

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
16042

Primeira edição
03.04.2012

Válida a partir de
03.04.2013

**Elevadores elétricos de passageiros —
Requisitos de segurança para construção e
instalação de elevadores sem casa de máquinas**

*Electric passenger elevators — Safety rules for the construction and
installation of machine room less lifts*

ICS 91.140.90

ISBN 978-85-07-03291-5



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 16042:2012
176 páginas

© ABNT 2012

ABNT NBR 16042:2012



© ABNT 2012

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
0 Introdução	v
0.1 Generalidades	v
0.2 Princípios	vi
0.3 Premissas	vi
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	3
4 Unidades e símbolos	6
4.1 Unidades	6
4.2 Símbolos	6
5 Caixa	7
5.1 Disposições gerais	7
5.2 Fechamento da caixa	7
5.2.2 Portas de inspeção, de emergência e portinholas de inspeção	8
5.2.3 Ventilação da caixa	10
5.3 Paredes, piso e teto da caixa	10
5.3.1 Resistência das paredes	11
5.3.2 Resistência do piso do poço	11
5.3.3 Resistência do teto	11
5.4 Construção das paredes da caixa e fechamento das entradas de pavimento faceando a entrada da cabina	12
5.5 Proteção de quaisquer espaços localizados debaixo do carro e/ou do contrapeso	12
5.6 Proteção na caixa	12
5.7 Folgas na última parada e poço	13
5.7.1 Folgas superiores	13
5.7.2 Poço	14
5.8 Proibição de instalar na caixa material estranho ao serviço do elevador	15
5.9 Iluminação da caixa	15
5.10 Alarme de emergência	16
6 Espaços da maquinaria e polias	16
6.1 Disposições gerais	16
6.2 Caminho de acesso	16
6.3 Acesso aos espaços da maquinaria e polias	16
6.4 Maquinaria dentro da caixa	17
6.4.1 Disposições gerais	17
6.4.2 Dimensões das áreas de trabalho dentro da caixa	17
6.4.3 Áreas de trabalho na cabina ou no teto da cabina	17
6.4.4 Áreas de trabalho no poço	18
6.4.5 Áreas de trabalho em plataforma	19
6.4.6 Áreas de trabalho fora da caixa	21

ABNT NBR 16042:2012

6.4.7	Portas e alçapões	21
6.4.8	Ventilação.....	22
6.4.9	Iluminação e tomadas elétricas	22
6.4.10	Manuseio do equipamento	22
6.5	Maquinaria fora da caixa	22
6.5.1	Disposições gerais.....	22
6.5.2	Gabinete da maquinaria	22
6.5.3	Área de trabalho	23
6.5.4	Ventilação.....	23
6.5.5	Iluminação e tomadas elétricas	23
6.6	Dispositivos para operações de emergência e ensaios	23
6.7	Construção e equipamento dos espaços de polias.....	24
6.7.1	Casa de polias	24
6.7.2	Polias na caixa.....	26
7	Portas de pavimento	26
7.1	Disposições gerais.....	26
7.2	Resistência de portas e suas armações	27
7.2.1	Requisitos para portas metálicas.....	27
7.2.2	Comportamento sob condições de fogo	27
7.2.3	Resistência mecânica	27
7.3	Altura e largura das entradas.....	28
7.3.1	Altura	28
7.3.2	Largura	28
7.4	Soleiras e elementos de guiamento	28
7.4.1	Soleiras	28
7.4.2	Elementos de guiamento.....	28
7.5	Proteção com relação à operação de porta.....	28
7.6	Iluminação no pavimento	29
7.7	Confirmação de porta de pavimento fechada e travada.....	30
7.7.1	Proteção contra o risco de queda	30
7.7.2	Proteção contra o risco de corte	30
7.7.3	Travamento e destravamento de emergência.....	30
7.7.4	Dispositivo elétrico de verificação de porta de pavimento fechada	31
7.7.5	Requisitos comuns aos dispositivos de confirmação da condição travada e condição fechada da porta.....	32
7.7.6	Portas multifolhas unidas mecanicamente entre si.....	32
7.8	Fechamento temporizado das portas.....	32
8	Carro e contrapeso	32
8.1	Alturas da cabina	32
8.2	Área útil da cabina, carga nominal e número de passageiros	32
8.2.1	Caso geral	32
8.2.2	Número de passageiros.....	33
8.3	Paredes, piso e teto da cabina	34

8.4	Protetores da soleira.....	35
8.5	Entrada da cabina	35
8.6	Portas da cabina.....	35
8.7	Proteção durante a operação de portas.....	36
8.7.1	Generalidades.....	36
8.7.2	Portas automáticas de acionamento motorizado.....	37
8.8	Reversão do movimento de fechamento	38
8.9	Dispositivo elétrico de confirmação de portas da cabina fechadas	38
8.10	Portas com várias folhas interligadas mecanicamente.....	38
8.11	Abertura da porta da cabina	38
8.12	Alçapões e portas de emergência na cabina.....	39
8.13	Teto da cabina	39
8.14	Protetor do teto da cabina.....	40
8.15	Equipamento no topo do carro	40
8.16	Ventilação	40
8.17	Iluminação.....	41
8.18	Contrapeso	41
9	Suspensão, compensação e proteção contra sobrevelocidade.....	41
9.1	Tipos de suspensão e número dos meios de suspensão	41
9.2	Relação entre o diâmetro de polias, dimensões e coeficiente de segurança de cabos de aço de suspensão	42
9.3	Tração nos meios de suspensão	42
9.4	Distribuição da carga entre os meios de suspensão	43
9.5	Compensação.....	43
9.6	Proteção de polias	43
9.7	Freio de segurança	44
9.7.1	Disposições gerais.....	44
9.7.2	Condições para uso de diferentes tipos de freios de segurança.....	45
9.7.3	Método de acionamento	45
9.7.4	Retardamento	45
9.7.5	Rearme	45
9.7.6	Condições construtivas.....	45
9.7.7	Inclinação do piso da cabina no caso de operação do freio de segurança	46
9.7.8	Atuação do dispositivo elétrico de segurança	46
9.8	Limitador de velocidade	46
9.9	Meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente	48
10	Guias, para-choques e limitadores de percurso final	49
10.1	Generalidades sobre as guias	49
10.1.1	Resistência das guias.....	49
10.1.2	Tensões e deflexões admissíveis	50
10.1.3	Fixação das guias	51
10.2	Guiamento do carro e do contrapeso	51
10.3	Para-choques do carro e do contrapeso.....	51

ABNT NBR 16042:2012

10.4	Percurso dos para-choques do carro e do contrapeso	52
10.4.1	Para-choques do tipo de acumulação de energia	52
10.4.2	Para-choques do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido	52
10.4.3	Para-choques do tipo de dissipação de energia	52
10.5	Limitadores de percurso final	53
10.5.1	Generalidades.....	53
10.5.2	Controle dos limitadores de percurso final	53
10.5.3	Modo de atuação dos limitadores de percurso final.....	53
11	Folgas entre o carro e paredes da caixa e entre o carro e o contrapeso	54
11.1	Generalidades.....	54
11.2	Folgas entre o carro e a parede defronte à entrada da cabina	54
11.3	Distância horizontal entre o carro ou o contrapeso e as paredes da caixa	55
11.4	Folga entre carro e contrapeso.....	55
12	Máquinas.....	55
12.1	Generalidades.....	55
12.2	Acionamento do carro e do contrapeso	55
12.3	Uso de polias em balanço	56
12.4	Sistema de freada.....	56
12.4.1	Generalidades.....	56
12.4.2	Freio eletromecânico	56
12.5	Operação de emergência.....	57
12.6	Velocidade.....	57
12.7	Parada da máquina e verificação de sua condição de parada.....	58
12.7.1	Motores alimentados diretamente por uma fonte de corrente alternada ou corrente contínua	58
12.7.2	Acionamento pelo sistema “Ward-Leonard”	58
12.7.3	Motor de corrente alternada ou corrente contínua alimentado e controlado por elementos estáticos	59
12.7.4	Dispositivo de controle.....	59
12.8	Verificação do retardamento normal da máquina quando forem usados para-choques de percurso reduzido	59
12.9	Dispositivo de segurança dos meios de suspensão frouxos	60
12.10	Limitador de tempo de funcionamento do motor	60
12.11	Proteção da maquinaria.....	60
13	Aparelhos e instalações elétricas.....	61
13.1	Disposições gerais.....	61
13.1.1	Limites de aplicação	61
13.1.2	Proteção de equipamento elétrico contra contato direto.....	61
13.1.3	Resistência de isolamento da instalação elétrica (HD 384.6.61 S1)	61
13.1.4	Tensão entre condutores.....	62
13.2	Contactores, contactores auxiliares e componentes dos circuitos de segurança....	62
13.2.1	Contactores e contactores auxiliares	62

13.2.2	Componentes dos circuitos de segurança	62
13.3	Proteção de motores e outros equipamentos elétricos	63
13.4	Interruptores principais	63
13.5	Fiação elétrica	64
13.6	Iluminação e tomadas elétricas	67
14	Proteção contra falhas elétricas, controles e prioridades.....	67
14.1	Análises de falha e dispositivos elétricos de segurança	67
14.1.1	Análises de falhas	67
14.1.2	Dispositivos elétricos de segurança	68
14.2	Controles.....	73
14.2.1	Controle das operações do elevador	73
14.2.2	Dispositivos de parada	75
14.2.3	Dispositivo do alarme de emergência.....	76
14.2.4	Prioridades e sinalizações	76
14.2.5	Controle de carga.....	76
15	Avisos, marcações e instruções de operação.....	77
15.1	Condições gerais	77
15.2	Dentro da cabina	77
15.3	Topo do carro.....	78
15.4	Espaços da maquinaria e polias.....	78
15.5	Caixa.....	79
15.6	Limitador de velocidade	79
15.7	Poço.....	79
15.8	Para-choques.....	79
15.9	Identificação do pavimento	79
15.10	Identificação elétrica.....	79
15.11	Chave de destravamento das portas de pavimento.....	80
15.12	Dispositivo de alarme	80
15.13	Dispositivos de travamento.....	80
15.14	Freios de segurança	80
15.15	Grupo de elevadores.....	80
15.16	Proteção contra sobrevelocidade do carro ascendente.....	80
16	Inspeções, ensaios, registro e manutenção	81
16.1	Inspeções e ensaios	81
16.2	Registro	81
16.3	Informação do fabricante/instalador	82
16.3.1	Informação para uso normal	82
16.3.2	Informação para manutenção	82
16.3.3	Inspeções e ensaios	82

ABNT NBR 16042:2012**Anexos**

Anexo A (normativo) Lista dos dispositivos elétricos de segurança	84
Anexo B (normativo) Triângulo de destravamento	86
Anexo C (informativo) Dossiê técnico	87
C.1 Introdução	87
C.2 Generalidades	87
C.3 Detalhes técnicos e desenhos	87
C.4 Esquemas elétricos	88
C.5 Certificados	88
Anexo D (normativo) Inspeções e ensaios antes da colocação do elevador em serviço	89
D.1 Inspeções	89
D.2 Ensaio e verificações	89
Anexo E (informativo) Inspeções e ensaios periódicos, inspeções e ensaios depois de modificações importantes ou após um acidente	93
E.1 Inspeções e ensaios periódicos	93
E.2 Inspeções e ensaios depois de modificações relevantes ou após um acidente	93
Anexo F (normativo) Componentes de segurança – Procedimentos para ensaios de tipo	95
F.1 Introdução	95
F.1.1 Generalidades	95
F.1.2 Modelo de certificado para ensaio de tipo	95
F.2 Dispositivos de travamento das portas de pavimento	97
F.2.1 Generalidades	97
F.2.1.1 Campo de aplicação	97
F.2.1.2 Objetivo e extensão do ensaio	97
F.2.1.3 Documentos a serem apresentados	97
F.2.1.4 Amostras de ensaio	97
F.2.2 Inspeções e ensaios	98
F.2.2.1 Inspeção da operação	98
F.2.2.2 Ensaio mecânicos	98
F.2.2.3 Critérios para os ensaios mecânicos	99
F.2.2.4 Ensaio elétricos	99
F.2.3 Ensaio particulares para certos tipos de dispositivos de travamento	100
F.2.4 Certificado de ensaio de tipo	100
F.3 Freio de segurança	101
F.3.1 Disposições gerais	101
F.3.2 Freio de segurança instantâneo	101
F.3.2.1 Amostras de ensaios	101
F.3.2.2 Ensaio	101
F.3.2.3 Documentos	102
F.3.2.4 Determinação da massa admissível	102
F.3.2.5 Verificação da deformação do bloco e da guia	104
F.3.3 Freio de segurança progressivo	104
F.3.3.1 Especificação e amostra de ensaio	104

