



**ABNT – Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas**

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13 28º andar  
CEP 20003-900 – Caixa Postal 1680  
Rio de Janeiro – RJ  
Tel.: PABX (021) 3974-2300  
Fax: (021) 3974-1762/2220-6436  
Endereço eletrônico:  
www.abnt.org.br

Copyright © 2006  
ABNT–Associação Brasileira  
de Normas Técnicas  
Printed in Brazil/  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

JUL 2007

**Projeto 04:010.13-002**

# **Elevadores elétricos de passageiros - Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores com maquinaria dentro da caixa**

Origem – Projeto PNB 04:010.13-002

ABNT/CB-04 - Comitê Brasileiro de Maquinas e Equipamentos Mecânicos.

CE 04.010.13 - Comissão de Estudo de Elevadores Elétricos.

PNB 04:010.13-002 - Electric passenger elevators - Safety rules for the construction and installation of lifts with machineries in shaft.

Descriptors: Elevator (lift). Machine room less elevators (lifts). New elevators (lifts). Construction and installation of elevators (lifts)

Esta Norma foi baseada na norma EN81-1:1998/A2:2004.

Palavras-chave:	Elevador, Elevadores sem casa de máquinas, Elevadores elétricos novos. Construção e instalação de elevadores.	32 páginas
-----------------	---	------------

## **Índice**

<b>Prefácio</b> .....	<b>2</b>
<b>0 Introdução</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Objetivo</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Definições</b> .....	<b>3</b>
<b>5 Caixa do elevador</b> .....	<b>3</b>
5.3 Paredes, piso e teto da caixa.....	3
<b>6 Espaços da maquinaria e polias</b> .....	<b>4</b>
6.1 Disposições gerais.....	4
6.2 Acesso.....	4
6.3 Maquinaria em casa de máquinas.....	5
6.4 Maquinaria dentro da caixa.....	5
6.5 Maquinaria fora da caixa.....	8
6.6 Dispositivos para operações de emergência e ensaios.....	9
6.7 Construção e equipamento dos espaços da polia.....	9
6.7.1 Casa de polias.....	9
6.7.2 Polias na caixa.....	9
<b>9 Suspensão, compensação, freio de segurança e limitador de velocidade</b> .....	<b>9</b>
9.1 Tipos de suspensão e número dos meios de suspensão.....	10
9.2 Relação entre o diâmetro de polias e o dimensões dos meios de suspensão, coeficiente de segurança dos meios de suspensão.....	10
9.7 Freio de segurança.....	11
<b>12 Máquinas</b> .....	<b>11</b>
12.5 Operação de emergência.....	11
<b>13 Aparelhos e instalações elétricas</b> .....	<b>12</b>
13.1 Disposições gerais.....	12
13.4 Interruptores principais.....	12
13.6 Iluminação e tomadas elétricas.....	12
<b>14 Proteções contra falhas elétricas; controles; prioridades</b> .....	<b>13</b>
14.2 Controles.....	13
<b>15 Avisos, marcações e instruções de operação</b> .....	<b>15</b>

15.4	Espaços da maquinaria e polias .....	15
15.5	Caixa.....	15
15.15	Grupo de elevadores .....	15
<b>16</b>	<b>Inspecões, ensaios, registro, manutenção .....</b>	<b>16</b>
16.4	Informação do fabricante/instalador.....	16
<b>Anexo A (normativo) Lista dos dispositivos elétricos de segurança .....</b>		<b>17</b>
<b>Anexo C (informativo) Dossiê Técnico .....</b>		<b>18</b>
C.1	Generalidades.....	18
C.2	Detalhes técnicos e desenhos.....	18
<b>Anexo D (normativo) Inspecões e ensaios antes da colocação em serviço .....</b>		<b>20</b>
D.2	Ensaio e verificações.....	20
<b>Anexo E (informativo) Inspecões e ensaios periódicos, inspecões e ensaios depois de modificações importantes ou após um acidente.....</b>		<b>21</b>
E.2	Inspecões e ensaios depois de modificações importantes ou após um acidente.....	21
<b>Anexo M (informativo) Avaliação da tração .....</b>		<b>22</b>
M.1	Introdução .....	22
M.2	Cálculo da tração .....	22
M.3	Exemplo prático.....	25
<b>Anexo N (normativo) Avaliação do coeficiente de segurança para cabos de suspensão .....</b>		<b>28</b>
N.1	Generalidades.....	28
N.2	Número equivalente de polias $N_{equiv}$ .....	28
N.3	Coeficiente de segurança.....	29
N.4	Exemplos .....	31
<b>Anexo O (informativo) Espaços para maquinarias – Acessos (6.2).....</b>		<b>32</b>

## Prefácio

A NBR NM 207:1999 requer uma casa de máquinas e de polias especiais. A tecnologia moderna demonstra que as máquinas e peças associadas a elas podem ser colocadas na caixa. Para garantir a segurança da operação normal, manutenção e inspeção são necessárias disposições, que ainda não estão descritas na norma NBR NM 207:1999.

Esta Norma contempla as precauções adicionais necessárias, substituindo o texto relevante existente da NBR NM 207:1999 ou adicionando novas subseções, conforme a seguir é indicado.

## 0 Introdução

**0.1.2.2 c)** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

peças que se encontram fora da caixa, do espaço da maquinaria e polias (se existir).

**0.2.2** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Esta Norma não somente trata dos requisitos de segurança essenciais, mas adicionalmente estabelece as regras mínimas para a instalação de elevadores nos edifícios/construções. Regulamentos técnicos para a construção de edifícios não podem ser ignorados.

**0.3.10 b)** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Escorregamento sem controle dos meios de suspensão na polia motriz;

**0.3.10 c)** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Quebra e afrouxamento de toda ligação dos seguintes elementos auxiliares: meios de suspensão, cabos, correntes e correias;

**0.3.15** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Para assegurar o funcionamento correto do equipamento no(s) espaço(s) da maquinaria, ou seja, levando em consideração o calor dissipado pelo equipamento, a temperatura ambiente no(s) espaço(s) da maquinaria deve ser mantida entre +5 °C e +40 °C.

**0.3.16** A seguinte subseção é adicionada:

As áreas de acesso devem ser adequadamente iluminadas (ver 0.2.5).

**0.3.17** A seguinte subseção é adicionada:

As dimensões mínimas de passagens requeridas pelas normas de edificações não devem ser obstruídas pelas portas ou alçapões abertos do elevador e/ou quaisquer meios de proteção para áreas de trabalho fora da caixa, onde colocados em conformidade com a instrução de manutenção (ver 0.2.5).

**0.3.18** A seguinte subseção é adicionada:

Onde mais de uma pessoa estiver trabalhando ao mesmo tempo num elevador, devem ser assegurados meios adequados de comunicação entre elas.

**0.3.19** A seguinte subseção é adicionada:

Não é intenção desta norma impedir novos desenvolvimentos do elevador. Um projeto novo deve atender a pelo menos os requisitos de segurança desta norma.

## **1 Objetivo**

O texto deste capítulo é substituído pelo seguinte:

Os elevadores elétricos com maquinaria dentro da caixa devem atender à NBR NM 207:1999, exceto os requisitos que constam desta Norma.

**1.1** Esta Norma especifica as regras de segurança para a construção e instalação de elevadores elétricos novos sem casa de máquinas instalados permanentemente servindo pavimentos definidos, tendo carro projetado para o transporte de pessoas e objetos, suspenso por cabos ou cintas e movendo-se entre guias inclinadas no máximo 15° com a vertical.

**1.2** Em casos especiais, em complementação às exigências desta Norma, deverão ser consideradas exigências suplementares (atmosfera explosiva, condições climáticas extremas, terremotos, transporte de mercadorias perigosas etc.).

**1.3** Esta Norma não especifica as exigências adicionais necessárias para o uso de elevadores em caso de incêndio.

## **3 Definições**

As seguintes definições são adicionadas:

**maquinaria:** Equipamento até então localizado na casa de máquinas, armário(s) de comando para o sistema de controle e acionamento, máquina do elevador, interruptores(s) principais e meios para operações de emergência.

**pessoa autorizada:** Pessoa com autorização para acessar e trabalhar em áreas restritas do elevador (i.e. espaço da maquinaria, caixa e poço) com o propósito de inspeção, ensaio e manutenção do elevador ou para resgatar passageiros.

**casa de máquinas:** Esta definição é substituída pela seguinte:

**espaço da maquinaria:** Espaço(s) dentro ou fora da caixa onde está localizada a maquinaria como um todo ou em partes.

**casa de polias:** Esta definição é substituída pela seguinte:

**espaço de polias:** Espaço(s) dentro ou fora da caixa onde estão localizadas as polias.

**carga de ruptura mínima do cabo:** Esta definição é substituída pela seguinte:

**carga de ruptura mínima do cabo ou cinta:** É o produto da secção transversal resistente do cabo ou cinta (em milímetros quadrados) pela tensão de tração nominal dos arames, fios ou fibras (em newtons por milímetro quadrado), e o coeficiente apropriado para o tipo de construção do cabo ou cinta.

**elevador de tração:** Esta definição é substituída pela seguinte:

Elevador cujos meios de suspensão são acionados por atrito nas ranhuras da polia motriz da máquina.

## **5 Caixa do elevador**

**5.2.1 e)** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

aberturas permanentes entre a caixa e as casas de máquinas e de polias.

### **5.3 Paredes, piso e teto da caixa**

As seguintes subseções são adicionadas no final do segundo parágrafo.

#### **5.3.1 Resistência das paredes**

**5.3.1.1** Para o funcionamento seguro do elevador, as paredes devem ter uma resistência mecânica tal que, quando aplicada uma força de 300 N, uniformemente distribuída numa área redonda ou quadrada de 5 cm<sup>2</sup> em ângulo reto, a parede em qualquer ponto deve

- a) resistir sem deformação permanente;
- b) resistir sem deformação elástica maior que 15 mm.

Ver também 5.4.

**5.3.1.2** Painéis de vidro, plano ou formado, posicionados em lugares normalmente acessíveis a pessoas devem ser feitos de vidro laminado de segurança até a altura definida em 5.2.1.2.

### 5.3.2 Resistência do piso do poço

**5.3.2.1** O piso do poço deve suportar ao pé de cada guia, exceto para guias penduradas, uma força em newtons devida à massa em quilogramas das guias mais a reação em newtons no momento de operação do freio de segurança (ver G.2.3 e G.2.4).

**5.3.2.2** O piso do poço deve suportar, abaixo do suporte do pára-choque do carro, quatro vezes a carga estática aplicada pela massa do carro com a carga nominal calculada pela fórmula:

$$4 \cdot g_n \cdot (P + Q)$$

onde:

$P$  massa do carro vazio e componentes suportados pelo carro, por exemplo, parte do cabo de comando, cabos/correntes de compensação (se existem), etc., em quilogramas;

$Q$  massa da carga nominal, em quilogramas;

$g_n$  aceleração da gravidade normalizada (9,81 m/s<sup>2</sup>).

**5.3.2.3** O piso do poço deve suportar, abaixo do suporte do pára-choque do contrapeso, quatro vezes a carga estática da massa do contrapeso, calculada por:

$$4 \cdot g_n \cdot (P + qQ)$$

onde:

$P$  massa do carro vazio e componentes suportados pelo carro, por exemplo, parte do cabo de comando, cabos/correntes de compensação (se existem), etc, em quilogramas;

$Q$  massa da carga nominal, em quilogramas;

$g_n$  aceleração da gravidade normalizada (9,81 m/s<sup>2</sup>);

$q$  fator de balanceamento (ver G.2.4).

### 5.3.3 Resistência do teto

Sem prejuízo das exigências de 6.3.1 e/ou 6.4.1, no caso de guias suspensas, os pontos de suspensão devem ser capazes de suportar pelo menos as cargas e forças de acordo com G.5.1.

