. Com um motor elétrico, produzia o movimento necessário ao enrolar e desenrolar os cabos em um tambor e o peso da cabina era compensado por um sistema de engrenagens, que foi substituído, em 1903, por um contrapeso deslizante.

Em 1943 há a fabricação completa de elevadores no Brasil, iniciada pela Villares. Em 1971, os primeiros elevadores panorâmicos, no Brasil, foram instalados no Eron Brasília Hotel e no Edifício Sir Winston Churchill, em São Paulo, proporcionando uma visão interna ou externa do edifício. Em 1989 lança-se no mercado o elevador linear onde o motor é incorporado no contrapeso e não há

necessidade da casa de máquinas, o que significa o ganho de até dois andares.

Em 1993 é concluída a instalação do elevador mais rápido do mundo com uma cabina aerodinâmica que se movimenta com uma velocidade de 12,5 m/s num percurso de 267 m, na Torre Landmark, no Japão. Em 15 de abril de 1997 na Alemanha o Schindler Móbile para prédios de até sete andares é lançado. O equipamento chega ao edifício pré-montado e é instalado em três dias, pois não precisa de casa de máquinas e caixa. O quadro de comando e motor (com sistema de engrenagem harmônica e tecnologia do jipe lunar da NASA) fica sob a cabina que se movimenta face à alta aderência das rodas nas guias. Os contrapesos movimentam-se dentro das guias ocas de alumínio.

O ascensorista, no primeiro quarto do século XX, atuava sobre um comando manual; verificava se havia pessoas nos andares e aí fazia parar a cabina para atendê-las. Ele era uma parte do elevador, pois as pessoas se acostumaram a receber boas vindas ao entrar na cabina, a ser informadas sobre as atividades de cada pavimento, enfim ser conduzidas. Em 1950 foram fabricados e instalados em Dallas (Texas) os primeiros elevadores comerciais com portas automáticas e sinais sonoros que dispensavam o ascensorista. A reação do público foi enorme, mas com o tempo as pessoas se acostumaram ao fato de que o elevador sem ascensorista era viável.

O atual estágio de desenvolvimento tecnológico permitiu a elaboração de elevadores cada vez mais sofisticados e com um crescente número de operações para atender aos usuários. Antes da Segunda Guerra Mundial, andar em um elevador causava desconforto, o carro andava com frequência aos solavancos, vibrava durante a frenagem e geralmente parava várias polegadas acima ou abaixo do andar indicado. Foi por esse motivo que o desenvolvimento visou sempre um objetivo básico: a conquista de um produto que pudesse oferecer ao usuário de elevadores o máximo de conforto com o mínimo do tempo de viagem, além de melhorar o tráfego de passageiros do edifício. De fato, para que os avanços pudessem ser alcançados, os sistemas de comando passaram por várias modificações. Microprocessadores já substituem enormes quadros de comando permitindo várias reprogramações. Na área de segurança, destacam-se as cabinas com painéis codificados para eliminação de visitas indesejáveis. As fotocélulas e barras eletrônicas para cabinas com abertura central ou telescópica comandam a

reabertura das portas, sempre que no fechamento destas, existir um obstáculo. Em prédios com alto tráfego, encontramos cabinas com pisos móveis, quando a carga atinge 80% da lotação, os sensores sob o piso cancelam as chamadas de pavimento permitindo no conjunto um fluxo mais rápido de passageiros.

A interação entre tecnologia de motores com a microeletrônica é objeto de pesquisa permanente, assim como a busca de ligas especiais de aço carbono, que permitam a comercialização de cabos de tração com menor diâmetro e maior resistência.

As empresas fabricantes buscam, de forma constante, novas tecnologias, especialmente para o gerenciamento de tráfego em hotéis, edifícios comerciais mistos e residenciais de percurso médio.

Depois de trocar comandos eletromecânicos, relés, por microprocessadores, os dispositivos e funções de comando estão cada vez mais inteligentes e capacitados para se autodiagnosticar e até mesmo corrigir eventuais falhas. Em prédios como o conhecido Centenário Plaza, da Marginal Pinheiros, em São Paulo, batizado de Robocop, os elevadores são conectados a uma rede responsável pela interconexão com a sua manutenção.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada está embasada em pesquisas bibliográficas, à artigos técnicos publicados na “*internet*” e na experiência profissional do autor junto à área.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os métodos de segurança utilizados nos equipamentos de transporte vertical.