F.3.3.2	Ensaio.....	104
F.3.3.3	Cálculo da massa admissível.....	106
F.3.3.4	Possível modificação das regulagens.....	106
F.3.4	F.3.4 Comentários.....	107
F.3.5	Certificado de ensaio de tipo	107
F.4	Limitadores de velocidade	108
F.4.1	Disposições gerais	108
F.4.2	Verificação das características do limitador de velocidade.....	108
F.4.2.1	Amostras de ensaios	108
F.4.2.2	Ensaio.....	108
F.4.3	Certificado de ensaio de tipo	109
F.5	Para-choques.....	109
F.5.1	Disposições gerais	109
F.5.2	Amostras de ensaios	110
F.5.3	Ensaio.....	110
F.5.3.1	Para-choques do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido	110
F.5.3.2	Para-choques de dissipação de energia	111
F.5.3.3	Para-choques com características não lineares	113
F.6	Circuitos de segurança contendo componentes eletrônicos	114
F.6.1	Generalidades.....	115
F.6.2	Amostras para ensaio.....	115
F.6.3	Ensaio.....	115
F.6.3.1	Ensaio mecânicos	115
F.6.3.2	Ensaio de temperatura (HD 323.2.14 S2).....	116
F.6.4	Certificado de ensaio de tipo	117
F.7	Meios de proteção contra a sobrevelocidade do carro ascendente	117
F.7.1	Disposições gerais	117
F.7.2	Declaração e amostra para ensaio	118
F.7.3	Ensaio.....	118
F.7.3.1	Método de ensaio	118
F.7.3.2	Procedimento de ensaio.....	118
F.7.3.3	Verificação após os ensaios	119
F.7.4	Possível modificação das regulagens.....	119
F.7.5	Relatório do ensaio	119
F.7.6	Certificado de ensaio de tipo	120
Anexo G	(informativo) Cálculo das guias	121
G.1	Geral	121
G.2	Cargas e forças.....	121
G.3	Exemplos de cargas.....	123
G.4	Fatores de impacto	123
G.4.1	Atuação do freio de segurança.....	123
G.4.2	Cabina	123

ABNT NBR 16042:2012

G.4.3	Contrapeso ou peso de balanceamento	123
G.4.4	Valores dos fatores de impacto	123
G.5	Cálculos	124
G.5.1	Faixa de cálculo.....	124
G.5.2	Tensões de flexão	124
G.5.3	Flambagem	126
G.5.4	Combinação das tensões de flexão e flambagem	127
G.5.5	Flexão do boleto	128
G.5.6	Arranjos.....	130
G.5.7	Deflexões	130
G.6	Deflexões admissíveis	131
G.7	Exemplos de método de cálculo.....	131
G.7.1	Configuração geral	132
G.7.1.1	Atuação do freio de segurança.....	132
G.7.1.2	Uso normal, em funcionamento.....	134
G.7.1.3	Uso normal, em carregamento	135
G.7.2	Cabina centralmente guiada e suspensa.....	136
G.7.2.1	Atuação do freio de segurança.....	136
G.7.2.2	Uso normal, em funcionamento.....	138
G.7.2.3	Uso normal, em carregamento.....	139
G.7.3	Cabina guiada e suspensa excentricamente.....	140
G.7.3.1	Atuação do freio de segurança.....	140
G.7.3.2	Uso normal, em funcionamento.....	142
G.7.3.3	Uso normal, em carregamento	143
G.7.4	Guiamento e suspensão em balanço	144
G.7.4.1	Atuação do freio de segurança.....	144
G.7.4.2	Uso normal, em funcionamento.....	146
G.7.4.3	Uso normal, em carregamento	147
G.7.5	Elevador panorâmico – Configuração geral	148
G.7.5.1	Atuação do freio de segurança.....	148
G.7.5.2	Uso normal, em funcionamento.....	150
G.7.5.3	Uso normal, em carregamento.....	151
Anexo H (normativo)	Componentes eletrônicos – Exclusão de falhas	153
Anexo I (normativo)	Ensaio de impacto pendular	157
I.1	Generalidades.....	157
I.2	Aparelhagem de ensaio	157
I.2.1	Dispositivo de impacto com pêndulo duro.....	157
I.2.2	Dispositivo de impacto com pêndulo macio	157
I.2.3	Suspensão do dispositivo de impacto com pêndulo.....	157
I.2.4	Dispositivo de puxar e disparar	157
I.3	Folhas.....	157
I.4	Procedimento de ensaio	158
I.5	Interpretação dos resultados	158

I.6	Relatório dos ensaios	158
I.7	Exceções para os ensaios.....	159
Anexo J	(normativo) Folgas superiores	163
Anexo K	(normativo) Percursos requeridos dos para-choques	164
Anexo L	(informativo) Avaliação da tração para suspensão com cabos de aço	165
L.1	Introdução	165
L.2	Cálculo da tração	165
L.2.1	Avaliação de T_1 e T_2	166
L.2.1.1	Condição de cabina carregada	166
L.2.1.2	Condição de freada de emergência.....	166
L.2.1.3	Condição de carro retido	166
L.2.2	Avaliação do coeficiente de atrito	166
L.2.2.1	Considerações sobre ranhuras	166
L.2.2.2	Considerações sobre o coeficiente de atrito.....	168
L.3	Exemplo prático	169
Anexo M	(normativo) Avaliação do coeficiente de segurança para suspensão com cabos de aço	172
M.1	Generalidades	172
M.2	Número equivalente de polias N_{equiv}	172
M.2.1	Avaliação de $N_{equiv(t)}$	172
M.2.2	Avaliação de $N_{equiv(p)}$	173
M.3	Coeficiente de segurança	173
M.4	Exemplos	175
Anexo N	(informativo) Espaços das maquinarias – Acessos	176

Figuras

Figura 1	– Caixa parcialmente fechada	9
Figura 2	– Caixa parcialmente fechada – Distâncias	9
Figura 3	– Exemplos de elementos de travamento	30
Figura 4	– Folgas entre o carro e a parede defronte à entrada da cabina	54
Figura 5	– Diagrama para analisar circuitos de segurança	72
Figura B.1	– Triângulo de destravamento (7.7.3.2)	86
Figura F.1	– Gráfico de retardamento	114
Figura G.2	– Configuração geral	132
Figura G.3	– Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x.....	133
Figura G.4	– Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y.....	133
Figura G.5	– Configuração em carregamento.....	135
Figura G.6	– Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x.....	137
Figura G.7	– Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y.....	137
Figura G.8	– Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x.....	140
Figura G.9	– Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y.....	141
Figura G.10	– Configuração em carregamento.....	143
Figura G.11	– Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x.....	144

ABNT NBR 16042:2012

Figura G.12 – Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y.....	145
Figura G.13 – Configuração em carregamento – Caso 1.....	147
Figura G.14 – Configuração em carregamento – Caso 2.....	147
Figura G.15 – Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x.....	149
Figura G.16 – Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y	149
Figura G.17 – Configuração em carregamento.....	151
Figura I.1 – Dispositivo de impacto com pêndulo duro	160
Figura I.2 – Dispositivo de impacto com pêndulo macio	161
Figura I.3 – Aparelhagem de ensaio	162
Figura J.1 – Gráfico ilustrando as folgas superiores (5.7.1)	163
Figura K.1 – Gráfico ilustrando os percursos requeridos dos para-choques (10.4).....	164
Figura L.2 – Ranhura V recortada	167
Figura L.3 – Coeficiente de atrito mínimo	168
Figura L.4 – Caso geral.....	169
Figura M.2 – Exemplos de cálculo do número equivalente de polias	175

Tabelas

Tabela 1 – Área máxima da cabina	33
Tabela 2 – Área mínima da cabina	34
Tabela 3 – Proteção de polias.....	44
Tabela 4 – Coeficiente de segurança para guias.....	50
Tabela 5 – Tensões admissíveis σ_{adm}.....	50
Tabela 6 – Resistências de isolação.....	62
Tabela A.1 – Lista dos dispositivos elétricos de segurança	84
Tabela G.1 – Cargas e forças a serem consideradas nos diferentes casos de carregamentos.....	123
Tabela G.2 – Fatores de impacto.....	124
Figura G.1 – Eixos da guia.....	128
Tabela G.4 – Coeficiente ω relacionado ao λ para aço com tensão de ruptura de 520 N/mm².....	130
Tabela I.1 – Folhas de vidro plano para fechamento da cabina	159
Tabela I.2 – Folhas de vidro plano para portas tipo corrediça horizontal.....	159
Tabela M.1 – Número equivalente de polias.....	172
Figura M.1 – Avaliação do coeficiente de segurança mínimo	174

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 16042 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos (ABNT/CB-04), pela Comissão de Estudos de Elevadores (CE-04:010.13). O seu 1º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 09, de 30.08.2010 a 25.10.2010, com o número de Projeto 04:010.13-003. O seu 2º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 05, de 05.05.2011 a 06.06.2011, com o número de 2º Projeto 04:010.13-003. O seu 3º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 11, de 24.11.2011 a 23.12.2011, com o número de 3º Projeto 04:010.13-003.

Esta Norma é baseada nas EN 81-1:1998 e EN 81-1:1998/A2:2004.

Esta Norma é prevista para entrar em vigor 12 meses após sua publicação.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte

Scope

This Standard specifies the safety rules for the construction and installation of permanently installed new electric lifts, without machine room, serving defined landing levels, having a car designed for the transportation of persons and objects, with traction drive, suspended by ropes and moving between guide rails inclined not more than 15° to the vertical.

In addition to the requirements of this Standard, supplementary requirements shall be considered in special cases (potentially explosive atmosphere, extreme climate conditions, seismic conditions, transporting dangerous good etc.).

This Standard does not cover:

- a) lifts other than those stated in 1.1;*
- b) installation of lifts without machine room in existing buildings to the extent that spaces does not permit;*
- c) important modifications (see Annex E) to a lift installed before this standard is brought into application;*
- d) installations where the inclination of the guide rails to the vertical exceeds 15°;*
- e) safety during transport, installation, repairs and disassembling of lifts;*

However, this Standard may be taken as a basis.

Noise and vibrations are not dealt with in this standard because these are not relevant to the safe use of the lift.

This Standard does not specify the additional requirements necessary for the use of lifts in case of fire.

ABNT NBR 16042:2012**0 Introdução****0.1 Generalidades**

A ABNT NBR NM 207, ao definir requisitos para elevadores elétricos, estabelece a necessidade de uma casa de máquinas e casa de polias especiais para abrigo da maquinaria. A tecnologia moderna, porém, demonstra que a maquinaria, ou parte dela, ou parte de seus componentes não necessitam estar dentro de uma casa de máquinas especial e podem ser colocadas na caixa ou fora dela. Para garantir a segurança da operação normal, manutenção e inspeção dos elevadores nesta nova condição, são necessárias disposições, que ainda não estão descritas na ABNT NBR NM 207. Por esta razão, esta Norma que trata dos elevadores elétricos de passageiros sem casa de máquinas foi feita para atender a esta necessidade.

0.1.1 O objetivo desta Norma é definir regras de segurança relativas aos elevadores elétricos de passageiros sem casa de máquinas, com vistas a proteger as pessoas e objetos contra os riscos de acidentes relacionados às operações pelo usuário, de manutenção e de emergência de elevadores.

0.1.2 Têm sido feitos estudos dos vários aspectos de acidentes possíveis com elevadores nas áreas apresentadas em 0.1.2.1 a 0.1.2.3.

0.1.2.1 Possíveis riscos devidos a:

- f) corte;
- g) esmagamento;
- h) queda;
- i) impacto;
- j) aprisionamento;
- k) fogo;
- l) choque elétrico;
- m) falha do material devido a:
 - 1) dano mecânico;
 - 2) desgaste;
 - 3) corrosão.

0.1.2.2 Pessoas a serem protegidas:

- a) usuários;
- b) pessoal de manutenção e inspeção;
- c) pessoas que se encontram fora da caixa, do espaço da maquinaria e polias (se existir).

0.1.2.3 Objetos a serem protegidos:

- a) objetos na cabina;

- b) componentes da instalação do elevador;
- c) edifício onde está instalado o elevador.

0.2 Princípios

Na elaboração desta Norma foram adotados os princípios descritos em 0.2.1 a 0.2.6.

0.2.1 Esta Norma não repete as regras técnicas gerais aplicáveis a cada construção elétrica, mecânica ou de edificação, incluindo a proteção dos elementos do edifício contra fogo.