**5.7.1.1 c) 2)** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

a parte mais alta dos cursores ou das ligações dos meios de suspensão deve ser pelo menos igual a  $0,1 + 0,035 v^2$ .

**5.7.1.1 d)** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

deve ter acima da cabina espaço suficiente para acomodar um paralelepípedo reto retangular de pelo menos 0,5 m x 0,6 m x 0,8 m apoiado em uma de suas faces. Para elevadores com efeito simples, os meios de suspensão e suas fixações podem estar incluídas neste espaço, desde que nenhuma linha de centro do meio de suspensão esteja a uma distância excedendo 0,15 m de pelo menos uma superfície vertical do paralelepípedo.

## 6 Casa de máquinas e de polias

Todo o capítulo 6 é substituído pelo seguinte texto:

### 6 Espaços da maquinaria e polias

#### 6.1 Disposições gerais

Tanto maquinaria como polias devem estar localizadas em espaços para maquinaria e polias. Esses espaços e as áreas de trabalho associadas devem ser acessíveis. Providências devem ser tomadas para permitir o acesso aos espaços somente a pessoas autorizadas (manutenção, inspeção e resgate).

Os espaços e as áreas de trabalho associadas devem ser adequadamente protegidos contra as influências ambientais a serem levadas em consideração e fornecer áreas adequadas para os trabalhos de manutenção/inspeção e as operações de emergência. Ver 0.2.2, 0.2.5 e 0.3.3.

Ver anexo O.

#### 6.2 Acesso

**6.2.1** O caminho de acesso, adjacente a qualquer porta/alçapão dando acesso aos espaços da maquinaria e polias, deve ser:

- apropriadamente iluminado por instalação(ões) elétrica(s) permanente(s);
- de uso fácil e totalmente seguro em todas as circunstâncias e sem a necessidade de entrar em locais privados;

c) de altura mínima de 2,0 m e largura mínima de 0,7 m. Soleiras e bordas de portas com altura que não exceda 0,4 m não são levadas em consideração.

**6.2.2** Deve ser provido um acesso seguro para as pessoas aos espaços da maquinaria e polias. De preferência, o acesso deve ser totalmente feito por meio de escada fixa. Caso não seja possível instalar escada fixa, devem ser usados outros tipos de escadas que atendam aos seguintes requisitos:

a) o acesso aos espaços da maquinaria e polias não deve estar localizado mais do que 4 m acima do nível acessado pelas escadas fixas;

b) devem ser presas ao acesso de tal forma que não possam ser removidas;

c) se com mais de 1,50 m de altura, quando posicionadas para o acesso, devem formar um ângulo entre 65° e 75° com a horizontal e ser providas com meios que as impeçam de escorregar ou virar;

d) a largura livre deve ser 0,35 m no mínimo, a profundidade dos degraus não deve ser menor que 25 mm e, no caso de serem verticais, a distância entre os degraus e a parede atrás da escada não deve ser menor que 0,15 m. Os degraus devem ser projetados para suportar uma carga de 1 500 N;

e) adjacente ao topo da escada deve haver pelo menos um pegador de fácil alcance;

f) em volta da escada, dentro de uma distância horizontal de 1,50 m, deve ser prevenido o risco de queda de uma altura superior ao da escada.

### **6.3 Maquinaria em casa de máquinas**

Ver NBR NM 207:1999 subseções 6.1, 6.2 e 6.3.

### **6.4 Maquinaria dentro da caixa**

#### **6.4.1 Disposições gerais**

**6.4.1.1** Os suportes da maquinaria e áreas de trabalho dentro da caixa devem ser construídos de forma a suportar no mínimo os esforços aos quais serão submetidos.

**6.4.1.2** Caso as caixas sejam parcialmente fechadas na parte exterior dos edifícios, a maquinaria deve ser adequadamente protegida contra as influências ambientais.

**6.4.1.3** A altura livre para movimentação dentro da caixa de uma área de trabalho a outra não deve ser menor que 1,80 m.

#### **6.4.2 Dimensões das áreas de trabalho dentro da caixa**

**6.4.2.1** As dimensões das áreas de trabalho na maquinaria dentro da caixa devem ser suficientes para permitir o trabalho fácil e seguro nos equipamentos.

Particularmente, deve haver uma altura livre de, no mínimo, 2 m nas áreas de trabalho e:

a) uma área horizontal de pelo menos 0,50 m x 0,60 m para manutenção e inspeção de partes nos pontos, onde necessário;

b) uma área horizontal livre em frente aos armários e painéis de controle, definida como segue:

1) profundidade mínima de 0,70 m, medida a partir da superfície externa do fechamento;

2) largura, a maior entre os seguintes valores: 0,50 m ou a largura total do armário ou painel.

**6.4.2.2** Deve haver uma distância vertical livre mínima de 0,30 m acima das partes giratórias não protegidas da máquina. Se a distância for menor de 0,30 m deve ser provida proteção conforme 9.6.1 a).

Ver também 5.7.1.1.

#### **6.4.3 Áreas de trabalho na cabina ou no teto da cabina**

**6.4.3.1** Se o trabalho de manutenção/inspeção da maquinaria é para ser executado de dentro da cabina ou a partir do teto da cabina e se qualquer tipo de movimento não controlado ou não esperado do carro resultante da manutenção/inspeção possa ser perigoso para as pessoas, o seguinte se aplica:

a) qualquer movimento perigoso do carro deve ser impedido por um dispositivo mecânico;

b) todo movimento do carro deve ser impedido por meio de um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2 a menos que o dispositivo mecânico esteja em sua posição inativa;

c) quando este dispositivo estiver na sua posição ativa, deve ser possível realizar o trabalho de manutenção e de sair da área de trabalho com segurança.

**6.4.3.2** Os dispositivos necessários para uma operação de emergência e ensaios dinâmicos (como teste de freios, tração, freio de segurança, pára-choque ou testes dos meios de proteção contra sobrevelocidade de subida) devem ser dispostos de forma que esses dispositivos possam ser operados a partir da parte externa da caixa, em conformidade com 6.6.

**6.4.3.3** Se portas de inspeção e/ou alçapões estiverem localizadas nas paredes da cabina, eles devem:

- a) ter dimensões suficientes para realizar o trabalho requerido através da porta/alçapão;
- b) ser tão pequenos quanto possível para evitar queda dentro da caixa;
- c) não abrir para fora da cabina;
- d) ser provido com uma trava operada com chave, capaz de ser fechada e trancada sem uso da chave;
- e) ser provido com um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2, verificando a posição travada;
- f) ser não perfurado e satisfazer os requisitos de resistência mecânica dos painéis da cabina.

**6.4.3.4** Onde for necessário mover o carro de dentro da cabina com a porta/alçapão aberto o seguinte se aplica:

- a) uma botoeira de inspeção conforme 14.2.1.3 deve estar disponível perto da porta/alçapão de inspeção;
- b) a botoeira de inspeção na cabina deve tornar não operante o dispositivo elétrico de segurança mencionado em 6.4.3.3 e);
- c) a botoeira de inspeção dentro da cabina deve ser acessível somente a pessoa autorizada e arranjada de tal forma que não seja possível usá-la para acionar o carro por alguém estando no topo do carro, por exemplo, pela colocação dela atrás da porta/alçapão de inspeção.
- d) se a menor dimensão da abertura excede 0,20 m, a distância livre horizontal entre a borda externa da abertura no painel da cabina e equipamento instalado na caixa em frente da abertura deve ser pelo menos 0,30 m.

#### **6.4.4 Áreas de trabalho no poço**

**6.4.4.1** Onde a maquinaria for mantida ou inspecionada a partir do poço e se esse trabalho requer a movimentação do carro, ou puder resultar em movimento descontrolado ou inesperado do carro, o seguinte se aplica:

- a) um dispositivo permanentemente instalado deve ser provido para parar mecanicamente o carro com qualquer carga até a carga nominal e de qualquer velocidade até a velocidade nominal, a fim de criar uma distância livre de, no mínimo, 2 m entre o piso da área de trabalho e as partes mais baixas do carro, excluindo cursores, blocos do freio de segurança e protetor da soleira. O retardamento do dispositivo mecânico, se não for o freio de segurança, não deve exceder aquele produzido pelo pára-choque;
- b) o dispositivo mecânico deve ser capaz de manter o carro parado;
- c) o dispositivo mecânico pode ser operado manual ou automaticamente;
- d) onde for necessário mover o carro a partir do poço, uma botoeira de inspeção conforme 14.2.1.3 deve estar disponível no poço;
- e) a abertura de qualquer porta, feita com a chave de acesso ao poço, deve ser verificada por um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2, que impeça todos os movimentos posteriores do elevador. O movimento somente deve ser possível em conformidade com g) abaixo;
- f) quando o dispositivo mecânico estiver na posição ativa, todos os movimentos do carro devem ser impedidos por um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2;
- g) quando o dispositivo mecânico estiver na posição ativado, verificado através do dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2, somente devem ser possíveis os movimentos elétricos da cabina controlados pela botoeira de inspeção mencionada em d) acima;
- h) o retorno do elevador para o serviço normal, somente deve ser feito pela operação do dispositivo elétrico de segurança mencionado em a).

**6.4.4.2** Quando o carro estiver na posição de acordo com 6.4.4.1 a), deve ser possível deixar a área de trabalho com segurança.

**6.4.4.3** Os dispositivos necessários para uma operação de emergência e testes dinâmicos (como teste de freios, tração, freio de segurança, pára-choque ou testes dos meios de proteção contra sobrevelocidade ascendente) devem ser dispostos de forma que esses dispositivos possam ser operados a partir da parte externa da caixa, em conformidade com 6.6.

#### **6.4.5 Áreas de trabalho em uma plataforma**

**6.4.5.1** Onde a manutenção ou inspeção da maquinaria é para ser executada a partir de uma plataforma, esta deve ser:

- a) permanentemente instalada; e
- b) retrátil, se estiver no percurso do carro ou contrapeso.

**6.4.5.2** Onde a manutenção ou inspeção da maquinaria é executada a partir de uma plataforma localizada no percurso do carro ou contrapeso:

- a) o carro deve ser mantido parado usando um dispositivo mecânico em conformidade com 6.4.3.1 a) e b); ou

b) onde o carro necessita ser movimentado, o percurso do carro deve ser limitado através de batentes móveis, de forma que o carro seja parado:

- pelo menos 2 m acima da plataforma, se o carro estiver descendo no sentido da plataforma;
- abaixo da plataforma, em conformidade com 5.7.1.1 b), c) e d), se o carro estiver subindo no sentido da plataforma.

**6.4.5.3** A plataforma deve:

a) suportar, em qualquer posição, duas pessoas, cada uma pesando 1 000 N em uma área de 0,20 m x 0,20 m, sem deformação permanente. Se a plataforma for destinada ao manuseio de equipamentos pesados, as dimensões devem ser consideradas de acordo e a resistência mecânica da plataforma que deve ser adequada para resistir às cargas e forças às quais a plataforma está submetida (ver 6.4.10);

b) ser fornecida com uma balaustrada, em conformidade com 8.12.1.c);

c) ser equipada com meios que assegurem que:

- 1) o degrau entre o piso da plataforma e o nível de acesso não deve exceder 0,50 m;
- 2) não seja possível passar uma esfera de diâmetro de 0,15 m através de qualquer abertura entre a plataforma e a soleira da porta de acesso;
- 3) qualquer folga medida horizontalmente entre a folha da porta de pavimento totalmente aberta e a borda da plataforma não deve exceder 0,15 m, a não ser que provisões adicionais tenham sido tomadas para evitar queda dentro da caixa.