4.1 A Segurança dos Equipamentos de Transporte Vertical

Os elevadores consistem basicamente num carro fechado, equilibrado por um contrapeso, que se move por meio de cabos de aço tracionados por um motor elétrico. Eles são contrabalanceados por um contrapeso equivalente ao peso do carro vazio mais cerca de 40% a 50% de sua capacidade máxima. O contrapeso reduz a força necessária para elevar o carro, fornecendo também certa desaceleração que serve para auxiliar o controle da velocidade na descida.

Todos os elevadores possuem um sistema de freio principal que fica localizado na máquina de tração, sendo acionado sempre que o elevador for estacionar em determinado pavimento. Além desse sistema de freio principal, todo elevador possui um sistema de freio de segurança (Transporte Vertical, 2010).

Uma das características mais importantes do projeto de um elevador é o sistema de segurança. Em circunstâncias normais, a velocidade é controlada pelo limitador de velocidade, porém, quando a velocidade de descida excede o limite pré-determinado, o freio de segurança é acionado travando o elevador junto às guias.

Em todos os poços de elevadores são previstos amortecedores hidráulicos ou molas de compressão para reduzir os efeitos de um eventual impacto com o carro. Outro importante equipamento de segurança é o sistema de travamento das portas de pavimento, que impede o movimento do elevador até que todas estejam completamente fechadas. Para as portas automáticas são previstos mecanismos de sensoramento que impedem que a porta casualmente se feche enquanto um passageiro entra ou sai.

Os elevadores são um dos meios de transporte existentes mais seguros, desde que haja um uso adequado dos mesmos e uma manutenção eficiente. (Transporte Vertical, 2010).

4.2 Poços de Elevadores

As exigências da NR 11, que estão explicitadas nos itens 11.1.1 e 11.1.2, referem-se aos poços de elevadores e monta-cargas, que devem ser cercados e isolados com material resistente, com portas de acesso com sistema de bloqueio de abertura nos vários pavimentos a fim de evitar que algum funcionário abra a mesma na ausência do elevador no pavimento em questão, evitando assim a ocorrência de acidentes.

4.3 Cabos de Aço

Um cabo de aço é um conjunto de arames de aço, reunidos num feixe helicoidal, constituindo uma corda de metal que pode resistir aos esforços de tração, mas que apresenta uma flexibilidade adequada e formado por três elementos básicos (Cabos de aço, 2002). Apesar do número reduzido de elementos, eles apresentam complexidade e configuração variáveis, produzindo cabos com usos e características bem definidas.

Os três elementos básicos do desenho de um cabo de aço normal são os arames, as pernas e a alma.

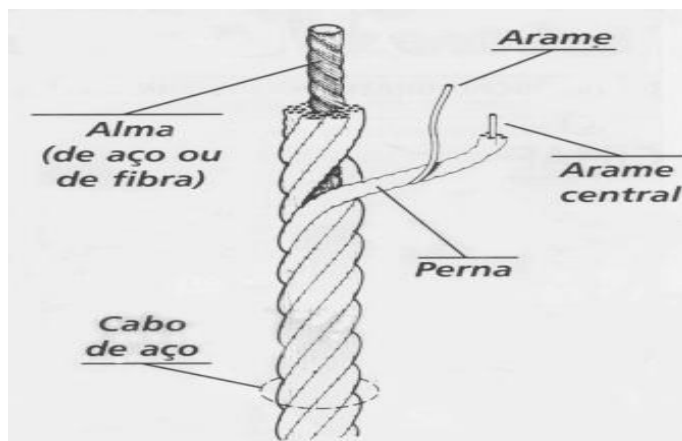


Figura 1 Partes integrantes de um cabo de aço

Fonte: Move Consultoria e Serviços, 2010

Os arames são as unidades básicas para a construção do cabo de aço. É feito o torcimento dos arames ao redor de um centro, de modo específico, em uma ou mais camadas, formando a denominada “perna”. As pernas são torcidas ao redor de outro centro, que recebe a denominação de “alma”, constituindo, assim, o cabo. Abaixo está demonstrado o modo mais simples de representação de um cabo: a seção transversal (Cabos de aço, 2002).