Entretanto, tornou-se necessário estabelecer alguns requisitos de boas práticas de construção, seja porque é peculiar à fabricação do elevador ou porque na utilização do elevador os requisitos podem ser mais exigentes do que em outros casos.

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

0.2.3 Quando o peso, as dimensões ou a forma de componentes impedem que os elevadores sejam movidos manualmente, eles devem ser:

- a) equipados com fixadores para mecanismo de levantamento; ou
- b) projetados de modo que possam ser montados tais fixadores (por exemplo, por meio de furos roscados); ou
- c) projetados de modo que um mecanismo de levantamento padronizado possa facilmente ser acoplado.

0.2.4 Na medida do possível, esta Norma estabelece somente os requisitos que os materiais e o equipamento devem atender tendo em vista a operação segura dos elevadores.

0.2.5 Negociações têm sido feitas entre o comprador e o vendedor sobre:

- a) a finalidade do uso do elevador;
- b) condições ambientais;
- c) problemas de engenharia civil;
- d) outros aspectos relacionados ao local da instalação.

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

0.3 Premissas

Foram considerados possíveis riscos atribuíveis a cada componente que pode ser incorporado em uma instalação completa de elevador.

Regras adequadas foram estabelecidas.

ABNT NBR 16042:2012

0.3.1 Os componentes são:

- a) projetados de acordo com a prática usual de engenharia e com os códigos de cálculos, incluindo todos os critérios de falha;
- b) de construção adequada, tanto mecânica como eletricamente;
- c) fabricados com materiais de resistência e qualidade adequadas; e
- d) livres de defeitos.

Materiais nocivos, como amianto, não são utilizados.

0.3.2 Os componentes são mantidos em bom estado e em boas condições de funcionamento, de modo que as dimensões sejam atendidas, mesmo em condições de desgaste.

0.3.3 Os componentes serão selecionados e instalados de modo que as influências ambientais previsíveis e as condições especiais de trabalho não afetem a operação segura do elevador.

0.3.4 Por projeto dos elementos que suportam carga, uma operação segura do elevador é considerada para cargas que variem de zero até 100 % da carga nominal.

0.3.5 Os requisitos desta Norma sobre os dispositivos elétricos de segurança são tais que a possibilidade de falha de um dispositivo elétrico de segurança que atenda a todos os requisitos desta Norma não precisa ser levada em consideração.

0.3.6 Os usuários devem ser protegidos contra a sua negligência e descuido inconscientes ao usar o elevador do modo estabelecido.

0.3.7 Um usuário pode, em certos casos, cometer um ato imprudente. A possibilidade de cometer dois atos imprudentes simultâneos e/ou o abuso de instruções de uso não é considerada.

0.3.8 Se, durante o desenvolvimento do trabalho de manutenção, um dispositivo de segurança, normalmente não acessível aos usuários, for deliberadamente neutralizado, a operação segura do elevador não é mais assegurada, mas medidas compensatórias serão tomadas para garantir a segurança dos usuários de acordo com as instruções de manutenção.

É considerado que o pessoal de manutenção está instruído e trabalha de acordo com as instruções.

0.3.9 Para reproduzir forças horizontais que uma pessoa pode exercer, foram usados os seguintes valores:

- a) força estática: 300 N;
- b) força resultante do impacto: 1 000 N.

0.3.10 Com exceção dos itens listados abaixo, um dispositivo mecânico construído de acordo com as boas práticas e os requisitos desta Norma não irá deteriorar-se ao ponto de criar perigo sem que a falha seja detectada.

As seguintes falhas mecânicas foram consideradas nesta Norma:

- a) quebra da suspensão;

- b) escorregamento sem controle dos meios de suspensão na polia motriz;
- c) quebra e afrouxamento de toda ligação dos seguintes elementos auxiliares: cabos, correntes e correias;
- d) falha de um dos componentes mecânicos do freio eletromecânico que toma parte na ação de freada no tambor ou disco;
- e) falha de um componente associado com os elementos de acionamento principais e a polia motriz.

0.3.11 Ocorrendo a queda livre do carro a partir do pavimento extremo inferior, a possibilidade do freio de segurança não atuar, antes que o para-choque seja atingido, é considerada aceitável.

0.3.12 Quando a velocidade do carro está inter-relacionada com a frequência elétrica da rede até o momento da aplicação do freio mecânico, é considerado que a velocidade não excede 115 % da velocidade nominal ou a velocidade fracionária correspondente.

0.3.13 A organização dentro do edifício onde o elevador está instalado deve ser tal que se possa responder eficazmente a um chamado de emergência sem demora excessiva (ver 0.2.5).

0.3.14 São providos meios de acesso para levantamento de equipamento pesado (ver 0.2.5).

0.3.15 Para assegurar o funcionamento correto do equipamento no(s) espaço(s) da maquinaria, 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 As áreas de acesso devem ser adequadamente iluminadas (ver 0.2.5).

0.3.17 As dimensões mínimas de passagens requeridas pelas normas de edificações não podem 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 Onde mais de uma pessoa estiver trabalhando ao mesmo tempo em um elevador, devem ser assegurados meios adequados de comunicação entre elas.



Elevadores elétricos de passageiros — Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas

1 Escopo

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, com carro projetado para o transporte de pessoas e objetos, com acionamento por tração, suspenso por cabos e movendo-se entre guias inclinadas no máximo 15° com a vertical.

1.2 Em casos especiais, em complementação os requisitos desta Norma, devem ser considerados requisitos suplementares (atmosfera explosiva, condições climáticas extremas, terremotos, transporte de mercadorias perigosas etc.).

1.3 Esta Norma não se aplica a:

- a) elevadores diferentes daqueles estabelecidos em 1.1;
- b) instalação de elevadores sem casa de máquinas em edifícios existentes¹ para acomodação que o espaço não permite;
- c) modificações importantes (ver Anexo E) para um elevador instalado antes que esta Norma tenha sido colocada em aplicação;
- d) instalações onde a inclinação das guias com a vertical excede 15°;
- e) segurança durante o transporte, reparos e desmontagem de elevadores.

Contudo, esta Norma pode ser tomada como referência.

Ruído e vibrações não são tratados nesta Norma, porque não são relevantes para o uso seguro do elevador.

1.4 Esta Norma não especifica os requisitos necessários para o uso de elevadores em caso de incêndio.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5410, *Instalações elétricas de baixa tensão*

ABNT NBR IEC 62326-1, *Placas de circuito impresso – Parte 1: Especificação genérica*

¹ Edifício existente é um edifício que é usado ou já foi usado antes que o pedido do elevador tenha sido feito. Um edifício cuja estrutura interna tenha sido completamente renovada é considerado um edifício novo.

ABNT NBR 16042:2012

ABNT NBR NM ISO 13852:2003, *Segurança de máquinas – Distância de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores*

ABNT NBR NM 196, *Elevadores de passageiros e monta-cargas – Guias para carros e contrapesos – Perfil T*

ABNT NBR NM 207:1999, *Elevadores elétricos de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação*

ISO 834-1, *Fire – resistance tests – Elements of building construction*

ISO 3008, *Fire – resistance tests – door and shutter assemblies*

ISO 4344, *Steel wire ropes for lifts – Minimum requirements*

ISO 22199, *Electromagnetic compatibility – Product family standard of lifts, escalators and moving walks – Emission*

ISO 22200, *Electromagnetic compatibility – Product family standard of lifts, escalators and moving walks – Immunity*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60747-5, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 5: Optoelectronic devices*

EN 60068-2-6:2008, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

EN 60068-2-27:2009, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

EN 60249-2-2, *Base materials for printed circuits – Part 2-2: Specifications – Specification N° 2: Phenolic cellulose paper copper-clad laminated sheet, economic quality*

EN 60249-2-3, *Base materials for printed circuits – Part 2-3: Specifications – Specification N° 3: Epoxyde cellulose paper-clad laminated sheet of defined flammability (vertical burning test)*

EN 61558-2-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products. Particular requirements and tests for separating transformers and power supplies incorporating separating transformers for general applications*

EN 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Section 1: Electromechanical contactors and motor-starters*

EN 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Section 1: Electromechanical control circuit devices*

EN 60950, *All parts. Information technology equipment. Safety*

EN ISO 14121-1, *Safety of machinery – Principles of risk assessment*

EN 10025-1, *Hot rolled products of structural steels – Part 1: General Technical delivery conditions*

EN 50214, *Flexible cards for lifts*

CENELEC HD 21.1 S3:1997, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirements*

CENELEC HD 21.3 S3:1995, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring*

CENELEC HD 21.4 S2:1990, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 4: Sheathed cables for fixed wiring*

CENELEC HD 21.5 S3, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 5: Flexible cables (cords)*

CENELEC HD 22.4 S3, *Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 4: Cords and flexible cables*

CENELEC HD 214 S2, *Method for determine the comparative and the proof tracking indices of solid isolating materials under moist conditions*

CENELEC HD 323.2.14 S2, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

CENELEC HD 360 S2, *Circular rubber insulated lift cables for normal use*

CENELEC HD 384.6.61 S1, *Electrical installations of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

armação do carro ou do contrapeso

estrutura metálica que sustenta a cabina ou os pesos do contrapeso, ligada aos meios de suspensão. Esta armação pode ser integrada com o fechamento da cabina

3.2

área útil da cabina

área da cabina disponível para passageiros durante a operação do elevador, medida a uma altura de 1 m acima do piso, desconsiderando corrimãos. Qualquer área na entrada da cabina, quando as portas estiverem fechadas, também deve ser levada em conta

3.3

cabina

parte do elevador que transporta passageiros e objetos

3.4

cabo de comando

cabo elétrico flexível entre o carro e um ponto fixo

3.5

cabo de segurança

cabo auxiliar fixado ao carro ou ao contrapeso, com a intenção de acionar o freio de segurança, caso quebre a suspensão

ABNT NBR 16042:2012

3.6

cadeia elétrica de segurança

total de dispositivos elétricos de segurança ligados em série

3.7

carga de ruptura mínima do cabo

resultado do produto da seção transversal resistente do cabo (em milímetros quadrados) pela tensão de tração nominal dos arames (em newtons por milímetro quadrado), e o coeficiente apropriado para o tipo de construção do cabo

3.8

carga nominal

carga para a qual o equipamento foi construído

3.9

caixa

espaço onde o carro e o contrapeso viajam. Este espaço é limitado pelo fundo do poço, pelas paredes e pelo teto

3.10

contrapeso

massa que assegura a tração

3.11

elevador de tração

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

3.12

espaço da maquinaria

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

3.13

espaço de polias

espaço(s) dentro ou fora da caixa onde estão localizadas as polias

3.14

freio de segurança

dispositivo mecânico para parar e manter travado nas guias o carro do elevador ou o contrapeso, em caso de sobrevelocidade no sentido de descida ou de ruptura da suspensão

3.15

freio de segurança instantâneo

freio de segurança no qual a ação de freada plena nas guias é quase imediata

3.16

freio de segurança instantâneo com efeito amortecido

freio de segurança no qual a ação de freada plena nas guias é quase imediata, mas a reação no carro ou no contrapeso é limitada pela presença de um sistema intermediário de amortecimento

3.17

freio de segurança progressivo

freio de segurança cujo retardamento é obtido pela ação de freada nas guias e para o qual são feitas prescrições especiais, de modo a limitar as forças no carro ou no contrapeso a um valor admissível

3.18**gabinete da maquinaria**

recinto externo à caixa do elevador, exclusivo para a instalação de toda a maquinaria do elevador, ou parte dela, ou parte de seus componentes, onde as operações de manutenção, inspeções e ensaios somente podem ser realizadas pelo lado externo do gabinete através de porta(s). Não é permitido que uma pessoa entre neste recinto

3.19**guias**

componentes rígidos destinados a manter a direção do movimento do carro ou do contrapeso

3.20**limitador de velocidade**

dispositivo que, quando o elevador atinge uma velocidade predeterminada, causa a parada do elevador e, se necessário, aciona o freio de segurança

3.21**máquina**

unidade que inclui o motor que aciona e para o elevador

3.22**maquinaria**

equipamento até então localizado na casa de máquinas, painéis de comando para o sistema de controle e acionamento, máquina do elevador, interruptor(es) principal(is) e meios para operações de emergência

3.23**meios de suspensão**

elementos que suportam o carro e o contrapeso (quando existir) sobre a polia motriz e permitem a transformação da energia de um motor elétrico em movimento de subida e descida do carro e do contrapeso (por exemplo, cabos de aço, cintas, cabos de fibra de carbono)

3.24**nivelamento**

operação que proporciona exatidão de parada nos pavimentos

3.25**para-choque**

batente resiliente no final do percurso, constituído de meios de retardamento, que usa fluidos ou molas (ou outro meio similar)