**6.4.5.4** Além do item 6.4.5.3, uma plataforma retrátil deve ser:

a) provida com um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2, que comprove a posição totalmente retraída da mesma;

b) provida com meio para colocá-la ou removê-la da posição de trabalho. Esta operação deve ser possível do poço ou pelos meios localizados na parte externa da caixa e acessível somente a pessoas autorizadas.

Se o acesso à plataforma não for através de uma porta de pavimento, a abertura da porta de acesso deve ser impossibilitada quando a plataforma não estiver na posição de trabalho ou, como alternativa, meios que previnam quedas na caixa devem ser providos.

**6.4.5.5** Em caso de 6.4.5.2 b) os batentes móveis devem ser automaticamente operados quando a plataforma estiver abaixada. Devem ser providos com:

a) pára-choques, em conformidade com 10.3 e 10.4;

b) um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, que somente permita que o carro seja movido se os batentes móveis estiverem totalmente na posição retraída;

c) um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, que somente permita que o carro seja movido com a plataforma abaixada, se os batentes móveis estiverem totalmente na posição estendida.

**6.4.5.6** Onde existe necessidade de mover o carro a partir da plataforma, uma botoeira de inspeção conforme 14.2.1.3 deve ser disponível para uso na plataforma.

Quando os batentes móveis estiverem nas posições ativas, movimento elétrico do carro somente deve ser possível da botoeira de inspeção.

**6.4.5.7** Os dispositivos necessários para uma operação de emergência e testes dinâmicos (como testes dos freios, tração, freio de segurança, pára-choque ou testes dos meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente) devem ser providos para que esses dispositivos possam ser operados a partir da parte externa da caixa, em conformidade com 6.6.

#### **6.4.6 Áreas de trabalho fora da caixa**

Quando a maquinaria estiver na caixa para receber manutenção/inspeção da parte de fora da caixa, diferentemente de 6.1, as áreas de trabalho, em conformidade com 6.3.3.1 e 6.3.3.2, podem ser na parte externa da caixa. O acesso a esse equipamento somente deve ser possível por uma porta/alçapão, em conformidade com 6.4.7.2.

#### **6.4.7 Portas e alçapões**

**6.4.7.1** Áreas de trabalho dentro da caixa devem ser acessíveis através de portas nos fechamentos da caixa. O acesso pode ser através de portas de pavimento ou portas satisfazendo os seguintes requisitos:

- a) ter largura mínima de 0,60 m e altura mínima de 1,80 m;
- b) não abrir para dentro da caixa;
- c) ser providas com trinco operado por chave, com fechamento e travamento autônomos;
- d) ser abertas de dentro da caixa sem a chave, mesmo quando estiverem travadas;

e) ser providas com um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, para verificar a posição fechada;

f) ser não perfuradas, satisfazendo os mesmos requisitos para resistência mecânica das portas de pavimento e estar em conformidade com 7.2.2.

**6.4.7.2** O acesso à maquinaria dentro da caixa a partir de uma área de trabalho fora da caixa deve:

- a) ter dimensões suficientes para executar o trabalho através da porta/alçapão;
- b) ser tão pequeno quanto possível para evitar queda para dentro da caixa;
- c) não abrir para dentro da caixa;
- d) ser provido de um trinco operado por chave, o qual possa ser fechado e travado sem uso da chave;
- e) ser provido de um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, para verificar a posição fechado;

f) não ser perfurado e satisfazer os mesmos requisitos de resistência mecânica como os das portas de pavimento, e atender os regulamentos pertinentes a proteção ao fogo para o edifício em questão.

#### **6.4.8 Ventilação**

Os espaços da maquinaria devem ser adequadamente ventilados. O equipamento elétrico da maquinaria deve ser protegido do pó, fumaças nocivas e umidade.

#### **6.4.9 Iluminação e tomadas elétricas**

As áreas de trabalho devem ter uma iluminação elétrica de instalação permanente com intensidade mínima de 200 lx ao nível do piso. A alimentação dessa iluminação deve estar em conformidade com 13.6.1.

NOTA - Esta iluminação pode ser parte da iluminação da caixa.

Um interruptor acessível somente a pessoas autorizadas, colocado próximo ao(s) ponto(s) de acesso das áreas de trabalho, em uma altura apropriada, deve ligar/desligar a iluminação das áreas e espaços.

Deve haver, no mínimo, uma tomada elétrica (ver 13.6.2) nos locais apropriadas para cada área de trabalho.

#### **6.4.10 Manuseio do equipamento**

Um ou mais suportes ou ganchos de metal, o que for mais apropriado, com a indicação da carga segura de trabalho (15.4.6), devem estar convenientemente posicionados nos espaços da maquinaria, para permitir o içamento de equipamentos pesados (ver 0.2.5 e 0.3.14).

### **6.5 Maquinaria fora da caixa**

#### **6.5.1 Disposições gerais**

Os espaços da maquinaria fora da caixa, não localizados em uma casa de máquina separada, devem ser construídos de maneira a suportar as cargas e forças aos quais estarão sujeitas.

#### **6.5.2 Gabinete da maquinaria**

**6.5.2.1** A maquinaria do elevador deve estar localizada dentro de um gabinete que não deve ser usado para outros propósitos que não sejam do elevador. Não deve conter dutos, cabos ou dispositivos outros que não estejam relacionados com os elevadores.

**6.5.2.2** O gabinete deve consistir de paredes, piso, teto e porta(s) não perfurados.

As únicas aberturas permitidas são:

- a) aberturas de ventilação;
- b) aberturas necessárias entre a caixa e o gabinete da máquina para funcionamento do elevador;
- c) aberturas de ventilação para escape de gases e fumaças em caso de incêndio.

Essas aberturas quando acessíveis a pessoas não autorizadas devem atender os seguintes requisitos:

- a) ter proteção conforme NBR NM ISO 13852:2003 tabela 5 contra contato em zonas de perigo; e
- b) possuir grau de proteção de pelo menos, IP 2XD contra contato com equipamento elétrico.

**6.5.2.3** A(s) porta(s) deve(m):

- a) ter um tamanho suficiente para que o trabalho possa ser executado através dela(s);
- b) não abrir para o lado de dentro do gabinete;
- c) ter trinco(s) operado(s) por chave que permita(m) seja(m) a(s) porta(s) fechada(s) e travada(s) sem o uso de chave.

#### **6.5.3 Área de trabalho**



A área de trabalho em frente a um gabinete da maquinaria deve estar em conformidade com 6.4.2.

#### **6.5.4 Ventilação**

O gabinete da maquinaria deve ser adequadamente ventilado. Essa ventilação deve permitir que a maquinaria esteja protegida no que for pratico viável de poeira, fumaças nocivas e umidade.

#### **6.5.5 Iluminação e tomadas elétricas**

A parte interna do gabinete da maquinaria deve ter uma iluminação elétrica permanentemente instalada, com uma intensidade de, no mínimo, 200 lx ao nível do piso. A alimentação dessa iluminação deve estar em conformidade com 13.6.1.

Um interruptor colocado dentro, próximo à(s) porta(s), em uma altura apropriada, deve controlar a iluminação do gabinete.

Deve haver, no mínimo, uma tomada elétrica (ver 13.6.2).

### **6.6 Dispositivos para operações de emergência e ensaios**

**6.6.1** No caso de 6.4.3, 6.4.4 e 6.4.5, os dispositivos necessários para as operações de emergência e ensaios devem ser fornecidos em painel(éis) adequado(s) para execução de tais operações e ensaios dinâmicos de fora da caixa. O(s) painel(éis) deve(m) ser acessível(eis) somente a pessoas autorizadas. Isto também se aplica aos meios de manutenção onde procedimentos requerem movimento do carro e o trabalho não pode ser realizado com segurança a partir das áreas disponíveis dentro da caixa.

Se os dispositivos de emergência e ensaios não estiverem protegidos dentro de um gabinete da maquinaria, eles devem receber uma proteção adequada, que:

- a) não abra para dentro da caixa;
- b) ter trinco(s) operado(s) por chave que permita(m) seja(m) a(s) porta(s) fechada(s) e travada(s) sem o uso de chave.

**6.6.2** O(s) painel(éis) deve(m) ser providos com:

- a) dispositivos de operação de emergência conforme 12.5 junto com um sistema de intercomunicação ou dispositivo similar em conformidade com 14.2.3.4;
- b) equipamento de controle que possibilite a realização de ensaios dinâmicos (6.4.3.2, 6.4.4.3, 6.4.5.7);
- c) visor para uma observação direta da máquina ou dispositivos mostradores que informem:
  - o sentido de movimento do carro;
  - a chegada a uma zona de destravamento de porta; e
  - a velocidade do elevador.

**6.6.3** Os dispositivos no(s) painel(éis) deve(m) ser iluminado(s) por iluminação elétrica permanentemente instalada, com intensidade de, no mínimo, 50 lx medida no dispositivo.

Um interruptor colocado no painel ou próximo a ele deve ligar/desligar a iluminação do(s) painel(éis).

A alimentação dessa iluminação deve estar em conformidade com 13.6.1.

**6.6.4** O(s) painel(éis) para operações de emergência e testes deve(m) ser instalado(s) somente onde houver uma área de trabalho disponível, de acordo com 6.3.3.1.

### **6.7 Construção e equipamento dos espaços da polia**

#### **6.7.1 Casa de polias**

Ver NBR NM 207:1999 subseção 6.4.

#### **6.7.2 Polias na caixa**

As polias de desvio podem ser instaladas no topo da caixa, contanto que estejam localizadas fora da projeção do teto do carro, e que as inspeções e ensaios, bem como as operações de manutenção, possam ser executadas com total segurança, a partir do teto da cabina, de dentro da cabina (6.4.3), de uma plataforma (6.4.5) ou de fora da caixa.

Entretanto, uma polia de desvio, com laçada simples ou dupla, pode ser instalada acima do teto da cabina para desviar em direção ao contrapeso, contanto que o eixo pode ser alcançado com total segurança a partir do teto da cabina ou de uma plataforma (6.4.5).

## **9 Suspensão, compensação, freio de segurança e limitador de velocidade**

### **9.1 Tipos de suspensão e número de cabos**

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

## 9.1 Tipos de suspensão e número dos meios de suspensão

9.1.1 Os carros e os contrapesos devem ser suspensos por cabos ou cintas.

9.1.2 Os meios de suspensão do carro, suas fixações e quaisquer partes terminais devem ser selecionados e projetados de forma a assegurar razão de tração e pressão específica no mínimo equivalentes ao exigido em 9.3 e nível de segurança conforme 9.2.2 e 9.2.3 para cabos de aço.

9.1.3 O número mínimo de cabos ou cintas deve ser de dois. Cabos ou cintas devem ser independentes.

9.1.4 No caso de dois cabos ou cintas, um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2 deve parar o carro no caso de um alongamento relativo anormal de um cabo ou cinta.

## 9.2 Relação entre o diâmetro de polias e os diâmetros de cabos, coeficiente de segurança de cabos

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

### 9.2 Relação entre o diâmetro de polias e o dimensões dos meios de suspensão, coeficiente de segurança dos meios de suspensão

9.2.1 O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

A relação entre o diâmetro primitivo de polias e o diâmetro nominal dos cabos de suspensão de aço deve ser pelo menos 40, independente do número de pernas.

Para cabos ou cintas de aço, de outros materiais e outros tipos de suspensão podem ser usados valores diferentes para esta relação, desde que forneçam valores de coeficiente de segurança, razão de tração e vida útil dos cabos ou cintas, no mínimo equivalentes aos valores definidos em 9.2.2 e 9.3, que devem ser comprovados no dossiê técnico.

9.2.2 O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

O coeficiente de segurança dos meios de suspensão deve ser calculado de acordo com o anexo N e deve ser pelo menos 12.