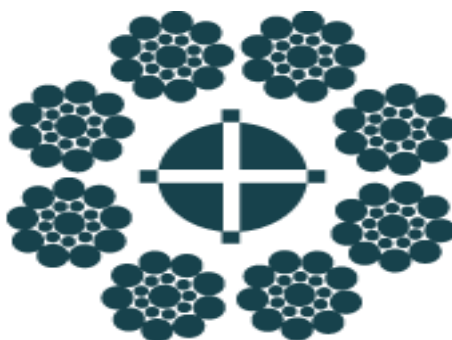


Figura 2 Seção transversal de um cabo de aço

Fonte: IPH do Brasil, 2010

Ao usar cabos de içamento, devem ser seguidas as recomendações do fabricante. A carga nominal dividida pelo número de pernas de cabo não deverá exceder 20% da resistência de ruptura do cabo nominal (Cabos de aço, 2002).

A revisão da NR 22 trouxe grande contribuição para estabelecer os requisitos técnicos para o uso e inspeção de cabos, correntes e outros meios de suspensão ou tração e suas conexões conforme estabelece o item 11.1.3.1 da NR 11. Os cabos de aço devem ser projetados, especificados, instalados e mantidos em poços e planos inclinados, conforme as instruções dos fabricantes e o estabelecido nas normas da ABNT, em especial:

ABNT NBR ISO 2408:2008 Versão Corrigida 2008 - Cabo de aço para uso geral

ABNT NBR 11900:1991 - Extremidades de laços de cabos de aço;

ABNT NBR 13541:1995 - Movimentação de carga: laço de cabo de aço: especificação;

ABNT NBR 16798:2006 – Anel de carga grau 8 para uso em lingas;

ABNT NBR - Movimentação de carga: sapatilha para cabo de aço;

ABNT NBR 13545:2009 13543:1995 - Movimentação de carga: laços de cabo de aço: utilização e inspeção;

ABNT NBR 13544:1995 - Movimentação de carga: manilhas.

ISO 4344:2004 – Cabos de aços para elevadores – Requisitos Mínimos

As inspeções frequentes consistem na avaliação visual por pessoa qualificada e familiarizada antes do início de cada trabalho de modo a detectar possíveis danos no cabo de aço que possam causar riscos durante o uso, como dobras, amassamentos, alongamento do passo, gaiola de passarinho, perna fora de posição ou alma saltada. Também devem ser avaliada a corrosão, pernas rompidas e número, distribuição e tipo de ruptura dos arames visíveis.

As inspeções frequentes e periódicas não precisam ser realizadas em intervalos iguais e devem ser mais frequentes quando se aproxima o final da vida útil do cabo de aço. As inspeções periódicas devem ser realizadas por pessoa qualificada. Recomenda-se que sejam feitas inspeções diárias, realizadas pelo operador, antes do início de cada turno. Os operadores serão treinados para identificar visualmente os defeitos, devendo existir uma lista de verificação para que

seja possível registrá-los. Esta inspeção abrangerá o comprimento total do cabo. Os arames externos das pernas devem estar visíveis ao inspetor durante a inspeção. Qualquer dano no cabo que resulte em perda significativa da resistência original deverá ser registrado e considerado o risco implicado na continuidade do uso deste cabo, tais como redução no diâmetro do cabo abaixo do seu diâmetro nominal; corrosão acentuada ou arames rompidos; e terminais mal instalados, desgastados, tortos, trincados ou com corrosão (IPH do Brasil, [2002]).

Devem ser tomados cuidados especiais para se inspecionar trechos do cabo que possam sofrer deterioração muito rápida como trechos sujeitos a flexões alternadas ou trechos que fiquem escondidos durante a inspeção visual, tais como as partes que ficam sobre as polias.

Para que se possam ter dados para decidir o momento adequado da substituição de um cabo de aço, deve ser mantido um registro de toda inspeção realizada. Neste registro, devem-se constar os pontos de deterioração listados anteriormente e as substituições realizadas.

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. A possibilidade de um cabo permanecer em uso dependerá do julgamento de uma pessoa qualificada. Deverá ser avaliada a resistência remanescente do cabo usado, em função da deterioração detectada pela inspeção. A continuidade da operação do cabo dependerá da sua resistência remanescente (IPH do Brasil, [2002]).

4.4 Capacidade de Carga

As capacidades de carga são baseadas na competência estrutural do equipamento e sua margem de estabilidade, e estão relacionadas em tabelas de capacidade do fabricante.