3.26**passageiro**

qualquer pessoa transportada dentro da cabina do elevador

3.27**pessoa autorizada**

pessoa que recebeu treinamento em elevadores, com competência apropriada para a função de seu trabalho, que foi instruída em detalhes sobre o trabalho a ser realizado e recebeu autorização do proprietário ou responsável pelo elevador para a atividade a ser executada

3.28**pessoa qualificada**

pessoa capacitada para acessar e trabalhar em áreas restritas do elevador (isto é, espaço da maquinaria, caixa e poço), com o propósito de inspeção, ensaio e manutenção do elevador ou para resgatar passageiro

ABNT NBR 16042:2012

3.29

pessoa responsável

pessoa que detém ou a quem tenha sido delegada autoridade para controle de acesso ao edifício

3.30

poço

parte da caixa situada abaixo do nível de parada mais baixo servido pelo elevador

3.31

protetor da soleira

protetor vertical liso que se estende para baixo a partir da soleira do carro ou do pavimento

3.32

renivelamento

operação, depois que o elevador parou, que permite corrigir a posição de parada durante o carregamento e descarregamento, se necessário, por meio de movimentos sucessivos (automáticos ou manuais)

3.33

última altura

parte da caixa entre o pavimento extremo superior servido pelo carro do elevador e o teto da caixa

3.34

usuário

pessoa que faz uso dos serviços de uma instalação elevadora

3.35

velocidade nominal

velocidade do carro, em metros por segundo (m/s), para a qual o equipamento foi construído

3.36

vendedor

responsável legal pelo projeto, fabricação, instalação e colocação do elevador no mercado

3.37

vidro laminado

conjunto formado por duas ou mais lâminas de vidro coladas juntas, por meio de um filme plástico

3.38

zona de destravamento

zona que se estende acima e abaixo do piso de um pavimento, na qual o piso da cabina deve situar-se para que a porta de pavimento correspondente esteja destravada

4 Unidades e símbolos

4.1 Unidades

As unidades adotadas são as do Sistema Internacional de unidades (SI).

4.2 Símbolos

Os símbolos são explicados para as equações utilizadas.

5 Caixa

5.1 Disposições gerais

5.1.1 Os requisitos desta subseção referem-se às caixas que contêm um ou mais elevadores.

5.1.2 O contrapeso de um elevador deve estar na mesma caixa do carro.

No caso de elevadores panorâmicos, o contrapeso pode estar em uma caixa remota, desde que a caixa seja totalmente fechada e provida de meios adequados de acesso para fins de inspeção, reparos e manutenção. As portas de acesso para inspeção devem ter altura mínima de 2 m e largura pelo menos igual à largura do contrapeso. A operação do elevador deve automaticamente depender da permanência desta porta na posição fechada e travada. Para tanto, devem ser utilizados dispositivos elétricos de segurança conforme 14.1.2 e as portas devem atender a 5.2.2.2 e 5.2.2.3.

5.2 Fechamento da caixa

5.2.1 O elevador deve estar separado de suas vizinhanças:

- a) por paredes, piso e teto; ou
- b) por um espaço suficiente (ver Figuras 1 e 2).

5.2.1.1 Caixa totalmente fechada

Nas partes do edifício onde se exige que a caixa participe da proteção contra a propagação do incêndio, as paredes, piso e teto não podem ser perfurados.

As únicas aberturas permitidas são:

- a) aberturas para portas de pavimento;
- b) aberturas para portas de inspeção e emergência da caixa e portinholas de inspeção;
- c) aberturas para saída de gases e fumaças em caso de incêndio;
- d) aberturas de ventilação;
- e) aberturas permanentes entre a caixa e espaços de maquinaria e de polias;
- f) aberturas nas separações entre elevadores de acordo com 5.6.

5.2.1.2 Caixa parcialmente fechada

Onde não se exige que a caixa contribua na proteção do edifício contra a propagação do fogo (por exemplo, elevadores panorâmicos em conexão com galerias, átrios, edifícios-torre etc.), a caixa não precisa ser totalmente fechada, desde que:

- a) a altura dos fechamentos nos locais normalmente acessíveis a pessoas seja suficiente para evitar que tais pessoas:
 - sejam atingidas pelas partes móveis do elevador;

ABNT NBR 16042:2012

- interfiram com a operação segura do elevador, alcançando o equipamento do elevador dentro da caixa, seja diretamente ou através de objetos manipulados.

A altura é considerada suficiente se estiver de acordo com as Figuras 1 e 2, o que implica:

- 1) um mínimo de 3,5 m no lado da porta de pavimento;
- 2) um mínimo de 2,5 m nos outros lados e com uma distância horizontal mínima de 0,50 m das partes móveis do elevador.

Se a distância às partes móveis exceder 0,50 m, o valor de 2,5 m pode ser progressivamente reduzido até uma altura mínima de 1,10 m, a uma distância de 2,0 m;

- b) o fechamento não pode ser perfurado;
- c) o fechamento deve estar localizado dentro de no máximo 0,15 m das extremidades de pisos, escadas ou plataformas (ver Figura 1);
- d) devem ser tomadas precauções para evitar a interferência de outro equipamento com a operação do elevador [ver 5.8 b) e 16.3.1 b)];
- e) especiais cuidados devem ser tomados com os elevadores expostos à intempérie (ver 0.3.3), por exemplo, elevadores instalados em paredes externas do edifício.

NOTA A instalação de elevadores com fechamento parcial convém que ocorra somente depois de uma análise detalhada das condições de localização e ambientais.

5.2.2 Portas de inspeção, de emergência e portinholas de inspeção

5.2.2.1 Portas de inspeção, portas de emergência e portinholas de inspeção da caixa não podem ser utilizadas, exceto se a segurança dos usuários o exigir ou se forem necessárias para manutenção.

5.2.2.1.1 As portas de inspeção devem possuir altura mínima de 1,40 m e largura mínima de 0,65 m.

As portas de emergência devem possuir altura mínima de 1,80 m e largura mínima de 0,35 m.

As portinholas de inspeção devem possuir altura máxima de 0,50 m e largura máxima de 0,50 m.

5.2.2.1.2 Quando a distância entre duas soleiras de pavimento consecutivas exceder 11 m devem ser providas portas de emergência intermediárias ao nível de um pavimento, de modo que a distância entre soleiras não seja maior que 11 m.

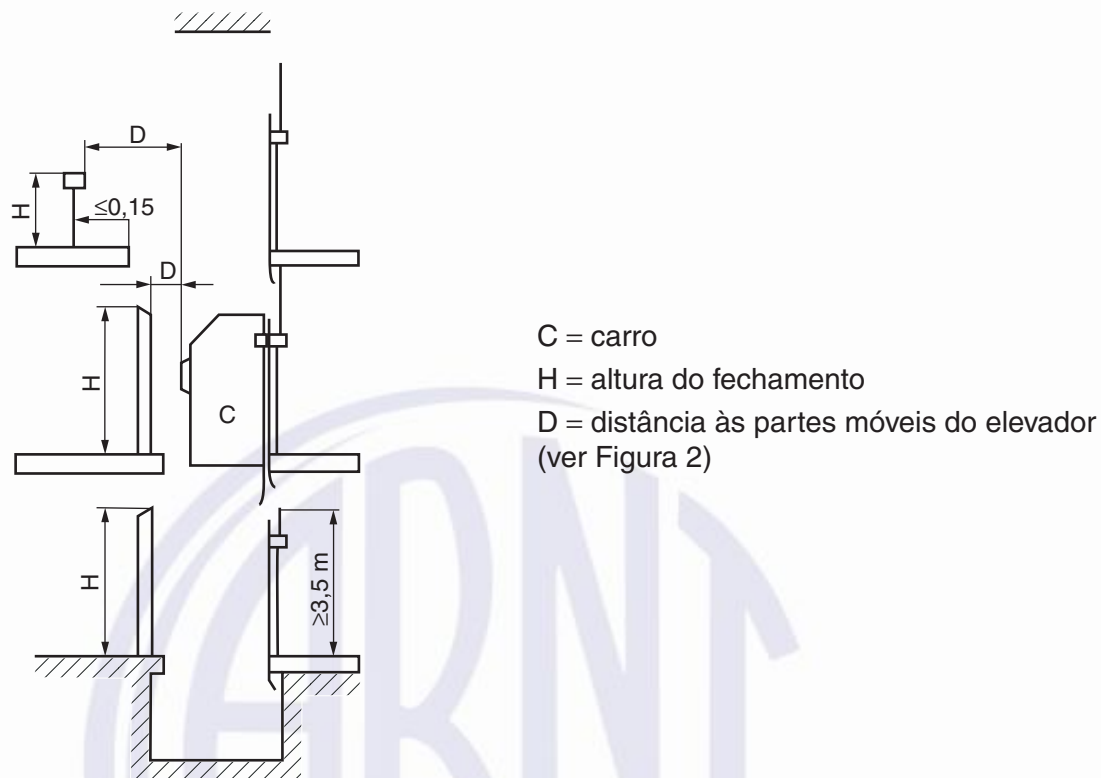


Figura 1 – Caixa parcialmente fechada

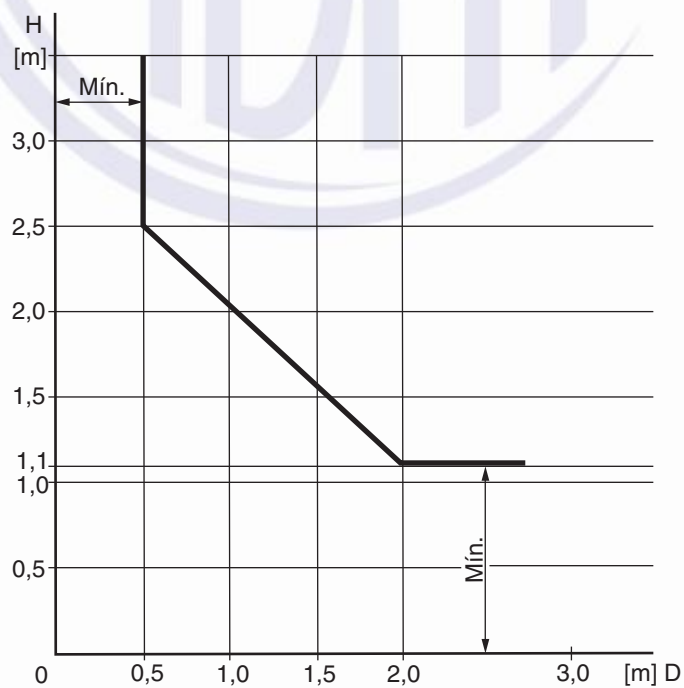


Figura 2 – Caixa parcialmente fechada – Distâncias

ABNT NBR 16042:2012

5.2.2.2 Portas de inspeção, portas de emergência e portinholas de inspeção não podem abrir para o interior da caixa.

5.2.2.2.1 As portas e as portinholas devem ser providas de trava com chave que permita o fechamento autônomo, fechando e travando sem o uso da chave.

O destravamento pelo lado do pavimento deve ser apenas por chave diferente de qualquer outra existente no edifício e deve estar em poder de pessoa responsável. Esta chave pode ser a mesma que abre as portas de pavimento.

As portas de inspeção e emergência devem poder ser abertas a partir do interior da caixa sem chave, mesmo estando travadas.

5.2.2.2.2 O funcionamento do elevador somente deve ser possível quando as portas previstas em 5.2.2.1.1 estiverem fechadas e travadas. Este travamento deve ser assegurado por um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

5.2.2.3 As portas de inspeção, de emergência e as portinholas de inspeção não podem ser perfuradas e devem satisfazer as mesmas condições de resistência mecânica que as portas de pavimento e atender aos regulamentos referidos com de proteção ao fogo para o edifício onde estão instaladas.

5.2.3 Ventilação da caixa

A caixa do elevador deve possuir abertura(s) que permita(m) a ventilação natural ou forçada com renovação de ar e em caso de incêndio, a saída de fumaça e de gases quentes para o ar livre.

5.2.3.1 Na parte superior da caixa do elevador devem existir:

- a) abertura(s) de ventilação com comunicação direta para o ar livre; ou
- b) ligação entre a caixa e o ar livre através de dutos não inflamáveis; ou
- c) abertura(s) que ligue(m) a caixa do elevador com a casa de polias. Neste caso, a casa de polias deve possuir abertura(s) para o ar livre.

5.2.3.2 A(s) abertura(s) de ventilação deve(m) atender aos regulamentos locais em vigor sobre a proteção ao fogo e sua área deve ser no mínimo igual a 1 % da área da seção horizontal da caixa. A(s) abertura(s) deve(m) ser disposta(s) de tal forma que não seja possível a penetração de pó, gases nocivos ou umidade sobre o equipamento instalado.