O coeficiente de segurança é a relação entre a carga de ruptura mínima (newtons) de um meio de suspensão e a maior força (newtons) neste meio de suspensão quando a cabina com sua carga nominal encontra-se parada no pavimento mais baixo. Para o cálculo dessa força máxima deve-se levar em conta o número de meios de suspensão, o efeito (se aplicado), a carga nominal, a massa do carro, a massa dos meios de suspensão, a massa dos ramos do cabo de comando e dos elementos suspensos do lado do carro.

9.2.3 O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

A junção entre o meio de suspensão e o seu fixador, deve resistir pelo menos 80% da carga de ruptura mínima do meio de suspensão.

As extremidades dos meios de suspensão 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).

## 9.3 Razão de tração para elevadores acionados por tração. Pressão específica

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

### 9.3 Tração nos meios de suspensão

A tração nos meios de suspensão deve ser tal que as seguintes três condições sejam preenchidas:

a) o carro deve manter-se nivelado com o piso sem escorregar quando a cabina estiver carregada com 125% da carga nominal definida em 8.2.2;

b) deve ser assegurado que qualquer freada de emergência produza um retardamento no carro, quer seja com cabina vazia, quer seja com a carga nominal, de valor que não exceda aquele da batida do carro no pára-choque, inclusive quando for usado pára-choque de percurso reduzido;

c) não deve ser possível deslocar o carro em subida, com a cabina vazia, quando o contrapeso estiver apoiado nos pára-choques e a máquina estiver girando no sentido de subida do carro.

As considerações de projeto estão indicadas no anexo M.

9.6.1 O texto desta subseção é substituído pelo seguinte

As polias motrizes e polias de desvio devem ser providas com dispositivos de acordo com a tabela 3 para evitar:

- a) danos ao corpo humano;
- b) que, se frouxos, os meios de suspensão saiam de suas ranhuras;
- c) a introdução de objetos entre os meios de suspensão e ranhuras.

**Tabela 3** Esta tabela é substituída pela seguinte:

Localização das polias motrizes e polias de desvio		Riscos de acordo com 9.6.1			
		a)	b)	c)	
No carro	No topo	X	X	X	
	Na plataforma		X		
No contrapeso/ peso de balanceamento			X	X	
No espaço de maquinaria		X**	X	X	
No espaço de polias		X	X		
Na caixa	Última altura	Acima do carro	X	X	
		Ao lado do carro		X	
	Entre o poço e a última altura			X	X*
	Poço		X	X	X
No limitador de velocidade e sua polia tensora		X	X	X*	
X: o risco deve ser levado em consideração. *: requerido somente se os cabos entram horizontalmente na polia motriz ou polia de desvio ou a um ângulo acima da horizontal até um máximo de 90°.					
**: deve ser provida, no mínimo, proteção contra contato acidental.					

**9.7 Freio de segurança**

**9.7.3 Método de acionamento**

**9.7.3.1** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Os freios de segurança do carro e o do contrapeso (se houver) devem, cada um, ser acionados pelo seu próprio limitador de velocidade.

Quando a velocidade nominal não supera 1 m/s, o freio de segurança do contrapeso pode ser acionado pela quebra da suspensão ou por cabo de segurança.

**9.7.3.2** Os freios de segurança não devem ser acionados por dispositivos elétricos, hidráulicos ou pneumáticos.

**10.6.3** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Este dispositivo não deve afetar o movimento do carro quer seja na operação de inspeção, quer seja na operação elétrica de emergência.

**12 Máquinas**

**12.5 Operação de emergência**

**12.5.1** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Se o esforço manual necessário para movimentar o carro para cima com sua carga nominal não exceder 400 N, a máquina deve ser provida com meios manuais para operação de emergência, permitindo que o carro seja movimentado para um pavimento. Se os meios para mover o carro puderem ser acionados pela movimentação do elevador, então a movimentação deve ser através de um volante liso e sem raios.

**12.5.1.1** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Se os meios forem removíveis, eles devem estar localizados em um lugar de fácil acesso no espaço da maquinaria. Ele deve ser adequadamente marcado, caso haja risco de confusão em identificar a máquina com a qual deve acoplar-se.

Se os meios forem removíveis ou puderem ser desengatados da máquina, um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, deve ser atuado, no mais tardar, quando os meios estiverem em vias de serem acoplados à máquina.

**12.5.1.2** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Deve ser possível verificar facilmente se a cabina está em uma zona de destravamento da porta de pavimento. Essa verificação pode ser feita, por exemplo, por meios de marcação nos cabos de suspensão ou no cabo do limitador de velocidade. Ver também 6.6.2 c).

**12.5.2** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Se o esforço definido em 12.5.1 for maior que 400 N, meios de operação elétrica de emergência devem ser providos, em conformidade com 14.2.1.4. Esses meios devem estar localizados:

- no gabinete da máquina (6.5.2), ou;
- no(s) painel(éis) de emergência e testes (6.6).

### **13 Aparelhos e instalações elétricas**

#### **13.1 Disposições gerais**

**13.1.1.2** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Os requisitos nacionais relacionados com os circuitos de fornecimento de eletricidade devem aplicar-se até os terminais de entrada dos interruptores referenciados em 13.1.1.1. Eles devem aplicar-se a todos os circuitos de iluminação do espaço da maquinaria, espaço de polias (se existir), caixa e poço.

**13.1.2** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Nos espaços da maquinaria e polias a proteção de equipamentos elétricos contra o contato direto deve estar provida através de caixas que forneçam um grau de proteção de, no mínimo, IP 2X.

#### **13.4 Interruptores principais**

**13.4.1** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Cada elevador deve ter um interruptor principal que possa interromper a alimentação para o elevador em todos os condutores elétricos. Esse interruptor deve ser capaz de interromper a corrente mais alta em condições normais de uso do elevador.

**13.4.1.1** Esse interruptor não deve cortar os circuitos que alimentam:

- a) a iluminação da cabina e, se houver, ventilação da cabina.
- b) a tomada elétrica no teto da cabina;
- c) a iluminação dos espaços da maquinaria e polias;
- d) as tomadas elétricas nos espaços da maquinaria, polias e no poço;
- e) a iluminação da caixa do elevador;
- f) o dispositivo de alarme.

**13.4.1.2** Esse interruptor deve estar localizado:

- a) no gabinete de controle, exceto quando o gabinete esta instalado na caixa; ou
- b) no(s) painel(éis) de emergência e testes (ver 6.6), quando o gabinete de controle estiver montado na caixa.

Se o painel de emergência for separado do painel de testes, o interruptor deve estar localizado no painel de emergência.

Se o interruptor principal não estiver facilmente acessível do gabinete de controle, então o gabinete deve ter um segundo interruptor como requerido em 13.4.2.

**13.4.3** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

No caso de um grupo de elevadores, se, depois da abertura do interruptor principal de um dos elevadores, partes do circuito de operação permanecem ativas, estes circuitos devem ser capazes de ser separadamente isolados, se necessário por corte da alimentação de todos os elevadores do grupo.

**13.5.1** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

No espaço da maquinaria, no espaço da polia e na caixa do elevador, os condutores e cabos (exceto os cabos de comando) devem ser selecionados a partir daqueles normalizados pelo CENELEC e com uma qualidade pelo menos equivalente àquela definida por HD 21.3 S2 e HD 22.4 S2.

**13.5.3.7** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Os circuitos de potência para a alimentação dos elevadores, desde o quadro de entrada de força ou saída da cabina primária, quando houver, até o quadro principal das casas de máquinas poderão ser individuais através de condutos próprios separados ou comuns, através de cabos ou barramentos. Neste caso, junto ao quadro principal da casa de máquinas serão feitas as derivações para os interruptores principais de cada elevador.

**13.5.5** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Todas as partes metálicas do elevador não submetidas a tensão colocadas no espaço da maquinaria, gabinete de controle, painel de emergência e testes e na caixa, devem estar aterradas.

#### **13.6 Iluminação e tomadas elétricas**

**13.6.1** O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

As linhas de alimentação de iluminação elétrica para a cabina, caixa e espaços da maquinaria e polias, painel(éis) de emergência e testes (ver 6.6) devem ser independentes da alimentação para a máquina, seja através de outro circuito ou através de uma conexão com o circuito de alimentação da máquina, no lado de alimentação do interruptor principal ou conforme as disposições para interruptores principais em 13.4.

**13.6.2** O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

A alimentação para as tomadas elétricas no teto da cabina, espaços da máquina e polias e no poço, deve ser conectada a partir dos circuitos citados em 13.6.1.

Essas tomadas elétricas devem ser:

- a) do tipo 2P + T, 250 V, com alimentação direta; ou
- b) alimentadas a muito baixa tensão de segurança (MBTS), em conformidade com o NBR 5410:2004.

O uso das tomadas elétricas descritas acima não implica que o cabo de alimentação tenha uma seção transversal, correspondente à corrente nominal da tomada elétrica. A seção transversal dos condutores pode ser menor, contanto que eles estejam corretamente protegidos contra sobrecorrentes.

### **13.6.3 Controle da alimentação para iluminação e tomadas elétricas**

**13.6.3.1** O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

Cada carro deve ter um interruptor para o controle da alimentação do circuito do carro. Este interruptor deve ser localizado próximo ao respectivo interruptor principal.

Além disso, estes circuitos deverão estar protegidos por um interruptor de corrente residual (interruptor diferencial máxima de 30 mA).

**13.6.3.2** O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

Nos espaços da maquinaria, um interruptor ou dispositivo similar deve estar localizado próximo ao(s) seu(s) acesso(s) para o controle da alimentação de iluminação. Ver também 6.3.7, 6.4.9 e 6.5.5.

Os interruptores (ou equivalentes) de iluminação da caixa devem estar localizados no poço e próximo do interruptor principal, de forma que a iluminação da caixa possa ser operada de ambos os locais.

Além disso, estes circuitos deverão estar protegidos por um interruptor diferencial de corrente residual máxima de 30 mA.

## **14 Proteções contra falhas elétricas; controles; prioridades**

### **14.2 Controles**

#### **14.2.1.1 Controle de operação normal**

O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

Este controle deve ser feito com auxílio de botões ou dispositivos similares, tais como, ativação por toque, cartão magnético, etc. Estes dispositivos devem ser colocados em caixas de modo que as partes ativas não possam ser acessíveis ao usuário.

#### **14.2.1.3 Controle da operação de inspeção**

O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

Para facilitar inspeção e manutenção, uma botoeira de inspeção deve ser facilmente acessível no topo do carro.

A botoeira de inspeção deve ser posta em operação através de um interruptor que deve satisfazer os requisitos para dispositivos elétricos de segurança (14.1.2).

Este interruptor deve ser bi-estável e deve ser protegido contra operação não intencional.

As seguintes condições de funcionamento devem ser atendidas simultaneamente:

- a) colocação na posição de inspeção deve neutralizar:
  - 1) os controles para operação normal, incluindo a operação de portas automáticas;
  - 2) operação elétrica de emergência (14.2.1.4);

O retorno para serviço normal do elevador deve somente ser efetuado por outra operação do interruptor de inspeção.

Se o dispositivo de interrupção usado para esta neutralização não for um contato de segurança integrado com o mecanismo do interruptor de inspeção, precauções devem ser tomadas para prevenir todo movimento não intencional da cabina em caso que uma das falhas listadas em 14.1.1.1 aparecer no circuito;

b) o movimento do carro deve ser dependente do acionamento de três botões de pressão constante sendo um de subida, um de descida, com os sentidos de movimento claramente indicados, e um botão comum a ambos os

sentidos, protegidos contra acionamento acidental. O movimento do carro deve ser conseguido com a atuação simultânea de um dos botões de sentido de movimento e o botão comum;

- c) dispositivo de controle deve também incorporar um dispositivo de parada de acordo com 14.2.2;
- d) a velocidade do carro não deve exceder 0,75 m/s;
- e) as posições extremas do carro, em funcionamento normal, não devem ser ultrapassadas;
- f) a operação do elevador deve permanecer dependente dos dispositivos de segurança.