Outra exigência da NR 11, item 11.1.3.2, é a obrigatoriedade de indicar em local visível a carga máxima de trabalho permitida. Esta informação não se trata apenas de uma mera burocracia porque a quantidade de acidentes que ocorrem devido ao uso de equipamentos em condições acima de sua capacidade de carga é

elevada. Também são desconhecidas as consequências advindas da inobservância de algo tão simples que vão desde a morte de pessoas, passando pelo esmagamento de membros e passando invariavelmente por perdas do patrimônio e danos a produção. Todos os equipamentos devem ser sinalizados quanto a sua capacidade em local visível.



Figura 3 Placa indicativa de capacidade

Fonte: Villarta Elevadores, 2010

Ainda encontra-se em muitos locais de trabalho equipamentos cuja identificação de carga inexistente ou é tão pequena que quando perguntados aos usuários o quanto aquele equipamento pode levantar ouve-se diversos números. Como complemento deste assunto, deve-se haver a preocupação com as possíveis reduções de capacidade, que ocorrem em alguns equipamentos depois de possíveis alterações ou anos de uso.

4.5 Suspensão, Freio de Segurança e Limitador de Velocidade

4.5.1 Tipos de suspensão e número de cabos

A norma ABNT NBR NM 207 (1999) estabelece que carros e contrapesos devam ser suspensos por cabos de aços que possuam diâmetro nominal mínimo de oito milímetros e tensão de ruptura de 1570 N/mm^2 ou 1770 N/mm^2 para cabos de tensão única e 1370 N/mm^2 para os arames externos e 1770 N/mm^2 para os arames internos, para cabos de tensão dupla.

Outras características como construção, alongamento, ovalização, flexibilidade e ensaios devem corresponder pelo menos aqueles especificados em normas internacionais relativas e o número mínimo de cabos deve ser de três sendo independentes com coeficiente de segurança dos cabos de tração pelo menos doze.

O coeficiente de segurança é a relação entre a carga de ruptura mínima (N) de um cabo e a maior força (N) neste cabo quando a cabina com sua carga nominal se encontra parada no pavimento mais baixo. Para o cálculo dessa força máxima deve-se levar em conta o número de cabos, o efeito (se aplicado), a carga nominal, a massa do carro, a massa dos cabos, a massa dos ramos do cabo de comando e dos elementos suspensos do lado da cabina. A junção entre o cabo e o fixador do cabo deve resistir pelo menos 80% da carga de ruptura mínima do cabo. As extremidades dos cabos devem ser fixadas ao carro, ao contrapeso e aos pontos de suspensão por meio de fixadores tipo chumbador com metal patente ou resina ou do tipo cunha (auto fixantes).

4.5.2 Proteção de polias

As polias da máquina de tração ou desvio devem ser providas com dispositivos que evitem danos ao corpo humano. Caso haja afrouxamento dos cabos estas devem evitar que os cabos saiam de suas ranhuras e, evitar que possam ser introduzidos objetos entre os cabos e as ranhuras.

As proteções usadas devem ser construídas de modo que as partes girantes sejam visíveis e não atrapalhem as operações de exame e manutenção. Se elas forem perfuradas, devem atender as recomendações da norma EN 294:1992. Tais proteções somente podem ser retiradas se houver a necessidade da troca dos cabos, troca de polia ou repasse de ranhuras.



Figura 4 Proteção da polia de tração

Fonte: Villarta Elevadores, 2010



Figura 5 Proteção das polias de desvio

Fonte: Villarta Elevadores, 2010

4.5.3 Freio de segurança

O carro deve ser provido de um freio de segurança capaz de operar somente no sentido de descida e capaz de parar o carro com a sua carga nominal, à velocidade de desarme do limitador de velocidade, mesmo se ocorrer ruptura dos elementos de suspensão, por meio de força de compressão nas guias, e de manter o carro preso nelas (ABNT NBR NM 207, 1999).

O freio de segurança do carro deve ser do tipo progressivo se a velocidade nominal exceder um metro por segundo. Ele pode ser instantâneo com efeito amortecido se a velocidade nominal não exceder um metro por segundo e instantâneo se a velocidade nominal não exceder 0,75 metro por segundo.

Havendo a necessidade de vários freios de segurança, eles devem ser todos progressivos. Se a velocidade nominal exceder um metro por segundo, o freio de segurança do contrapeso (se existir) deve ser do tipo progressivo e, caso contrário, pode ser do tipo instantâneo (ABNT NBR NM 207, 1999).