5.2.3.3 A seção transversal dos dutos mencionados em 5.2.3.1b) deve ser no mínimo igual à exigida para a(s) abertura(s) de ventilação.

5.2.3.4 A caixa não pode ser utilizada para a ventilação de qualquer outra área.

5.3 Paredes, piso e teto da caixa

A estrutura da caixa deve atender às Normas Brasileiras sobre edificação e deve ser capaz de suportar pelo menos as cargas que podem ser aplicadas pela máquina, pelas guias durante a atuação do freio de segurança, ou nos casos de carga descentrada na cabina, pela ação dos para-choques, ou aquelas aplicadas pela trava antipulo da polia de compensação.

As paredes, piso e teto da caixa devem ser construídos com materiais resistentes ao fogo, duráveis, que não soltem pó e tenham resistência mecânica suficiente. As paredes laterais da caixa devem possuir acabamento liso e de cor clara, admitindo o acabamento sem rebocar, desde que ele seja de textura equiparável à do concreto à vista.

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 em uma área redonda ou quadrada de 5 cm² 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 às 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 Newton devido à massa em quilogramas das guias mais a reação em Newton no momento de atuação 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 para-choque do carro, quatro vezes a carga estática aplicada pela massa do carro com a carga nominal calculada pela equação:

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

onde

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

Q é a massa da carga nominal, expressa em quilogramas (kg);

g_n é a aceleração-padrão da gravidade (9,81 m/s²).

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

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

onde

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

Q é a massa da carga nominal, expressa em quilogramas (kg);

g_n é a aceleração-padrão da gravidade (9,81 m/s²);

q é o fator de balanceamento (ver G.2.4).

5.3.3 Resistência do teto

O teto deve ser construído com material durável e de modo a suportar os esforços para os quais ele será normalmente submetido.

ABNT NBR 16042:2012**5.4 Construção das paredes da caixa e fechamento das entradas de pavimento faceando a entrada da cabina**

5.4.1 Os seguintes requisitos, referentes às portas de pavimento e paredes, ou partes de paredes faceando a entrada da cabina, devem aplicar-se a toda a altura da caixa.

Para folgas entre carro e parede da caixa faceando a entrada da cabina, ver Seção 11.

5.4.2 O conjunto formado pelas portas de pavimento e qualquer parede ou parte de parede faceando a entrada da cabina deve formar uma superfície contínua em toda a largura da entrada da cabina, excluídas as folgas operacionais das portas.

5.4.3 Abaixo de cada soleira de porta de pavimento, a parede da caixa deve atender aos seguintes requisitos:

- a) ela deve formar uma superfície vertical que seja diretamente ligada à soleira da porta de pavimento e cuja altura seja no mínimo igual à metade da zona de destravamento mais 50 mm, e cuja largura seja pelo menos igual à abertura livre de acesso à cabina mais 25 mm em ambos os lados;
- b) sua superfície deve ser contínua e composta de elementos lisos e duros, como folha metálica, e deve ser capaz de suportar, em qualquer ponto, uma força de 300 N aplicada perpendicularmente à parede e distribuída uniformemente em uma área redonda ou quadrada de 5 cm²:
 - 1) sem deformação permanente;
 - 2) sem deformação elástica maior que 10 mm;
- c) quaisquer projeções não podem exceder 5 mm. As projeções que excederem 2 mm devem ser chanfradas com pelo menos 75° referidos à horizontal;
- d) além disso, as paredes da caixa nesta região devem:
 - 1) ser conectadas ao lintel da próxima porta, ou
 - 2) prolongar-se para baixo por meio de um chanfro duro e liso cujo ângulo com o plano horizontal seja no mínimo 60°. A projeção desse chanfro no plano horizontal não pode ser menor que 20 mm.

5.5 Proteção de quaisquer espaços localizados debaixo do carro e/ou do contrapeso

Se os espaços abaixo do carro ou do contrapeso forem acessíveis, a base do poço deve ser projetada para suportar uma carga de no mínimo 5 000 N/m² e:

- a) deve(m) ser instalado(s) abaixo do para-choque do contrapeso um ou mais pilares estendendo-se para baixo até o solo firme; ou
- b) o contrapeso deve ser equipado com freio de segurança.

NOTA Recomenda-se que as caixas não estejam situadas acima de espaços acessíveis às pessoas.

5.6 Proteção na caixa

5.6.1 A área de deslocamento do contrapeso deve estar protegida por meio de um painel rígido estendendo-se de uma posição máxima de 0,3 m acima do piso do poço do elevador até uma altura pelo menos de 2,50 m.

NOTA No caso de elevadores com meios de compensação, é aceitável que a parte inferior da proteção seja elevada a uma altura correspondente à altura do para-choque totalmente comprimido, medida a partir do piso do poço. Se esta altura não for suficiente para o movimento livre dos meios de compensação, rasgos podem ser providos onde necessário.

A largura deve ser no mínimo igual à largura do contrapeso mais 0,10 m de cada lado.

Se tal proteção for perfurada, então deve ser atendido o descrito na ABNT NBR NM ISO 13852:2003, 4.5.1.

5.6.2 Quando a caixa contiver vários elevadores, deve existir uma separação na parte inferior da caixa entre as partes móveis pertencentes aos elevadores distintos.

Se tal proteção for perfurada, então deve ser atendido o descrito na ABNT NBR NM ISO 13852:2003, 4.5.1.

5.6.2.1 Esta separação deve estender-se de uma posição máxima de 0,3 m acima do piso do poço do elevador até uma altura pelo menos de 2,50 m acima do nível do piso da parada mais baixa.

A largura deve ser adequada para evitar o acesso de um poço ao outro, a menos que sejam atendidas as condições estabelecidas em 5.2.2.2.2.

5.6.2.2 A separação deve ser prolongada em toda a altura da caixa se a distância horizontal da extremidade do teto da cabina e uma parte móvel (carro ou contrapeso) de um elevador adjacente for menor que 0,5 m.

A largura deve ser no mínimo a largura do elemento móvel ou parte dele, a qual se quer proteger, mais 0,10 m de cada lado.

5.7 Folgas na última parada e poço

5.7.1 Folgas superiores

No Anexo K estão ilustradas as folgas superiores que são especificadas em 5.7.1.1 a 5.7.1.4.

5.7.1.1 Quando o contrapeso estiver apoiado em seu para-choque totalmente comprimido, as quatro condições seguintes devem ser satisfeitas simultaneamente (v é a velocidade nominal, expressa em metros por segundo (m/s)):

- a) os comprimentos das guias do carro, expressos em metros (m), devem ser tais que possam acomodar um percurso guiado adicional de pelo menos $0,1 + 0,035 v^2$;
- b) a distância vertical livre, expressa em metros (m), entre o nível da área mais alta no topo da cabina cujas dimensões atendem a 8.13.2 (excluídas as áreas nas partes concordando com 5.7.1.1.c) e o nível da parte mais baixa do teto da caixa (incluindo vigamentos e componentes localizados sob o teto), situada na projeção do teto da cabina, deve ser pelo menos igual a $1,0 + 0,035 v^2$;
- c) a distância vertical livre, expressa em metros (m), entre as partes mais baixas do teto da caixa e:
 - 1) as peças mais altas do equipamento fixado no teto da cabina, exceto como especificado em 2) a seguir, deve ser pelo menos de $0,3 + 0,035 v^2$;
 - 2) a parte mais alta dos cursores ou das ligações dos meios de suspensão deve ser pelo menos igual a $0,1 + 0,035 v^2$;

ABNT NBR 16042:2012

- d) acima da cabina deve haver espaço suficiente para acomodar um paralelepípedo reto retangular de pelo menos $0,5\text{ m} \times 0,6\text{ m} \times 0,8\text{ m}$, apoiado em pelo menos uma de suas faces. Para elevadores com efeito de tração simples, os meios de suspensão e suas fixações podem estar incluídos neste espaço, desde que nenhuma linha de centro do meio de suspensão esteja a uma distância que exceda $0,15\text{ m}$ de pelo menos uma superfície vertical do paralelepípedo.

5.7.1.2 Quando o carro estiver apoiado em seu para-choque totalmente comprimido, os comprimentos das guias do contrapeso, expressos em metros, devem ser tais que possam acomodar um percurso guiado adicional de pelo menos $0,1 + 0,035\text{ }v^2$.

5.7.1.3 Quando a redução da velocidade da máquina for verificada, em conformidade com 12.8, o valor $0,035\text{ }v^2$ em 5.7.1.1 e 5.7.1.2 para cálculo das folgas pode ser reduzido:

- para metade, para elevadores cuja velocidade nominal seja menor que 4 m/s ; contudo, este valor não pode ser menor que $0,25\text{ m}$;
- para um terço, para elevadores cuja velocidade nominal seja igual ou maior que 4 m/s ; contudo, este valor não pode ser menor que $0,28\text{ m}$.

5.7.1.4 Para elevadores que são montados com cabos de compensação com polia tensora equipada com trava antipulo (dispositivo de freada ou bloqueio em caso de subida brusca), o valor $0,035\text{ }v^2$ pode ser substituído no cálculo das folgas por um número relacionado com o percurso possível desta polia (dependendo do efeito de tração usado) mais $1/500$ do percurso do carro, com um mínimo de $0,20\text{ m}$ para levar em conta a elasticidade dos cabos.

5.7.2 Poço

5.7.2.1 A parte inferior da caixa deve ser constituída de um poço com fundo liso e aproximadamente nivelado, exceto quanto às bases dos para-choques, guias e dispositivos de drenagem de água.

O poço deve ser impermeabilizado contra infiltração de água. A fixação das guias, para-choques etc. não pode comprometer a impermeabilização.

5.7.2.2 Acesso seguro deve ser provido para todos os poços.

O acesso deve ser por meio da porta do pavimento extremo inferior ou por meio de uma porta de acesso separada.

Se existir uma porta de acesso ao poço, que não seja a porta de pavimento, ela deve ter altura mínima de $1,80\text{ m}$ e largura mínima de $0,65\text{ m}$ e atender aos demais requisitos de 5.2.2.

O acesso ao poço por uma escada interna à caixa, a partir da porta de pavimento do elevador, é limitado aos poços com profundidade até $3,00\text{ m}$. Onde não existe pavimento do edifício abaixo do pavimento extremo inferior, esta profundidade pode ser estendida até $4,20\text{ m}$.

Esta escada deve ser fixa, incombustível, localizada próximo à porta de pavimento e fora do caminho das partes móveis do elevador. Seu degrau superior deve estar próximo ao nível do piso de acesso ao poço, e seu corrimão deve estender-se de $0,80\text{ m}$ a $1,20\text{ m}$ acima da soleira deste piso.

Quando o acesso à porta de entrada ao poço for por meio de escada tipo marinho, externa à caixa do elevador, esta deve atender no mínimo aos requisitos de segurança já especificados para a escada interna de acesso ao poço.

5.7.2.3 Quando o carro repousar no seu para-choque completamente comprimido, as três condições seguintes devem ser simultaneamente atendidas:

- a) deve existir no poço um espaço suficiente para acomodar um paralelepípedo reto retangular de no mínimo 0,50 m × 0,60 m × 1,0 m, apoiado em pelo menos uma de suas faces, devendo a área de apoio ser pintada com tinta de cor amarelo brilhante;
- b) a distância vertical livre entre o fundo do poço e as partes mais baixas do carro deve ser no mínimo 0,50 m. Esta distância pode ser reduzida para no mínimo 0,10 m dentro de uma distância horizontal de 0,15 m entre:
 - 1) o avental e as paredes adjacentes;
 - 2) as partes mais baixas do carro e as guias;
- c) a distância livre vertical entre as partes mais altas fixadas no poço, como a polia tensora dos cabos de compensação em sua posição mais alta, e as partes mais baixas do carro, exceto para itens detalhados em b) 1) e b) 2), deve ser pelo menos 0,30 m.

5.7.2.4 Deve existir no poço o seguinte:

- a) um ou mais dispositivos de parada acessíveis ao abrir a(s) porta(s) de acesso ao poço e também acessíveis do fundo do poço, conforme 14.2.2 e 15.7;
- b) uma tomada elétrica (13.6.2);
- c) meios para ligar a iluminação da caixa (5.9), acessíveis ao abrir a(s) porta(s) de acesso ao poço.

5.8 Proibição de instalar na caixa material estranho ao serviço do elevador

A caixa deve ser usada exclusivamente para os propósitos do elevador. Ela não pode conter cabos ou dispositivos etc. que não sejam do elevador. Contudo, a caixa pode conter equipamento para seu próprio aquecimento, excluindo aquecedores de vapor e aquecedores de água de alta pressão, entretanto, quaisquer dispositivos de controle e regulação desses aparelhos de aquecimento devem estar localizados fora da caixa.