O dispositivo de controle pode também incorporar interruptores especiais protegidos contra operação acidental para controlar o mecanismo das portas a partir do topo do carro.

Uma segunda botoeira de inspeção pode ser localizada no carro em caso de 6.4.3.4, no poço em caso de 6.4.4.1 ou na plataforma no caso de 6.4.5.6.

Onde duas botoeiras de inspeção forem instaladas, um sistema de intertravamento deve assegurar o seguinte:

- a) se uma das botoeiras de inspeção estiver colocada na posição de INSPEÇÃO o elevador pode ser movido premendo-se os botões nesta botoeira;
- b) se as duas botoeiras de inspeção forem colocadas em posição de INSPEÇÃO;
  - 1) não deve ser possível mover o carro de nenhuma delas individualmente; ou
  - 2) deve ser possível movimentar o carro quando ambas as botoeiras de inspeção forem operadas simultaneamente (ver 0.3.18).

Mais de duas botoeiras de inspeção não devem ser instaladas.

#### **14.2.1.4 Controle da operação elétrica de emergência**

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Se os meios de operação elétrica de emergência forem necessários, em conformidade com 12.5.2, um interruptor para operação elétrica de emergência, em conformidade com 14.1.2, deve ser instalado. A máquina deve ser alimentada pela alimentação normal ou pela alimentação de emergência, se houver.

As seguintes condições devem ser satisfeitas simultaneamente:

- a) a operação do interruptor de operação elétrica de emergência deve permitir o controle do movimento do carro pela pressão constante de botões protegidos contra operação acidental. A direção do movimento deve estar claramente indicada;
- b) após a operação do interruptor de operação elétrica de emergência, todos os movimentos da cabina, exceto o controlado por este interruptor, devem ser impedidos.

Os efeitos da operação elétrica de emergência devem ser interrompidos quando da mudança para operação de inspeção;

- c) o interruptor de operação elétrica de emergência deve manter inativos por si só ou através de outro interruptor elétrico, em conformidade com 14.1.2, os seguintes dispositivos elétricos:
  - 1) os montados no freio de segurança, de acordo com 9.7.8;
  - 2) os do limitador de velocidade, de acordo com 9.8.11.1 e 9.8.11.2;
  - 3) os montados nos meios de proteção de sobrevelocidade ascendente do carro, se existir, de acordo com 9.10.5;
  - 4) os montados nos pára-choques, de acordo com 10.4.3.4;
  - 5) os dos limitadores de percurso final, de acordo com 10.5;
- d) o interruptor de operação elétrica de emergência, bem como seus botões, devem estar localizados de maneira que a máquina possa ser observada diretamente ou por um mostrador [6.6.2 c)];
- e) a velocidade da cabina não deve exceder 0,75 m/s.

#### **14.2.2 Dispositivos de parada**

**14.2.2.1** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Dispositivos de parada devem ser providos para parar e manter o elevador fora de serviço, incluindo as portas, e devem estar situados:

- a) no poço, de acordo com NBR NM 207:1999, 5.7.2.4 a);
- b) na casa de polias, se houver (6.7.1.5);
- c) no topo do carro, numa posição facilmente acessível e no máximo a 1 m a partir do ponto de entrada para o pessoal de manutenção ou inspeção. Este dispositivo pode estar localizado próximo da botoeira de inspeção, se ele não estiver colocado mais que 1 m do ponto de acesso (ver 8.14 da NBR NM 207:1999);

d) na botoeira de inspeção [14.2.1.3 c)].

e) na máquina do elevador, a não ser que haja um interruptor principal ou outro dispositivo de parada nas proximidades que seja diretamente acessível dentro de 1 m;

f) no(s) painel(éis) de emergência e testes (6.6), a não ser que haja um interruptor principal ou outro dispositivo de parada nas proximidades que seja diretamente acessível dentro de 1 m.

#### **14.2.3 Dispositivo do alarme de emergência**

**14.2.3.5** O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

Um sistema de interfone ou dispositivo similar, energizado pela alimentação de emergência descrita em 8.16.4 da NBR NM 207:1999, deve ser instalado entre a parte interna da cabina, o local no qual a operação de emergência será executada e a portaria.

### **15 Avisos, marcações e instruções de operação**

#### **15.4 Casa de máquinas e polias**

O título desta subseção é substituído pelo seguinte:

#### **15.4 Espaços da maquinaria e polias**

**15.4.1** O texto desta seção é substituído pelo seguinte:

Um aviso contendo a seguinte inscrição mínima.

**“MAQUINARIA DO ELEVADOR – PERIGO  
ACESSO PROIBIDO A PESSOAS ESTRANHAS AO SERVIÇO”**

deve estar fixado no lado de fora de portas ou alçapões (excluindo portas de pavimento e portas de emergência e painéis de ensaio) dando acesso aos espaços da maquinaria e polias.

No caso de alçapões um aviso permanentemente visível deve indicar para aqueles que usam o alçapão:

**“PERIGO DE QUEDA – FECHE O ALÇAPÃO”**

**15.4.3** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

No gabinete da maquinaria (ver 6.5.2) ou painel(éis) de emergência ou testes (ver 6.6), deve haver instruções detalhadas a serem seguidas para o caso de avarias no elevador, particularmente com relação ao uso do dispositivo para a movimentação elétrica de emergência e a chave de destravamento das portas de pavimento.

**15.4.5** O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

A carga máxima permissível deve estar indicada nos vigamentos ou ganchos de içamento (ver 6.3.8 e 6.4.10 da NBR NM 207:1999).

A seguinte subseção é adicionada:

**15.4.6** A carga máxima permissível deve estar indicada na plataforma (6.4.5.3).

#### **15.5 Caixa**

Esta subseção fica substituída pela seguinte:

**15.5.1** Fora da caixa, próximo a qualquer porta de inspeção ou acesso (exceto portas de pavimento), deve haver a seguinte advertência:

**« CAIXA DO ELEVADOR – PERIGO  
ACESSO PROIBIDO PARA PESSOAS ESTRANHAS AO SERVIÇO »**

**15.5.2** Em caso de:

- uma plataforma retrátil (6.4.5) e/ou batentes móveis [6.4.5.2 b)], ou
- dispositivo mecânico operado manualmente (6.4.3.1, 6.4.4.1),

aviso(s) dando as instruções necessárias para operação deve(m) ser fixado(s) em lugar(es) apropriado(s) na caixa.

#### **15.15 Grupo de elevadores**

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

Se partes de diferentes elevadores estão presentes em um mesmo espaço de maquinaria e/ou espaço de polias, cada elevador deve ser identificado com um número ou uma letra invariavelmente usada em todas as partes (máquina, controle, limitador de velocidade, interruptores, etc.).

Para facilitar a inspeção, manutenção, etc. no topo do carro, no poço ou em outros locais, onde necessário, o mesmo número ou letra de identificação deve aparecer.

**16 Inspeções, ensaios, registro, manutenção****16.4 Informação do fabricante/instalador****16.4.1 Informação para uso normal**

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

O manual de instruções deve conter as informações necessárias sobre o uso normal e operação de resgate do elevador, especialmente relacionadas a:

- a) manter trancadas as portas que dão acesso aos espaços da maquinaria e polias;
- b) precaução a ser tomada no caso de os elevadores com caixa parcialmente fechada (ver 5.2.1 da NBR NM 207:1999);
- c) eventos que necessitam de intervenção de uma pessoa competente;
- d) manutenção de documentação;
- e) uso da chave de destravamento de emergência;
- f) operação de resgate.



**Anexo A  
(normativo)  
Lista dos dispositivos elétricos de segurança**

O Anexo A é substituído pelo seguinte:

**Tabela A – Lista dos dispositivos elétricos de segurança**

As subseções marcadas com # referem-se à norma NBR NM 207:1999

<b>Subseção</b>	<b>Dispositivos verificados</b>
# 5.2.2.2.2	Controle da posição de fechamento da porta de inspeção e de emergência e alçapões de inspeção.
# 5.4.4	Controle do travamento da porta da cabina
# 5.7.2.4 a)	Controle do dispositivo de parada no poço.
6.4.3.1 b)	Controle da posição inativa do dispositivo mecânico
6.4.3.3 e)	Controle da posição fechada das portas e alçapões de inspeção na cabina
6.4.4.1 e)	Controle da abertura feita com a chave de porta de acesso ao poço
6.4.4.1 f)	Controle da posição inativa do dispositivo mecânico
6.4.4.1 g)	Controle da posição ativa do dispositivo mecânico
6.4.5.4 a)	Controle da posição totalmente retraída da plataforma retrátil
6.4.5.5 b)	Controle da posição totalmente retraída dos batentes móveis
6.4.5.5 c)	Controle da posição totalmente estendida dos batentes móveis
6.4.7.1 e)	Controle da posição fechada da porta de acesso
6.4.7.2 e)	Controle da posição fechada da porta de acesso
6.7.1.5	Controle do dispositivo de parada na casa de polias
# 7.7.3.1	Controle do travamento das portas de pavimento
# 7.7.4.1	Controle da posição fechada das portas de pavimento.
# 7.7.6.2	Controle da posição fechada de folha ou folhas sem travas.
# 8.11.4.2	Controle do travamento do alçapão de emergência e da porta de emergência na cabina.
# 8.14 b)	Controle do dispositivo de parada no topo do carro.
# 8.8.2	Controle da posição fechada da porta da cabina.
9.1.4	Controle de alongamento anormal de suspensão por dois cabos ou cintas.
# 9.5.1 e)	Controle da tensão dos cabos de compensação
# 9.5.2	Controle da trava anti-pulo da polia de compensação.
# 9.7.8	Controle do acionamento do freio de segurança do carro
# 9.8.11.1	Controle do acionamento do limitador de velocidade.
# 9.8.11.2	Controle do rearme do limitador de velocidade.
# 9.8.11.3	Controle da tensão no cabo do limitador de velocidade.
# 10.4.3.4	Controle do retorno à posição normal estendida de pára-choques
# 10.5.2.2b)	Controle da tensão do dispositivo para transmissão da posição do carro (limitadores de percurso final).
# 10.5.3.1 a)2)	Controle dos limitadores de percurso final para elevadores de tração.
# 12.5.1.1	Controle nas posições de volante removível.
# 12.8.4 c)	Controle da tensão do dispositivo para transmissão da posição do carro (dispositivo da verificação da diminuição da velocidade).
# 12.8.5	Controle do retardamento no caso de pára-choques de percurso reduzido.
# 14.2.1.2 a) 2)	Controle do nivelamento e renivelamento.
# 14.2.1.2 a) 3)	Controle da tensão do dispositivo para transmissão da posição do carro (nivelamento e renivelamento).
# 14.2.1.3 c)	Dispositivo de parada com controle de inspeção.
14.2.2.1 f)	Dispositivo de parada na máquina do elevador
14.2.2.1 g)	Dispositivo de parada no(s) painel(éis) de emergência e testes

**Anexo C  
(informativo)  
Dossiê Técnico**

**C.1 Generalidades**

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte texto:

O dossiê técnico a ser submetido com a aplicação para a autorização preliminar pode compreender toda ou parte da informação e os documentos listados a seguir e os que forem solicitados pelo órgão competente.

- nomes e endereços do instalador do elevador e do proprietário;
- endereço do local da instalação;
- tipo de equipamento – carga nominal – velocidade nominal – número de passageiros;
- percurso do elevador, número de paradas;
- massa do carro e do contrapeso;
- meios de acesso ao espaço da maquinaria, painel de controle, painel de emergência e testes e espaço de polias, se existente (6.2).

**C.2 Detalhes técnicos e desenhos**

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte texto:

Os desenhos e os cortes necessários para a compreensão da instalação do elevador, incluindo os espaços da máquina, polias e aparelhos.