Os freios de segurança do carro e do contrapeso devem ser acionados pelo seu próprio limitador de velocidade, e é proibido o acionamento de freios de segurança por dispositivos elétricos, hidráulicos ou pneumáticos.



Figura 6 Modelos de freios de segurança

Fonte: Alfa Elevadores, 2010

4.5.4 Limitador de velocidade

O desarme do limitador de velocidade para acionamento do freio de segurança do carro deve ocorrer a uma velocidade pelo menos igual a 115% da velocidade nominal e no máximo igual a:

0,7 m/s para velocidades nominais $v \leq 0,5$ m/s;

1,4 v m/s para velocidades nominais $0,5 \text{ m/s} < V < 1$ m/s;

1,15 v + 0,25 m/s para velocidades nominais $1,0 \text{ m/s} < v < 5,0$ m/s;

1,2 v m/s para velocidades nominais $v > 5,0$ m/s.

Onde v é a velocidade nominal em m/s.

Para elevadores cuja velocidade nominal supera um metro por segundo, recomenda-se escolher a velocidade de desarme mais próxima do limite superior indicado acima. Para elevadores com cargas nominais muito pesadas e velocidades muito pequenas, o limitador de velocidade deve ser especialmente projetado para esse propósito. A escolha da velocidade de desarme deve ser a mais próxima possível do limite inferior indicado acima. A velocidade de desarme do limitador de velocidade do freio de segurança do contrapeso deve ser maior que aquela do freio de segurança do carro, contudo, não a excedendo mais que 10% (ABNT NBR NM 207, 1999).

A força de tensão no cabo do limitador de velocidade produzida quando do desarme do limitador de velocidade, deve ser de pelo menos maior que o maior dos seguintes valores:

300 N; ou

Duas vezes aquela necessária para acionar o freio de segurança.

O sentido de rotação, correspondente ao acionamento do freio de segurança, deve ser marcado no limitador de velocidade.

4.5.6 Cabos do limitador de velocidade

O limitador de velocidade deve ser acionado por um cabo de aço projetado para esta finalidade e sua carga de ruptura deve estar em função do esforço que será produzido neste cabo no momento de sua atuação considerando um coeficiente de segurança mínimo de oito. Tais cabos devem possuir diâmetro nominal mínimo de seis milímetros. A razão entre o diâmetro nominal da polia do limitador de velocidade e o diâmetro nominal do cabo deve ser de pelo menos trinta. Tal cabo deve ser tensionado por uma polia tensora cujo movimento deve estar restrito a um plano vertical (ABNT NBR NM 207, 1999).



Figura 7 Limitador de velocidade

Fonte: Ningbo Xinda, 2010



Figura 8 Polia Tensora

Fonte: Ningbo Xinda, 2010

4.5.7 Teto da cabina

O teto da cabina deve suportar duas pessoas, isto é, deve resistir uma força vertical de dois mil Newtons em qualquer posição sem deformação permanente, dispondo de uma área livre para permanecer em pé de pelo menos 0,12 m², na qual a menor dimensão seja pelo menos 0,25 m. Como proteção ao trabalhador deve dispor de uma balaustrada quando o espaço livre no plano horizontal para além da extremidade do teto da cabina exceder 0,30 m.

Esta balaustrada no caso de caixas totalmente fechadas deve possuir altura mínima de 0,70 m; e no caso de caixas parcialmente fechadas a altura mínima de 0,90 m. Deve consistir de pelo menos um corrimão, um rodapé de 0,10 m de altura e uma barra intermediária a meia altura. A distância horizontal entre a borda mais exterior do corrimão e partes na caixa (contrapeso, interruptores, palhetas de atuação de interruptores, trilhos, etc.) deve ser pelo menos de 0,10 m. A balaustrada no lado de acesso deve prover segurança e facilidade de acesso ao topo da cabina e a balaustrada deve ser localizada dentro de 0,15 m no máximo das extremidades do teto da cabina. Caso seja utilizado vidro, este deve ser laminado (ABNT NBR NM 207, 1999).