No caso de elevadores que atendam a 5.2.1.2, considera-se “caixa”:

- a) onde o fechamento está presente, a área dentro do fechamento;
- b) onde o fechamento não existe, a área delimitada por uma distância horizontal de 1,50 m de componentes móveis do elevador (ver 5.2.1.2).

5.9 Iluminação da caixa

A caixa deve ser provida com iluminação elétrica de instalação permanente, proporcionando iluminação mínima de 50 lx a 1,0 m acima do topo do carro e do piso do poço, mesmo estando todas as portas fechadas.

Esta iluminação deve compreender uma lâmpada a 0,5 m no máximo em cada um dos pontos mais alto e mais baixo da caixa e lâmpadas intermediárias.

Em cada poço deve ser possível ligar a iluminação da caixa.

ABNT NBR 16042:2012

Em caixas contendo dois ou mais elevadores, pode ser usado somente um conjunto de lâmpadas posicionadas de maneira que proporcione uma iluminação mínima de 50 lx.

Esta iluminação pode não ser necessária, se a iluminação elétrica existente nas vizinhanças da caixa for suficiente (exceção prevista em 5.2.1.2).

5.10 Alarme de emergência

Se existir o risco de pessoas que trabalham na caixa ficarem aprisionadas e se não estiverem providos meios de escape, quer seja através da cabina ou através da caixa, devem ser instalados dispositivos de alarme nos locais onde tais riscos existem.

Os dispositivos de alarme devem atender a 14.2.3.2 e 14.2.3.3.

6 Espaços da maquinaria e polias**6.1 Disposições gerais**

Tanto a maquinaria como as polias devem estar localizadas em espaços das maquinarias e polias. Esses espaços e as áreas de trabalho associadas a eles 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 a eles devem ser adequadamente protegidos contra as influências ambientais a serem levadas em consideração e devem fornecer áreas adequadas para os trabalhos de manutenção e inspeção e para as operações de emergência. Ver 0.2.2, 0.2.5 e 0.3.3.

Ver Anexo O.

6.2 Caminho de acesso

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

- a) apropriadamente iluminado por instalação(ões) elétrica(s) permanente(s);
- b) 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.

6.3 Acesso aos espaços da maquinaria e polias

Deve ser provido um acesso seguro para as pessoas aos espaços da maquinaria e das polias. De preferência, convém que o acesso seja 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 pode estar localizado mais do que 4 m acima do nível acessado pelas escadas fixas;
- b) as escadas devem ser presas ao acesso de tal forma que não possam ser removidas;

- c) escadas 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 de meios que as impeçam de escorregar ou virar;
- d) a largura livre das escadas deve ser de 0,35 m no mínimo, a profundidade dos degraus não pode ser menor que 25 mm e, no caso de serem verticais, a distância entre os degraus e a parede atrás da escada não pode 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) o acesso às escadas deve ser protegido de forma a impedir o risco de queda.

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 (por exemplo, elevadores panorâmicos ao tempo), 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 à outra não pode 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 2,0 m nas áreas de trabalho e:

- a) uma área horizontal de pelo menos 0,50 m × 0,60 m para manutenção e inspeção de partes nos pontos, onde necessário;
- b) uma área horizontal livre em frente aos painéis de controle, definida como segue:
 - 1) profundidade mínima de 0,70 m, medida a partir da superfície externa do fechamento;
 - 2) a maior largura entre os seguintes valores: 0,50 m ou a largura total do 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 ou inspeção da maquinaria for 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 ou inspeção puder ser perigoso para as pessoas, o seguinte se aplica:

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

ABNT NBR 16042:2012

- 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 ensaio de freios, tração, freio de segurança, para-choque ou ensaios dos meios de proteção contra sobrevelocidade de subida) devem ser dispostos de forma que eles possam ser operados a partir da parte externa da caixa, em conformidade com 6.6.

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

- a) ter dimensões suficientes para realizar o trabalho requerido através da porta ou alçapão;
- b) ser tão pequenos quanto possível para evitar queda dentro da caixa;
- c) não abrir para fora da cabina;
- d) ser providos com uma trava operada com chave, capaz de ser fechada e travada sem uso da chave;
- e) ser providos com um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2, verificando a posição travada;
- f) ser do tipo não perfurado e satisfazer aos 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 ou alçapão aberto, o seguinte se aplica:

- a) uma botoeira de inspeção conforme 14.2.1.3 deve estar disponível perto da porta ou 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 à pessoa autorizada e arranjada de tal forma que não seja possível usá-la para acionar o carro por alguém que esteja no topo do carro, por exemplo, pela colocação dela atrás da porta/alçapão de inspeção;
- d) se a menor dimensão da abertura exceder 0,20 m, a distância livre horizontal entre a borda externa da abertura no painel da cabina e o 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 requerer 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 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 pode exceder aquele produzido pelo para-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) a seguir;
- 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 ativa, verificada 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);
- 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 ensaios dinâmicos (como ensaio de freios, tração, freio de segurança, para-choque ou ensaios 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 plataforma

6.4.5.1 Onde a manutenção ou inspeção da maquinaria for 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:
 - 1) pelo menos 2 m acima da plataforma, se o carro estiver descendo no sentido da plataforma;
 - 2) abaixo da plataforma, em conformidade com 5.7.1.1 b), c) e d), se o carro estiver subindo no sentido da plataforma.

ABNT NBR 16042:2012**6.4.5.3 A plataforma deve:**

- a) suportar, em qualquer posição, duas pessoas, cada uma exercendo uma força de 1 000 N em uma área de 0,20 m × 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 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 8.13.3;
- c) ser equipada com meios que assegurem que:
 - 1) o degrau entre o piso da plataforma e o nível de acesso não exceda 0,50 m;
 - 2) não seja possível passar uma esfera de diâmetro de 0,125 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 exceda 0,125 m, a não ser que provisões adicionais tenham sido tomadas para evitar queda dentro da caixa.

6.4.5.4 Além de 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 sua posição totalmente retraída;
- b) provida com meio para colocá-la na 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 às 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 No caso de 6.4.5.2 b), os batentes móveis devem ser automaticamente operados quando a plataforma estiver abaixada. Devem ser providos com:

- a) para-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, o movimento elétrico do carro somente deve ser possível a partir da botoeira de inspeção.

6.4.5.7 Os dispositivos necessários para uma operação de emergência e ensaios dinâmicos (como ensaios dos freios, tração, freio de segurança, para-choque ou ensaios dos meios de proteção da sobrelavagem do carro ascendente) devem ser providos para que eles 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 ou inspeção da parte de fora da caixa, diferentemente de 6.1, as áreas de trabalho, em conformidade com 6.4.6.1 e 6.4.6.2, podem ser posicionadas na parte externa da caixa. O acesso a esse equipamento somente deve ser possível por uma porta ou um alçapão, em conformidade com 6.4.7.2.

6.4.6.1 A porta de acesso à área de trabalho fora da caixa deve ser de material incombustível e sua folha deve abrir para fora e deve estar provida de fechadura com chave, com fechamento e travamento autônomos. Se a porta tiver que participar da proteção contra incêndio, deve-se aplicar um critério para cumprir esta função. O vão livre da porta deve ter largura e altura mínimas, respectivamente, de 0,70 m e 2,0 m.

6.4.6.2 Para acesso à área de trabalho fora da caixa, pode ser colocado um alçapão que deve permanecer permanentemente fechado de forma segura e, quando aberto, devem ser tomadas precauções para evitar a queda de pessoas e de objetos. O vão livre dos alçapões deve ser adequado às dimensões dos equipamentos para os quais se destinam. Todos os alçapões, quando fechados, devem ser capazes de suportar duas pessoas, cada uma com 1 000 N em uma área de 0,2 m × 0,2 m, em qualquer posição, sem deformação permanente. O alçapão deve localizar-se fora da projeção da caixa.

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 que satisfaçam 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 fechadura operada 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 e travada;
- f) não ser perfuradas, satisfazendo aos 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 o trabalho ser executado através da porta ou 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 uma fechadura operada por chave, o qual possa ser fechada e travada sem uso da chave;
- e) ser provido de um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, para verificar a posição fechada e travada;

ABNT NBR 16042:2012

- f) ser tipo não perfurado e satisfazer aos mesmos requisitos de resistência mecânica das portas de pavimento, além de atender aos regulamentos pertinentes à proteção ao fogo para o edifício em questão.

6.4.8 Ventilação

Os espaços da maquinaria devem ser adequadamente ventilados (ver 5.2.3). O equipamento elétrico da maquinaria deve ser adequadamente protegido contra 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 às pessoas autorizadas, colocado próximo ao(s) ponto(s) de acesso das áreas de trabalho, em uma altura apropriada, deve ligar e 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 (15.4.5), 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 devem ser construídos de maneira a suportar as cargas e forças às quais estarão sujeitos.

6.5.2 Gabinete da maquinaria

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

6.5.2.2 O gabinete deve consistir em 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 maquinaria 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 aos seguintes requisitos:

- a) ter proteção conforme ABNT 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) do gabinete deve(m):

- a) ter um tamanho suficiente apenas para que o trabalho possa ser executado através dela(s);
- b) não abrir para o lado de dentro do gabinete;
- c) ter fechadura(s) operada(s) por chave que permita(m) que a(s) porta(s) seja(m) 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 6.4.2.1.

6.5.4 Ventilação

O gabinete da maquinaria deve ser adequadamente ventilado. Este gabinete deve ser tal que a maquinaria esteja adequadamente protegida contra poeira, fumaças nocivas e umidade.

6.5.5 Iluminação e tomadas elétricas

O interior do gabinete da maquinaria deve ter iluminação com intensidade de no mínimo 200 lx ao nível do piso. Esta iluminação deve ser permanentemente instalada. A alimentação desta iluminação deve estar em conformidade com 13.6.1.

Um interruptor próximo ou no interior do gabinete, em altura apropriada, deve ligar e desligar a iluminação.

Deve haver no mínimo uma tomada elétrica próxima ao gabinete ou no interior deste (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 de 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) tenha fechadura(s) operada(s) por chave que permita(m) que a(s) porta(s) seja(m) fechada(s) e travada(s) sem o uso de chave.

ABNT NBR 16042:2012**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 e 6.4.5.7);
- c) visor para uma observação direta da máquina ou dispositivos mostradores que informem
 - 1) o sentido de movimento do carro;
 - 2) a chegada a uma zona de destravamento de porta de pavimento; e
 - 3) 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 e desligar a iluminação do(s) painel(éis).

A alimentação dessa iluminação deve estar em conformidade com 13.6.1.

6.6.4 Deve-se dispor de luz de emergência, que assegure uma iluminação mínima de 10 lx sobre os dispositivos de operação de emergência relacionados em 6.6.2 a) e os meios de visualização de movimento relacionados em 6.6.2 c), de modo a garantir, com uma autonomia mínima de 1 h, a realização das operações de resgate com segurança na falta da iluminação mencionada em 6.6.3.

6.6.5 O(s) painel(éis) para operações de emergência e ensaios deve(m) ser instalado(s) onde houver uma área de trabalho disponível com dimensões suficientes para permitir a realização de trabalhos em todos os equipamentos, com facilidade e segurança, especialmente no equipamento elétrico.

Em particular deve ser provida pelo menos uma altura livre de 2,0 m nas áreas de trabalho e uma área livre horizontal em frente aos painéis de controle e gabinetes. Esta área é definida como segue:

- a) profundidade, medida a partir da face externa do gabinete, de pelo menos 0,70 m;
- b) a maior largura entre as seguintes medidas: 0,50 m ou a largura total do painel.

6.7 Construção e equipamento dos espaços de polias**6.7.1 Casa de polias****6.7.1.1 Resistência mecânica, superfície do piso**

6.7.1.1.1 As casas de polias devem ser construídas de modo a suportar as cargas e forças que lhes serão normalmente impostas. Elas devem ser construídas com materiais duráveis e incombustíveis e que não favoreçam a formação de pó.

6.7.1.1.2 Os pisos das casas de polias devem ser de material antiderrapante.

6.7.1.2 Dimensões

6.7.1.2.1 As dimensões da casa de polias devem ser suficientes para o acesso fácil e seguro a todo o equipamento pelo pessoal da manutenção, aplicando, quando pertinente, os requisitos de 6.7.1.2.2 a), b), c) e d).

6.7.1.2.2 A altura sob o teto deve ser no mínimo 1,7 m.

6.7.1.2.2.1 Deve existir uma altura livre sobre as polias de no mínimo 0,3 m, exceto nos casos de polias com dupla laçada ou defletoras.