Tais desenhos não necessitam fornecer detalhes da construção, mas devem conter as particularidades necessárias para verificar a conformidade com esta Norma, tais como:

- a) folgas no topo da caixa e no poço (ver 5.7.1, 5.7.2.3 da NBR NM 207:1999);
- b) quaisquer espaços acessíveis que possam existir abaixo da caixa (ver 5.5 da NBR NM 207:1999);
- c) acesso ao poço (ver 5.7.2.2 da NBR NM 207:1999);
- d) protetores entre elevadores, se existir mais de um elevador na mesma caixa (ver 5.6 da NBR NM 207:1999);
- e) previsão de furos para fixações;
- f) posição e dimensões principais dos espaços da maquinaria com o leiaute da máquina e dos dispositivos principais. Dimensões das polias de tração. Aberturas para ventilação. Cargas de reação no edifício e no piso do poço;
- g) acesso aos espaços da maquinaria (6.2);
- h) posição e principais dimensões dos espaços das polias, se houver. Posição e dimensões das polias (6.7);
- i) posição dos outros dispositivos nos espaços das polias (6.7);
- j) Deixada em branco;
- k) arranjo e dimensões principais das portas de pavimento (ver 7.3 da NBR NM 207:1999). Não é necessário mostrar todas as portas se elas forem idênticas e se as distâncias entre os pavimentos estão indicadas;
- l) arranjo e dimensões de portas de inspeção e de emergência (ver 5.2.2 da NBR NM 207:1999);
- m) dimensões da cabina e de suas entradas (ver 8.1, 8.2 da NBR NM 207:1999);
- n) distâncias entre soleiras e distância entre a soleira da porta da cabina e a superfície interna da parede da caixa (ver 11.2.1 e 11.2.2 da NBR NM 207:1999);
- o) distância horizontal entre as portas da cabina e as portas de pavimento fechadas, medida como indicado em (ver 11.2.3 da NBR NM 207:1999);
- p) características principais da suspensão: coeficiente de segurança, cabos ou cintas (número, diâmetro, ou secção transversal resistente, composição, carga de ruptura), correntes de compensação (tipo, composição, passo, carga de ruptura) e cabos de compensação, quando instalados;
- q) valores calculados da tração e da pressão específica;
- r) cálculos do coeficiente de segurança (ver 9.2.2 da NBR NM 207:1999);
- s) características principais do cabo do limitador de velocidade e/ou cabo de segurança: diâmetro, composição, carga de ruptura, coeficiente de segurança;

- t) dimensões e cálculo das guias, condições e dimensões das superfícies de atrito (trefilada, laminada, usinada);
- u) dimensões e cálculo dos pára-choques do tipo acumulação de energia, com características lineares.

**Anexo D**  
(normativo)  
**Inspeções e ensaios antes da colocação em serviço**

**D.2 Ensaios e verificações**

f) fiação elétrica:

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte:

- 1) medição da resistência de isolamento dos diferentes circuitos (13.1.3). Para essa medição, todos os componentes eletrônicos devem ser desligados;
- 2) verificação da continuidade elétrica da ligação entre o terminal terra principal dos espaços da maquinaria e das diferentes partes do elevador susceptíveis de serem postas acidentalmente sob tensão.

A seguinte subseção é adicionada:

n) ensaios funcionais dos seguintes dispositivos, se disponíveis:

- dispositivo mecânico de prevenção de movimentação da cabina (6.4.3.1);
- dispositivo mecânico de parada da cabina (6.4.4.1). Atenção especial deve ser dada aos freios de segurança usado como dispositivo mecânico, por ex. quando acionados na velocidade de operação de emergência e com cabina vazia;
- plataforma (6.4.5);
- dispositivo mecânico de travamento da cabina ou batentes móveis (6.4.5.2);
- dispositivos de operações de emergência e ensaios (6.6).

**Anexo E**  
(informativo)

**Inspeções e ensaios periódicos, inspeções e ensaios depois de modificações importantes ou após um acidente**

**E.2 Inspeções e ensaios depois de modificações importantes ou após um acidente**

O texto desta subseção é substituído pelo seguinte texto:

As modificações importantes e acidentes devem ser registrados na parte técnica do registro ou arquivo coberto em 16.2.

Particularmente, são as seguintes as modificações importantes:

- a) mudança da (do):
  - 1) velocidade nominal;
  - 2) carga nominal;
  - 3) peso da cabina;
  - 4) percurso;
- b) mudança ou substituição da (do):
  - 1) tipo de dispositivo de travamento (a substituição de um dispositivo de travamento por um do mesmo tipo não é considerada como uma modificação importante);
  - 2) sistema de controle;
  - 3) guias ou tipo de guias;
  - 4) tipo de porta (ou a adição de uma ou mais portas de pavimento ou de cabina);
  - 5) máquina ou polia de tração;
  - 6) limitador de velocidade;
  - 7) meios de proteção de sobrevelocidade da cabina ascendente;
  - 8) pára-choques;
  - 9) freio de segurança;
  - 10) dispositivo mecânico para impedir o movimento da cabina (6.4.3.1);
  - 11) dispositivo mecânico de parada da cabina (6.4.4.1);
  - 12) plataforma (6.4.5);
  - 13) dispositivos mecânicos de travamento da cabina ou batentes móveis (6.4.5.2);
  - 14) dispositivos de operação de emergência ou ensaios (6.6).

Para os ensaios após uma modificação importante ou após um acidente, os documentos e informações necessários devem ser submetidos à pessoa ou organismo responsável.

Essa pessoa ou organismo decidirá sobre a conveniência da execução de ensaios ou sobre os componentes modificados ou substituídos.

Esses ensaios serão, no máximo, aqueles requeridos para os componentes originais antes da entrada do elevador em serviço.

**Anexo M**  
(informativo)  
Avaliação da tração

### M.1 Introdução

A tração deve ser assegurada durante todo o tempo levando-se em conta:

- viagem normal;
- carregamento do carro ao nível do piso;
- desaceleração devida a uma parada de emergência.

Contudo, considerações devem ser feitas para permitir que o deslizamento ocorra se o carro está retido na caixa por qualquer razão.

O seguinte procedimento de dimensionamento é uma orientação que pode ser usada para avaliação da tração em aplicações tradicionais as quais incluem cabos de aço e polias de aço/ferro fundido e máquinas instaladas em cima na caixa.

Os resultados são, como mostrado pela experiência, seguros tendo em vista as margens de segurança embutidas. Assim, os elementos seguintes não necessitam ser levados em consideração em detalhes:

- construção do cabo;
- tipo e quantidade de lubrificação;
- material de polias e cabos;
- tolerâncias de fabricação.

### M.2 Cálculo da tração

As fórmulas seguintes têm que ser aplicadas:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f\alpha}$$

para condições de carregamento do carro e de freada de emergência;

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f\alpha}$$

para condições de carro retido (contrapeso apoiado nos pára-choques e máquina girando no sentido de subida);

onde:

- $f$  = coeficiente de atrito aparente  
 $\alpha$  = ângulo de abraçamento dos cabos na polia de tração;  
 $T_1, T_2$  = forças nos cabos em ambos os lados da polia de tração.

#### M.2.1 Avaliação de $T_1$ e $T_2$

##### M.2.1.1 Condição de cabina carregada

A relação estática  $T_1/T_2$  deve ser avaliada para o pior caso dependendo da posição do carro na caixa com 125% da carga nominal.

##### M.2.1.2 Condição de freada de emergência.

A relação  $T_1/T_2$  dinâmica deve ser avaliada para o pior caso dependendo da posição do carro na caixa e das condições de carga (vazio ou com carga nominal)

Cada elemento em movimento deve ser considerado com sua própria taxa de aceleração levando em conta o efeito da instalação.

Em nenhum caso a taxa de aceleração a ser considerada deve ser menor que:

- 0,5 m/s<sup>2</sup> para casos normais;
- 0,8 m/s<sup>2</sup> quando são usados pára-choques de percurso reduzido.

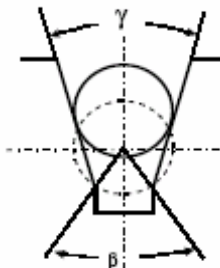
##### M.2.1.3 Condição de carro retido

A relação estática  $T_1/T_2$  deve ser avaliada para o pior caso dependendo da posição do carro na caixa e das condições de carga (vazio, ou com carga nominal).

**M.2.2 Avaliação do coeficiente de atrito**

**M.2.2.1 Considerações sobre ranhuras**

**M.2.2.1.1 Ranhuras semi-circulares e ranhuras semi-circulares recortadas**



**Figura M.2 Ranhura V recortada**

Para o cálculo do coeficiente de atrito aparente, a fórmula seguinte deve ser usada:

$$f = \mu \frac{4 \left( \cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

onde:

$\beta$  = valor do ângulo do recorte;

$\gamma$  = valor do ângulo da ranhura;

$\mu$  = coeficiente de atrito entre polia de aço/ferro fundido e cabo de aço;

$f$  = *coeficiente* de atrito aparente.

O valor máximo do ângulo de recorte  $\beta$  não deve exceder a 106° (1,83 rad), o qual corresponde a 80% de recorte.

O valor do ângulo da ranhura  $\gamma$  deve ser dado pelo fabricante de acordo com o projeto das ranhuras. Em nenhum caso ele deve ser menor que 25° (0,43 rad).

**M.2.2.1.2 Ranhuras em V**

Se a ranhura não foi submetida a um processo adicional de endurecimento, com o objetivo de limitar a redução da tração pelo desgaste, é necessário o recorte.

Para o cálculo do coeficiente de atrito aparente, as fórmulas seguintes devem ser usadas:

- no caso de carregamento do carro e freada de emergência:

$$f = \mu \frac{4 \left( 1 - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \sin \beta} \quad \text{Para ranhuras não endurecidas (não temperadas);}$$

$$f = \mu \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad \text{Para ranhuras endurecidas (temperadas);}$$

- no caso da condição carro retido:

$$f = \mu \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad \text{Para ranhuras endurecidas e não endurecidas.}$$

onde:

$\beta$  = valor do ângulo do recorte;

$\gamma$  = valor do ângulo da ranhura;

$\mu$  = coeficiente de atrito entre cabo de aço e polia de aço/ferro fundido;

$f$  = fator de atrito.

O valor máximo do ângulo de recorte  $\beta$  não deve exceder a 106° (1,83 rad), o qual corresponde a 80% do recorte.

Em nenhum caso, o ângulo  $\gamma$  deve ser menor que  $35^\circ$  para elevadores.