4.5.8 Freio eletromecânico

O freio eletromecânico deve ser capaz por si só de parar a máquina quando o carro estiver viajando em descida com velocidade nominal e com a carga nominal mais 25%. Nessas condições, o retardamento do carro não deve exceder aquele resultante da atuação do freio de segurança ou do impacto nos pára-choques. Todos os componentes mecânicos do freio que tomam parte na ação de freada no tambor ou disco devem ser instalados em duplicata e ter dimensões de modo que se um dos componentes não estiver trabalhando no tambor ou disco, mesmo assim deverá continuar a ser exercido um esforço de freada suficiente para redução da velocidade do carro com a carga nominal. Qualquer núcleo de bobina é considerado como sendo uma parte mecânica, enquanto que qualquer bobina não. O componente

sobre o qual o freio atua deve estar acoplado diretamente à polia motriz mediante elementos rígidos (ABNT NBR NM 207, 1999).

Para manter o freio aberto, em operação normal, deve estar assegurado um fluxo permanente de corrente elétrica. A interrupção desta corrente deve ser feita por pelo menos dois dispositivos elétricos independentes, combinado ou não com aqueles que causam a interrupção de corrente de alimentação da máquina. Se, com o elevador parado, um dos contadores não abriu os contatos principais, deve ser impedida uma nova partida do carro, no mais tardar na próxima mudança de sentido de movimento. Quando o motor do elevador funciona como gerador, não deve ser possível para o dispositivo elétrico que aciona o freio ser alimentado pelo motor de acionamento.

A ação de freada deve ocorrer sem atraso adicional depois da abertura do circuito de disparo do freio (o uso de diodo ou capacitor ligado diretamente aos terminais da bobina do freio não deve ser considerado como um meio de atraso).

Qualquer máquina montada com o dispositivo de operação manual de emergência deve ser capaz de ser acionada manualmente e deve requerer um esforço permanente para manter o freio aberto. A pressão da sapata do freio deve ser exercida por molas de compressão ou pesos, guiados. A ação de freada deve ser exercida pela aplicação de, pelo menos, duas sapatas sobre o tambor ou disco do freio. Freios de fita são proibidos. As lonas do freio devem ser incombustíveis e isentas de amianto (ABNT NBR NM 207, 1999).

Se o esforço manual requerido para mover o carro em subida e com a sua carga nominal não superar 400 N, a máquina deve possuir um meio manual de operação de emergência que permita levar o carro a um pavimento por intermédio de um volante liso ou, alternativamente, de uma manobra elétrica de emergência. Se o volante é removível, ele deve ser colocado em um lugar acessível na casa de máquinas. Ele deve ser convenientemente marcado se houver qualquer risco de confusão com referência à máquina a qual pertence. Um dispositivo elétrico de segurança deve ser atuado impedindo o funcionamento do motor quando o volante for colocado na máquina. Deve ser possível verificar facilmente a partir da casa de máquinas se o carro está dentro da zona de destravamento. Esta verificação pode

ser feita, por exemplo, colocando marcas nos cabos de tração ou no cabo do limitador de velocidade. Se o esforço definido supera 400 N, deve ser provido na casa de máquinas meio de operação elétrica de emergência (ABNT NBR NM 207, 1999).



Figura 9 Máquina de tração

Fonte: Torin, 2010

4.5.9 Proteção da maquinaria

As máquinas devem possuir proteção efetiva para as partes girantes acessíveis que podem ser perigosas como chavetas e parafusos nos eixos; fitas, correntes e correias; engrenagens, pinhões; eixos salientes de motores; limitador de velocidade. Tais itens devem ser pintados de amarelo, pelo menos parcialmente.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que com a utilização dos sistemas de segurança os riscos de acidentes relativos aos trabalhadores são menores.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 207. **Elevadores Elétricos de Passageiros**: Requisitos de Segurança para Construção e Instalação. Rio de Janeiro, 1999.

MOVE Consultoria e Serviços Ltda. **Cabos de aço de tração para elevadores**. Disponível em: <<http://www.moveconsult.com.br/cabos.php>> Acesso em: 04 out. 2010.

IPH do Brasil. **Cabos de aço.**, [S.l.], [2002].

MONTE, P. J. D. **Elevadores e Escadas Rolantes**, Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

OVERSPEED GOVERNOR, China Ningbo Xinda Group CO. Ltd., Disponível em: <http://www.elevator-components-package.com/ProductView/ProductView_54.htm> Acesso em: 04 out. 2010.

Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. **Transportes Verticais: elevadores**. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2002-2/Transportes_Verticais/>. Acesso em: 04 out. 2010.