6.7.1.2.2.2 Se existirem painéis de controle na casa de polias, os requisitos seguintes se aplicam a este recinto:

- a) as dimensões do recinto devem ser suficientes para permitir ao pessoal de manutenção chegar e alcançar com facilidade e segurança todos os componentes, especialmente o equipamento elétrico;
- b) as passagens dentro do recinto devem estar livres de obstruções e possuir as seguintes larguras mínimas:
 - 0,7 m na frente e atrás de cada painel, medida no plano de máximo afastamento de partes salientes. Se todas as ligações forem frontais, não se exige passagem atrás nem passagem lateral;
 - 0,5 m na lateral do painel. Onde existem vários painéis alinhados, é suficiente a passagem por uma única extremidade;
- c) a comunicação entre passagens deve ter largura mínima de 0,5 m;
- d) a altura livre para movimentação em nenhum caso deve ser inferior a 2,0 m. Esta altura total para movimentação ou trabalho é tomada a partir da parte inferior das vigas estruturais do teto e é medida a partir do:
 - 1) piso da área de acesso;
 - 2) piso da área de trabalho.

6.7.1.3 Portas de acesso e alçapões

6.7.1.3.1 As portas de acesso devem ser de material incombustível e ter uma largura mínima de 0,7 m e uma altura mínima de 1,6 m. Elas não podem se abrir para dentro do recinto e devem estar providas com fechadura com chave com fechamento e travamento autônomos. Quando as portas estiverem fechadas, sua abertura por dentro do recinto deve ser possível sem o uso da chave.

6.7.1.3.2 No piso da casa de polias pode ser colocado um alçapão utilizável para trabalhos de montagem e manutenção, que deve permanecer permanentemente fechado; quando aberto, devem ser tomadas precauções para evitar a queda de pessoas (guarda-corpo, por exemplo) e de objetos. Os alçapões devem abrir para dentro da casa de polias e ter dobradiça de pino fixo e trava. O vão livre dos alçapões deve ser adequado às dimensões dos equipamentos da casa de polias.

Todos os alçapões, quando fechados, devem ser capazes de suportar duas pessoas, cada uma com 1 000 N em uma área de 0,2 m x 0,2 m, em qualquer posição, sem deformação permanente. O alçapão deve localizar-se fora da projeção da caixa.

6.7.1.4 Outras aberturas

As dimensões de furos na laje e piso da casa de polias devem ser reduzidas ao mínimo. Para evitar que objetos situados sobre a caixa caiam pelas aberturas, incluindo aquelas para os cabos elétricos, devem ser feitos ressalto no mínimo de 50 mm acima da laje ou piso acabado.

ABNT NBR 16042:2012

6.7.1.5 Interruptor de parada

Deve ser instalado na casa de polias, próximo ao ponto de acesso, um interruptor de parada que pare e mantenha parado o elevador, de modo que não haja possibilidade de engano quanto à posição de parada (ver 15.4.4). O interruptor deve atender aos requisitos de 14.2.2.2.

6.7.1.6 Temperatura

Se houver risco de congelamento ou condensação na casa de polias, devem ser tomadas precauções para proteger o equipamento.

Se também as casas de polias contiverem equipamento elétrico, a temperatura ambiente deve ser mantida entre + 5 °C e + 40 °C.

6.7.1.7 Iluminação e tomadas elétricas

A casa de polias deve ser provida com iluminação elétrica de instalação permanente, proporcionando uma iluminação mínima de 100 lx nas polias. A alimentação desta iluminação deve atender ao descrito em 13.6.1.

Um interruptor, montado junto ao ponto de acesso, a uma altura conveniente e pelo lado de dentro, deve ligar e desligar a iluminação do recinto. Deve ser provida pelo menos uma tomada elétrica atendendo ao descrito em 13.6.2.

Se existir painel de controle na casa de polias, os requisitos de 6.5.5 e 6.6.3 se aplicam a este recinto.

Se existir dispositivo para operação de emergência na casa de polias, os requisitos de 6.6.4 se aplicam a este recinto.

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 da cabina 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 da polia possa ser alcançado com total segurança a partir do teto da cabina ou de uma plataforma (6.4.5).

7 Portas de pavimento

7.1 Disposições gerais

As aberturas na caixa que dão acesso à cabina devem ser providas de portas do tipo corrediça horizontal automática, não perfuradas, que fechem toda a abertura.

Quando fechadas, as folgas entre folhas ou entre folhas e longarinas, vergas ou soleiras, devem ser as menores possíveis.

A condição será considerada atendida quando essas folgas não excederem 6 mm. Este valor, devido ao desgaste, pode alcançar 10 mm. Essas folgas são medidas no fundo de rebaixos, se existentes.

No caso de portas de pavimento e de cabina acionadas simultaneamente, um dispositivo (por exemplo, mola ou peso) deve assegurar o fechamento autônomo da porta de pavimento se ela estiver aberta e a cabina fora da zona de destravamento.

7.2 Resistência de portas e suas armações

7.2.1 Requisitos para portas metálicas

Portas e suas armações devem ser construídas de modo que não se deformem com o passar do tempo. Para isso, é recomendado que elas sejam metálicas.

7.2.2 Comportamento sob condições de fogo

As portas de pavimento devem atender aos requisitos das ISO 834 e ISO 3008, com um mínimo de 30 min.

7.2.3 Resistência mecânica

7.2.3.1 Portas e seus dispositivos de travamento devem possuir resistência mecânica de modo que, na posição travada e sob uma força de 300 N aplicada perpendicularmente à folha em qualquer ponto de qualquer face, uniformemente distribuída em uma área circular ou quadrada de 5 cm², as citadas portas devem:

- a) resistir sem deformação permanente;
- b) resistir sem deformação elástica maior que 15 mm;
- c) durante e após os ensaios, a função de segurança da porta não pode ser afetada.

7.2.3.2 Sob a aplicação de uma força de 150 N com a mão (sem ferramenta), no ponto mais desfavorável, no sentido de abertura do(s) painel(éis) diretamente acionado(s) pela porta da cabina, das portas corrediças horizontais e portas dobráveis, as folgas definidas em 7.1 podem exceder 6 mm, mas não podem exceder:

- a) 30 mm para as portas de abertura lateral;
- b) 45 mm para as portas de abertura central.

7.2.3.3 As folhas de vidro devem ser fixadas de modo que as forças que podem ser aplicadas, como exigidas por esta Norma, sejam transferidas sem dano às fixações do vidro.

Portas com vidros devem utilizar vidro laminado e, adicionalmente, suportar os ensaios de impacto com pêndulo descritos no Anexo J.

Depois dos ensaios, a função de segurança da porta não pode ter sido afetada.

7.2.3.4 A fixação do vidro nas portas deve assegurar que o vidro não possa deslizar para fora das fixações, mesmo quando houver deslocamento para baixo.

7.2.3.5 As folhas de vidro devem ser marcadas com as seguintes informações:

- a) nome do fornecedor e marca registrada;
- b) tipo de vidro;
- c) espessura (por exemplo, 8/8/0,76 mm).

ABNT NBR 16042:2012

7.2.3.6 Para evitar o agarramento de mãos, as portas corrediças horizontais operadas eletricamente, feitas de vidro, devem ser providas de meios para minimizar riscos, como:

- a) reduzir o coeficiente de atrito entre mãos e vidro;
- b) fazer o vidro opaco até uma altura de 1,10 m, medida a partir do nível do piso;
- c) sentir a presença de dedos; ou
- d) outros métodos equivalentes.

7.3 Altura e largura das entradas**7.3.1 Altura**

As portas de pavimento devem permitir uma entrada com uma altura livre mínima de 2,0 m.

7.3.2 Largura

As portas de pavimento devem proporcionar a mesma abertura livre das portas da cabina.

7.4 Soleiras e elementos de guiamento**7.4.1 Soleiras**

Cada entrada de pavimento deve conter uma soleira de resistência suficiente para suportar a passagem de cargas a serem introduzidas na cabina.

NOTA É recomendável que seja provida uma contrainclinação suave em frente de cada soleira de pavimento, para evitar escorrimento de água de lavagem, respingos etc., para o interior da caixa.

7.4.2 Elementos de guiamento

7.4.2.1 As portas de pavimento devem ser projetadas para evitar, durante a operação normal, sair das guias, emperramento, ou desalojamento nas extremidades de seus percursos.

Onde os elementos de guiamento podem tornar-se não efetivos devido ao desgaste, corrosão ou fogo, um meio deve ser provido para manter as portas de pavimento em sua posição.

7.4.2.2 As portas de pavimento devem ser guiadas em cima e em baixo.

7.5 Proteção com relação à operação de porta

7.5.1 As portas e suas vizinhanças devem ser projetadas de modo a tornar mínimo o risco de dano ou ferimento devido a prendimento de pessoa ou parte dela, roupa ou outro objeto.

Para evitar risco de corte durante sua operação, a face externa das portas não pode ter rebaixos ou ressaltos que excedam 3 mm. As bordas destes devem ser chanfradas ou arredondadas no sentido do movimento de abertura.

Exceção a estes requisitos é feita para o acesso ao triângulo de destravamento definido no Anexo B.

7.5.2 As portas devem ser projetadas de modo a reduzir ao mínimo as conseqüências nocivas do choque de uma pessoa com a folha da porta.

Para essa finalidade, os requisitos de 7.5.2.1 a 7.5.2.3 devem ser atendidos.

7.5.2.1 Portas corrediças horizontais

7.5.2.1.1 A força necessária para impedir o fechamento da porta não pode exceder 150 N. A medida desta força não pode ser feita no primeiro terço do percurso da porta.

7.5.2.1.2 A energia cinética da porta de pavimento e os elementos mecânicos rigidamente ligados a ela, calculada ou medida ² à velocidade média de fechamento não pode exceder 10 J.

A velocidade média de fechamento de uma porta corrediça é calculada sobre o seu percurso total, menos:

- a) 25 mm em cada extremidade do percurso para portas de abertura central;
- b) 50 mm em cada extremidade do percurso para portas de abertura lateral.

7.5.2.1.3 Um dispositivo de proteção deve iniciar automaticamente a reabertura da porta caso ela bata ou esteja na iminência de bater contra uma pessoa que esteja na entrada durante o movimento de fechamento.

Este dispositivo deve satisfazer aos requisitos de 8.7.2.3.

Este dispositivo pode ser o da porta da cabina (ver 8.7.2.3 e 8.7.2.4).

No caso de um sistema que torne inoperante o dispositivo de proteção depois de um certo período de tempo, para evitar obstruções prolongadas durante o fechamento da porta, a energia cinética definida em 7.5.2.1.2 não pode exceder 4 J, com o dispositivo de proteção inoperante.

7.5.2.1.4 No caso de portas de pavimento e cabina acopladas que operem simultaneamente, os requisitos de 7.5.2.1.1 e 7.5.2.1.2 são válidos para o mecanismo de acoplamento de portas.

7.5.2.2 Portas de acionamento motorizado não automáticas (funcionamento em modo cabineiro etc.)

Quando o fechamento da porta é efetuado sob a supervisão e controle contínuo, por pressão contínua em um botão ou similar (controle apertar para acionar), a velocidade média de fechamento do painel mais rápido deve ser limitada a 0,3 m/s, quando a energia cinética, calculada ou medida como o especificado em 7.5.2.1.2, exceder 10 J.

7.5.2.3 Outros tipos de portas

Quando forem utilizadas portas do tipo dobrável de operação automática (por exemplo, tipo *bus*), que correm o risco de bater contra os usuários ao abrir e fechar, devem ser tomadas precauções semelhantes às prescritas para outras portas automáticas.

7.6 Iluminação no pavimento

A iluminação natural ou artificial no pavimento, adjacente às portas de pavimento, deve ser pelo menos de 50 lx ao nível do piso, de modo que o usuário possa ver o que está à frente dele quando estiver abrindo a porta de pavimento para entrar na cabina, mesmo na hipótese de falha da iluminação da cabina (ver 0.2.5).

² Medida usando, por exemplo, um dispositivo que consiste em um pistão graduado que atua sobre uma mola com uma constante de mola de 25 N/mm e provida com um anel de deslizamento suave que permite medir o ponto extremo do movimento no momento do choque.

ABNT NBR 16042:2012**7.7 Confirmação de porta de pavimento fechada e travada****7.7.1 Proteção contra o risco de queda**

Não é permitido, em operação normal, abrir uma porta de pavimento (ou quaisquer de suas folhas, no caso de porta multifolha), a menos que o carro esteja parado ou quase parando, dentro da zona de destravamento desta porta.