### M.2.2.2 Considerações sobre o coeficiente de atrito.

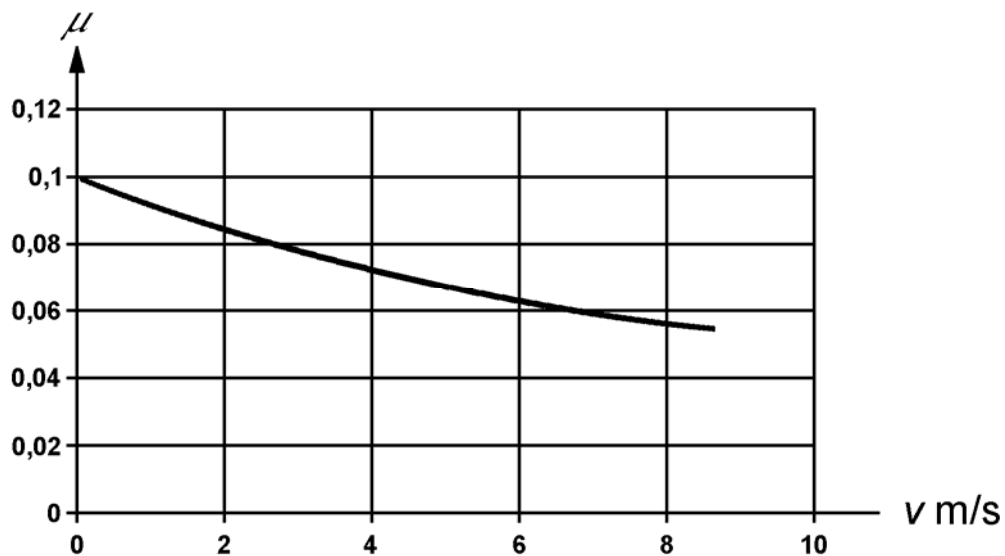


Figura M.3 – Coeficiente de atrito mínimo

Aplicam-se os valores seguintes:

- condição de carregamento;

$$\mu = 0,1$$

- condição de freada de emergência

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}}$$

- condição de carro parado;

$$\mu = 0,2$$

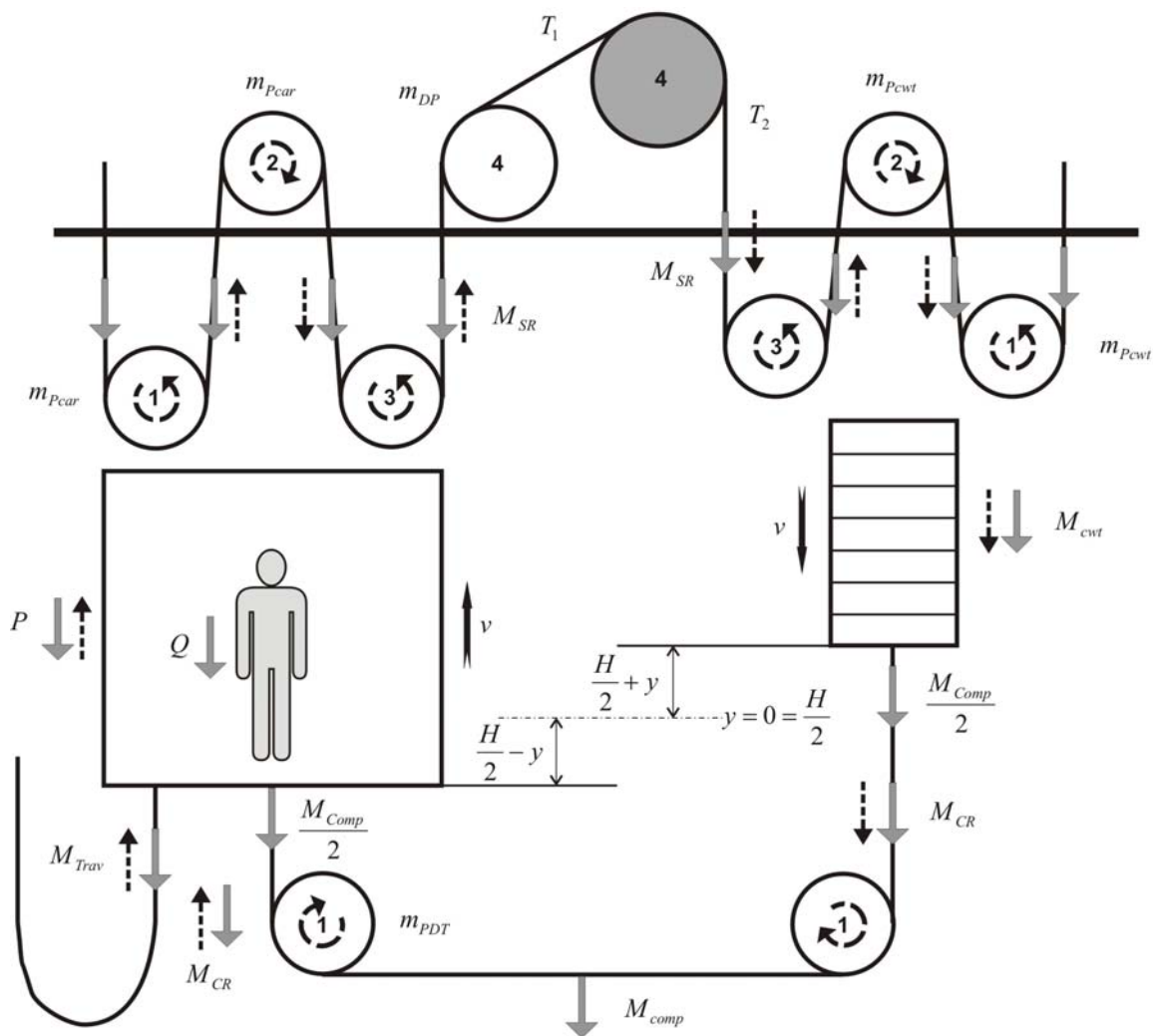
onde:

$\mu$  = coeficiente de atrito;

$v$  = velocidade do cabo com o carro na velocidade nominal.



M.3 Exemplo prático



1, 2, 3, 4 = fator de velocidade das polias (por exemplo: 2 = 2 · v<sub>car</sub>)

Figura M.4 – Caso geral

O seguinte se aplica:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav})(g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2r} g_n + M_{SRcar}(g_n \pm ra) - \left(\frac{2m_{PTD}}{r}\right)^I \pm$$

$$\pm (m_{DP}ra)^{II} \pm \left[ M_{SRcar} a \left(\frac{r^2 - 2r}{2}\right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} i_{Pcar} a) \right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt}(g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{comp}}{2r} g_n + M_{SRcwt}(g_n \pm ra) + \frac{M_{CRcwt}}{r}(g_n \pm a) - \left(\frac{2m_{PTD}}{r} a\right)^{IV} \pm$$

$$\pm (m_{DP}ra)^{II} \pm \left[ M_{SRcwt} a \left(\frac{r^2 - 2r}{2}\right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} m_{Pcwt} i_{Pcwt} a \right]^V \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

$$\frac{T_2}{T_1} \leq e^{f\alpha}$$

Condições:

*I* = somente para o carro na posição extrema superior;

*II* = polia defletora no lado do carro ou do contrapeso;

*III* = somente para o efeito  $> 1$

*IV* = somente para o contrapeso na posição extrema mais alta;

*V* = somente para o efeito  $> 1$ .

onde:

$m_{Pcar}$  = massa reduzida da polia do lado da cabina  $J_{Pcar}/R^2$  em quilogramas;

$m_{Pcwt}$  = massa reduzida da polia do lado do contrapeso  $J_{Pcwt}/R^2$  em quilogramas;

$m_{PTD}$  = massa reduzida da polia para o dispositivo de tensão (2 polias)  $J_{PTD}/R^2$  em quilogramas;

$m_{DP}$  = massa reduzida da polia defletora do lado da cabina/contrapeso  $J_{DP}/R^2$  em quilogramas;

$n_S$  = número de cabos de suspensão;

$n_C$  = número de cabos/corrente de compensação;

$n_t$  = número de cabos de comando;

*P* = massas do carro vazio e de componentes suportados pelo carro, ex. parte do cabo de comando, cabos/correntes de compensação (se existe), etc, em quilogramas;

*Q* = carga nominal em quilogramas;

$M_{cwt}$  = massa do contrapeso incluindo a massa da polia, em quilogramas;

$M_{SR}$  = massa real dos cabos de suspensão  $[(0,5 H \pm y) \times n_s \times \text{peso do cabo por unidade de comprimento}]$  em quilogramas;

$M_{SRcar}$  = massa  $M_{SR}$  do lado do carro;

$M_{SRcwt}$  = massa  $M_{SR}$  do lado do contrapeso;

$M_{CR}$  = massa dos cabos/correntes de compensação  $[(0,5 H \pm y) \times n_c \times \text{peso do cabo por unidade de comprimento}]$  em quilogramas;

$M_{CRcar}$  = massa  $M_{CR}$  do lado do carro;

$M_{CRcwt}$  = massa  $M_{CR}$  do lado do contrapeso;

$M_{TAV}$  = massa do cabo de comando  $[(0,25 H \pm 0,5y) \times n_t \times \text{peso do cabo de comando por unidade de comprimento}]$  em quilogramas;

$M_{Comp}$  = massa do dispositivo tensor incluindo as massas das polias em quilogramas;

$FR_{car}$  = força de atrito nos componentes da caixa (rendimento dos mancais do lado do carro e atrito nas guias, etc) em newtons;

$FR_{cwt}$  = força de atrito nos componentes da caixa (rendimento dos mancais do lado do contrapeso e atrito nas guias, etc) em newtons;

*H* = comprimento do percurso em metros;

*y* = no nível 0,5H  $\rightarrow y=0$  em metros;

$T_1, T_2$  = força exercida sobre o cabo em newtons;

*r* = efeito;

*a* = desaceleração do carro em metros por segundo ao quadrado;

$g_n$  = aceleração normal em queda livre em metros por segundo ao quadrado;

$i_{Pcar}$  = número de polias do lado do carro (sem polias defletoras);

$i_{Pcwt}$  = número de polias do lado do contrapeso (sem polias defletoras);

$\rightarrow$  = força estática;

$\longrightarrow$  = força dinâmica;

$f$  = coeficiente de atrito;

$\alpha$  = ângulo de abraçamento dos cabos na polia de tração.

**Anexo N**  
**(normativo)**  
**Avaliação do coeficiente de segurança para cabos de suspensão**

**N.1 Generalidades**

Com referência a 9.2.2 este anexo descreve o método de avaliação do coeficiente de segurança “ $S_f$ ” para os cabos de suspensão. Este método leva em consideração:

- materiais tradicionais usados no projeto de cabos acionados por elementos como polias de tração de aço/ferro fundido;
- cabos de aço para elevadores de acordo com norma ISO 4344;
- vida útil dos cabos admitindo manutenção e inspeção regulares.

**N.2 Número equivalente de polias  $N_{equiv}$** 

O número de flexões e o grau de severidade de cada flexão provocam a deterioração do cabo. Esta deterioração é influenciada pelo tipo de ranhura (U ou V) e se a flexão é reversa ou não.

O grau de severidade de cada flexão pode ser equiparado a um número de flexões simples.

Uma flexão simples é definida pelo cabo deslocando-se sobre uma ranhura semicircular onde o raio da ranhura é cerca de 5% a 6% maior que o raio nominal do cabo.

O número de flexões simples corresponde a um número equivalente de polias  $N_{equiv}$ , o qual pode ser obtido a partir de:

$$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)}$$

Onde:

$N_{equiv(t)}$  = número equivalente de polias de tração;

$N_{equiv(p)}$  = número equivalente de polias de desvio.

**N.2.1 Avaliação de  $N_{equiv(t)}$** 

Os valores de  $N_{equiv(t)}$  podem ser obtidos da tabela N.1.

**Tabela N.1**

Ranhuras V	ângulo $\gamma$	-	35°	36°	38°	40°	42°	45°
	$N_{equiv(t)}$	-	18,5	15,2	10,5	7,1	5,6	4,0
Ranhuras U/V com recorte	ângulo $\beta$	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
	$N_{equiv(t)}$	2,5	3,0	3,8	5,0	6,7	10,0	15,2

Para ranhuras U sem recorte:  $N_{equiv(t)} = 1$ .

**N.2.2 Avaliação de  $N_{equiv(p)}$** 

Uma flexão reversa é somente considerada se a distância entre os contatos dos cabos em duas polias fixas não excede 200 vezes o diâmetro do cabo.

$$N_{equiv(p)} = K_p(N_{ps} + 4N_{pr})$$

Onde:

$N_{ps}$  = número de polias com flexões simples;

$N_{pr}$  = número de polias com flexões reversas;

$K_p$  = fator de relação entre os diâmetros das polias de tração e de desvio.

com

$$K_p = \left( \frac{D_t}{D_p} \right)^4$$

Onde:

$D_t$  = diâmetro da polia de tração;

$D_p$  = diâmetro médio de todas as polias, excluída a polia de tração.

### N.3 Coeficiente de segurança

Para um dado projeto de cabo de tração o valor mínimo do coeficiente de segurança pode ser selecionado da figura N.1, levando-se em conta a correta relação de  $D_t / d_r$  e o  $N_{equiv}$  calculado.

As curvas da figura N.1 são baseadas nas seguintes fórmulas:

$$S_f = 10^{\left( \frac{2,6834 \cdot \log \left( \frac{695,85 \times 10^6 \cdot N_{equiv}}{\left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{8,567}} \right)}{\log \left( 77,09 \left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{-2,894} \right)} \right)}$$

onde:

$S_f$  = coeficiente de segurança;

$N_{equiv}$  = número equivalente de polias;

$D_t$  = diâmetro da polia de tração;

$d_r$  = diâmetro dos cabos.

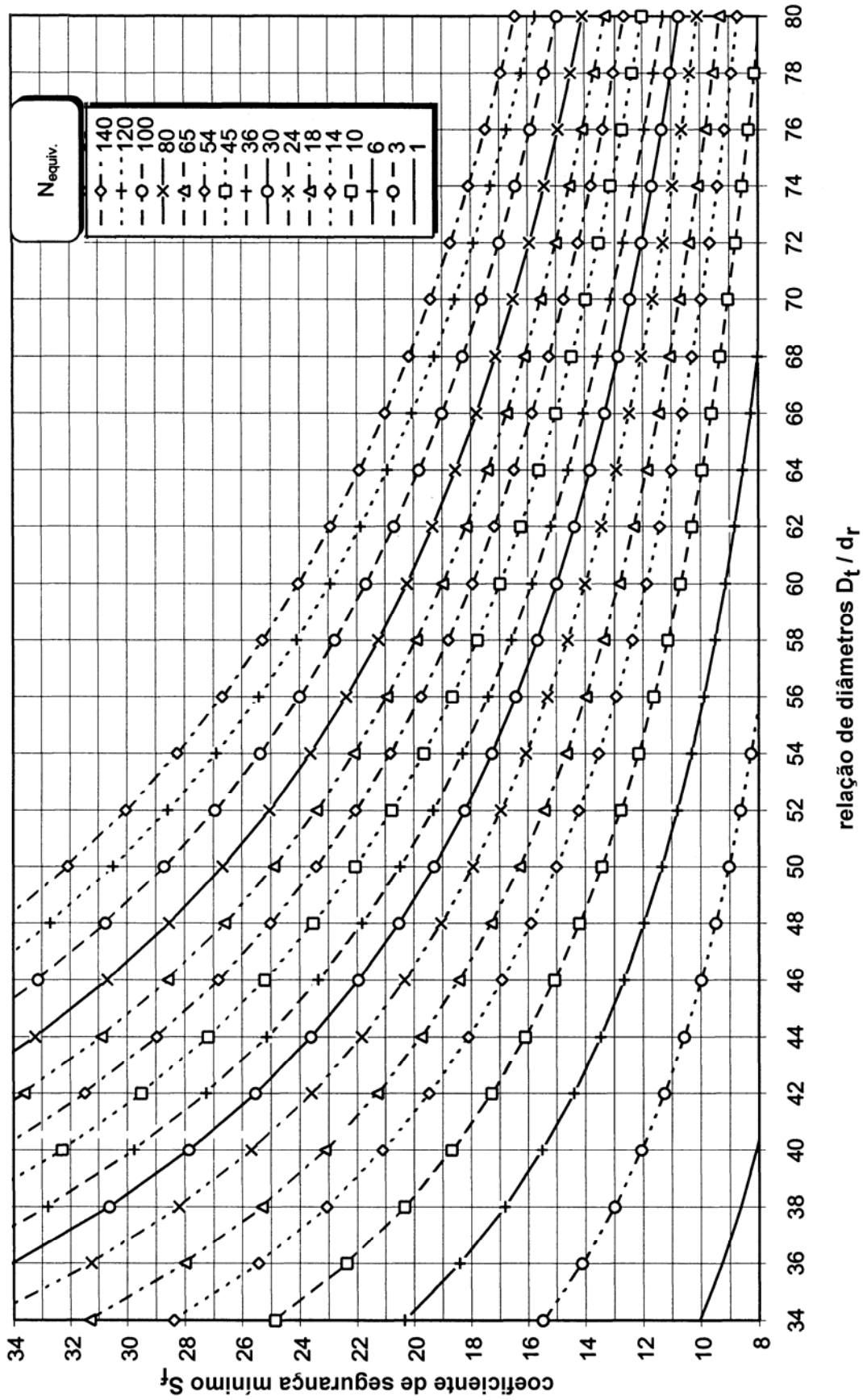
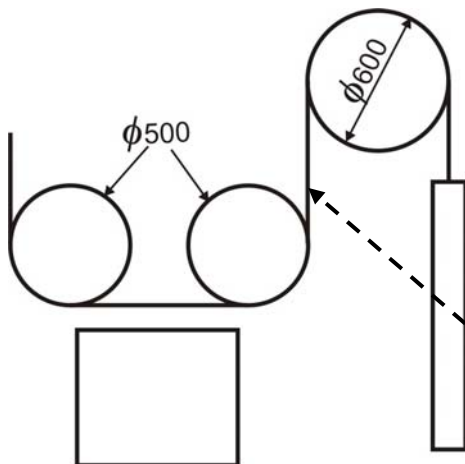


Figura N.1 Avaliação do coeficiente de segurança mínimo

**N.4 Exemplos**

Exemplos de cálculo do número equivalente de polias  $N_{equiv}$  são dados na figura N.2.

**Exemplo 1**



$V_{groove} , \gamma = 40^\circ$

$N_{equiv(t)} = 7,1$

$K_p = 2,07$

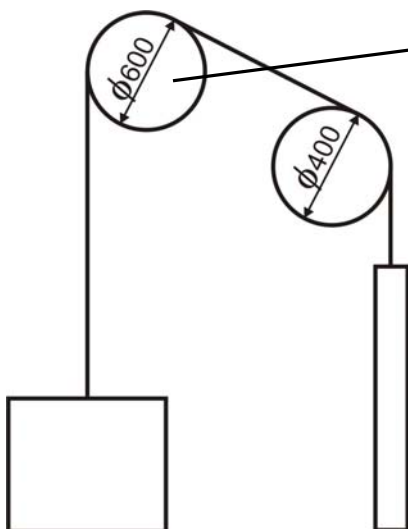
$N_{equiv(p)} = 2 \times 2,07 = 4,1$

$N_{equiv} = 11,2$

Lado da cabina

Nota: Nenhuma flexão reversa devido à polia móvel.

**Exemplo 2**



$V_{groove} \text{ recortada}, \gamma=40^\circ, \beta=90^\circ$

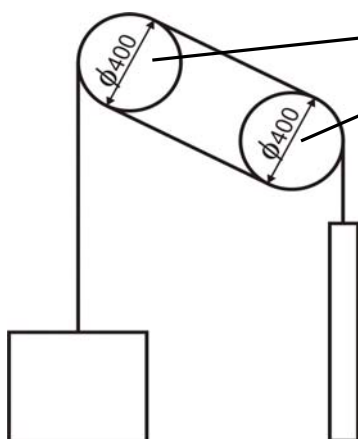
$N_{equiv(t)} = 5$

$K_p = 5,06$

$N_{equiv(p)} = 5,06$

$N_{equiv} = 10,06$

**Exemplo 3**



$U_{grooves}$

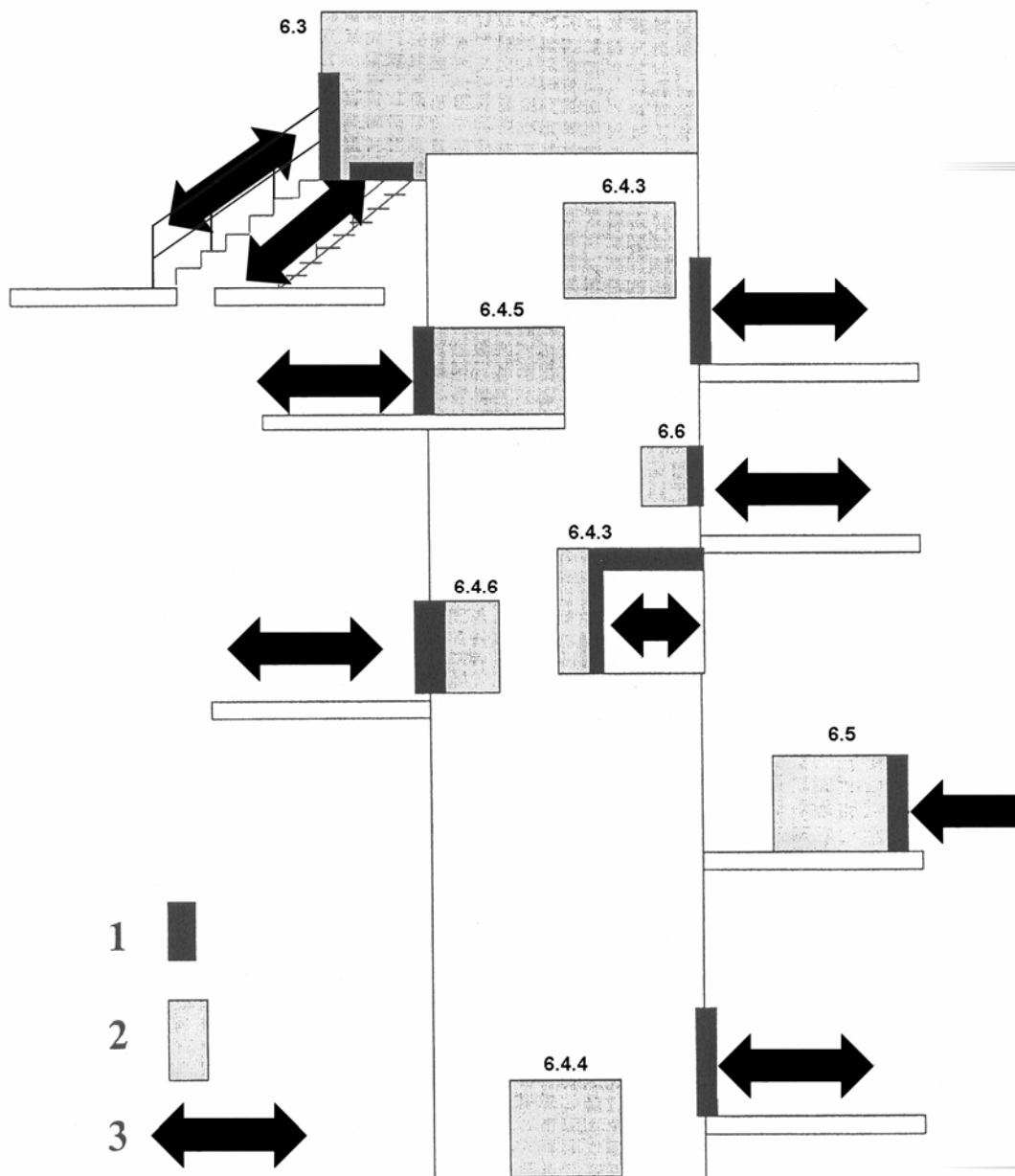
$N_{equiv(t)} = 1 + 1 \text{ (laçada dupla)}$

$K_p = 1$

$N_{equiv} = 4$

Figura N.2 : Exemplos de cálculo do número equivalente de polias

**Anexo O  
(informativo)  
Espaços para maquinarias – Acessos (6.2)**



Legenda:

- 1) Portas e alçapões (Subseções 6.3.4 e 6.4.7)
- 2) Espaços da maquinaria (Capítulo 6)
- 3) Acessos (Subseção 6.2)

**Figura O.1 – Espaços da maquinaria – acessos (6.1)**