A zona de destravamento não pode estender-se mais que 0,20 m acima ou abaixo do nível do pavimento.

Contudo, nos casos de portas de pavimento e portas da cabina interligadas mecanicamente e operadas simultaneamente, a zona de destravamento pode estender-se a um máximo de 0,35 m acima e abaixo do nível do pavimento.

7.7.2 Proteção contra o risco de corte

7.7.2.1 Com exceção de 7.7.2.2, não é permitido, em operação normal, dar partida ao elevador nem mantê-lo em movimento se uma porta de pavimento (ou quaisquer de suas folhas, no caso de porta multifolha) estiver aberta. Entretanto, operações preliminares para o movimento da cabina podem ser realizadas.

7.7.2.2 É permitida a operação com as portas abertas na zona de destravamento para permitir o nivelamento ou renivelamento para o nível do pavimento correspondente, desde que sejam atendidos os requisitos de 14.2.1.2.

7.7.3 Travamento e destravamento de emergência

Cada porta de pavimento deve ser provida com um dispositivo de travamento que satisfaça aos requisitos de 7.7.1. Este dispositivo deve ser protegido contra abuso deliberado.

O dispositivo de travamento é considerado um componente de segurança e deve ser verificado de acordo com os requisitos de F.2.

7.7.3.1 Travamento

O travamento efetivo da porta de pavimento na posição fechada deve preceder o movimento do carro. Entretanto, operações preliminares para o movimento do carro podem ser realizadas. O travamento deve ser confirmado por um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

7.7.3.1.1 Não é permitido iniciar uma viagem do carro enquanto os elementos de travamento não estiverem introduzidos por pelo menos 7 mm (ver Figura 3).

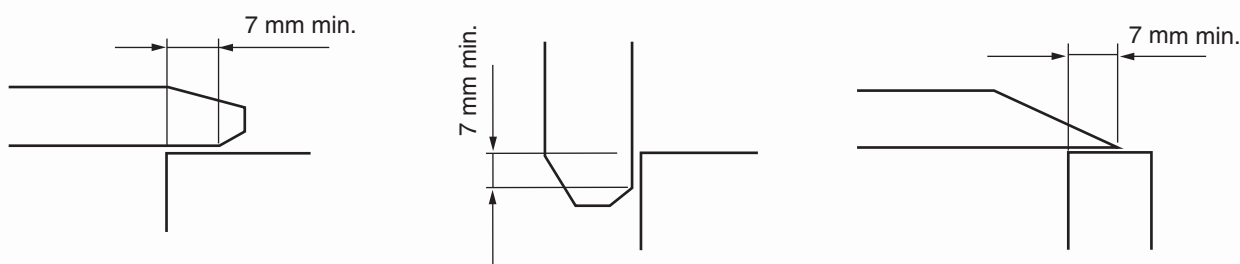


Figura 3 – Exemplos de elementos de travamento

7.7.3.1.2 Os elementos dos dispositivos elétricos de segurança que comprovam a condição travada do(s) painel(éis) da porta devem ser operados positivamente e sem qualquer mecanismo intermediário pelo elemento de travamento. Ele deve ser não desregulável, mas ajustável, se necessário.

7.7.3.1.3 No caso de dispositivos de travamento usados em instalações que exigem proteção especial contra riscos de umidade ou explosão, a conexão pode ser somente positiva, desde que a ligação entre a trava mecânica e os elementos dos dispositivos elétricos de segurança que comprovam a condição travada possa somente ser interrompida pela destruição deliberada do dispositivo de travamento.

7.7.3.1.4 Os elementos de travamento e suas fixações devem ser resistentes a choque e devem ser feitos ou reforçados de metal.

7.7.3.1.5 O engate dos elementos de travamento deve ser de modo que uma força de 300 N no sentido da abertura da porta não diminua a eficácia do travamento.

7.7.3.1.6 O travamento deve resistir, sem deformação permanente, durante o ensaio estabelecido em F.1, a uma força mínima de 1 000 N ao nível do travamento e no sentido de abertura da porta.

7.7.3.1.7 O travamento deve ser efetivado e mantido pela ação da gravidade, por ímã permanente ou por molas. As molas devem atuar por compressão, ser guiadas e ter dimensões tais que, no momento do destravamento, as espiras não se toquem.

Nos casos em que o ímã permanente (ou a mola) não cumprir a sua função, a ação da gravidade não pode provocar o destravamento.

Se os elementos de travamento forem mantidos em posição por meio de ímã permanente, não é permitido neutralizar o seu efeito por um meio simples (por exemplo, calor ou choque).

7.7.3.1.8 O dispositivo de travamento deve ser protegido contra o risco de acumulação de poeira que possa prejudicar o seu funcionamento adequado.

7.7.3.1.9 A inspeção das peças em funcionamento deve ser facilitada como, por exemplo, por meio de um visor.

7.7.3.1.10 Nos casos em que os contatos do travamento estiverem em uma caixa, os parafusos de fixação da tampa devem ser do tipo prisioneiro, de modo que eles fiquem nos furos da tampa ou caixa, quando for retirada a tampa.

7.7.3.2 Destravamento de emergência

Qualquer porta de pavimento deve ser capaz de ser destravada do exterior por uma chave que se ajuste ao triângulo de destravamento definido no Anexo B.

Esta chave deve ser confiada somente à pessoa responsável. Ela deve ser acompanhada por uma instrução escrita detalhando as precauções essenciais a serem tomadas, com o objetivo de impedir acidentes que possam resultar de um destravamento que não foi seguido de um retravamento efetivo.

Após um destravamento de emergência, não é permitido que o dispositivo de travamento permaneça na posição destravada com a porta de pavimento fechada.

7.7.4 Dispositivo elétrico de verificação de porta de pavimento fechada

7.7.4.1 Cada porta de pavimento deve ser provida de um dispositivo elétrico de segurança para confirmar a posição fechada de acordo com 14.1.2, de modo que as condições de 7.7.2 sejam atendidas.

ABNT NBR 16042:2012

7.7.4.2 Para as portas corrediças horizontais conjugadas com as portas da cabina, este dispositivo pode ser comum com o dispositivo para confirmar a condição travada, desde que ele seja dependente do fechamento efetivo da porta de pavimento.

7.7.5 Requisitos comuns aos dispositivos de confirmação da condição travada e condição fechada da porta

7.7.5.1 Não é permitido, em locais normalmente acessíveis por pessoas, operar o elevador com a porta de pavimento aberta ou destravada, depois de uma única ação que não faça parte da operação normal.

7.7.5.2 Os meios usados para confirmar a posição de um elemento de travamento devem ter operação positiva.

7.7.6 Portas multifolhas unidas mecanicamente entre si

7.7.6.1 Se uma porta for formada por várias folhas direta e mecanicamente unidas, é permitido:

- a) colocar o dispositivo de confirmação de porta fechada prescrito em 7.7.4.1 ou 7.7.4.2 em uma única folha, e
- b) travar somente uma folha, desde que este único travamento impeça a abertura da(s) outra(s) folha(s) pela retenção dos painéis na posição fechada.

7.7.6.2 Se uma porta corrediça for constituída por vários painéis indireta e mecanicamente ligados (por exemplo, por cabo, correia ou corrente), é permitido travar somente uma folha, sempre que este único travamento impedir a abertura de outras folhas.

A posição fechada da(s) outra(s) folha(s) não travada(s) pelo dispositivo de travamento deve ser confirmada por um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

7.8 Fechamento temporizado das portas

Em serviço normal, as portas de pavimento devem ser fechadas e assim permanecer depois de um período de tempo necessário, definido em função do tráfego do elevador, se não houver demanda para a operação do elevador.

8 Carro e contrapeso

8.1 Alturas da cabina

8.1.1 A altura interna livre mínima da cabina deve ser de 2,10 m.

8.1.2 A altura livre mínima da(s) entrada(s) da cabina para o acesso normal dos usuários deve ser de 2,0 m.

8.2 Área útil da cabina, carga nominal e número de passageiros

8.2.1 Caso geral

Para evitar sobrecarga da cabina por pessoas, a área disponível da cabina deve ser limitada. Portanto, a correspondência entre a carga nominal e a área disponível máxima deve ser de acordo com a Tabela 1.

Qualquer área na entrada da cabina, quando as portas estiverem fechadas, também deve ser levada em conta.

Além disso, a sobrecarga da cabina deve ser monitorada através de dispositivo de acordo com 14.2.5.

NOTA Nichos e ampliações da cabina, mesmo de altura menor que 1 m, mesmo separados por meio de portas, somente são permitidos se suas áreas forem levadas em conta nos cálculos da área máxima disponível da cabina.

8.2.2 Número de passageiros

O número de passageiros deve ser obtido por:

- divisão do valor da carga nominal por 75, com o resultado arredondado para o valor inteiro menor mais próximo; ou
- Tabela 2.

Deve ser adotado aquele que fornecer o menor valor.

Tabela 1 – Área máxima da cabina

Carga nominal (massa) kg	Área máxima da cabina m²	Carga nominal (massa) kg	Área máxima da cabina m²
300	0,90	1 000	2,40
375	1,10	1 050	2,50
400	1,17	1 125	2,65
450	1,30	1 200	2,80
525	1,45	1 250	2,90
600	1,60	1 275	2,95
630	1,66	1 350	3,10
675	1,75	1 425	3,25
750	1,90	1 500	3,40
800	2,00	1 600	3,56
825	2,05	2 000	4,20
900	2,20	2 500 ^a	5,00
975	2,35		
^a Acima de 2 500 kg, acrescentar 0,16 m ² para cada 100 kg adicionais. Para cargas intermediárias, a área é determinada por interpolação linear.			

ABNT NBR 16042:2012

Tabela 2 – Área mínima da cabina

Número de passageiros	Área útil mínima	Número de passageiros	Área útil mínima
—	m ²	—	m ²
4	0,79	13	2,15
5	0,98	14	2,29
6	1,17	15	2,43
7	1,31	16	2,57
8	1,45	17	2,71
9	1,59	18	2,85
10	1,73	19	2,99
11	1,87	20	3,13
12	2,01		
Acima de 20 passageiros, acrescentar 0,115 m ² para cada passageiro adicional.			

8.3 Paredes, piso e teto da cabina

8.3.1 A cabina deve ser totalmente fechada por paredes, piso e teto não perfurados, sendo permitidas apenas as seguintes aberturas:

- a) entradas para acesso normal dos usuários;
- b) portas e alçapões de emergência;
- c) aberturas de ventilação.

8.3.2 As paredes, piso e teto deve ter resistência suficiente. O conjunto formado pela armação, cursores, paredes, piso e teto da cabina deve ter resistência mecânica suficiente para suportar as forças aplicadas no funcionamento normal do elevador, na aplicação do freio de segurança ou no impacto do carro contra o para-choque.

8.3.2.1 Cada parede da cabina deve ter resistência mecânica de modo que, durante a aplicação da força de 300 N, uniformemente distribuída em uma área circular ou quadrada de 5 cm², perpendicular à parede, em qualquer ponto, de dentro para fora da cabina, ela:

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

8.3.2.2 Os fechamentos de vidro devem ser de vidro laminado e, adicionalmente, devem suportar os ensaios de choque do pêndulo, como descritos no Anexo J.

Depois dos ensaios, a função de segurança do fechamento não pode estar afetada.

Fechamento da cabina com vidro colocado abaixo de 1,10 m do piso deve ter um corrimão entre as alturas de 0,90 m e 1,10 m. Este corrimão deve ser fixado independentemente do vidro.

8.3.2.3 A fixação do vidro nas paredes deve assegurar que o vidro não possa deslizar para fora das fixações, mesmo quando houver deslocamento para baixo.

8.3.2.4 As folhas de vidro devem ser marcadas com as seguintes informações:

- a) nome do fornecedor e a marca registrada;
- b) tipo de vidro;
- c) espessura (exemplo: 8/8/0,76 mm).

8.3.2.5 O teto da cabina deve atender aos requisitos de 8.13.

8.3.3 As paredes, piso e teto não podem ser feitos de materiais que possam tornar-se perigosos pela alta inflamabilidade ou pela natureza e quantidade de fumaça produzida.

8.3.4 Não é permitida a colocação de vidro estilhaçável, a não ser nos aparelhos de iluminação e sinalização, quando protegidos por dispositivos que evitem a queda de estilhaços.

8.4 Protetores da soleira

8.4.1 A soleira da plataforma deve ser provida com um protetor estendendo-se em toda a largura da entrada de pavimento que faça face. A seção vertical deve estender-se para baixo por meio de uma dobra cujo ângulo com o plano horizontal deve ser de no mínimo 60°. A projeção desta dobra no plano horizontal deve ser de no mínimo 20 mm.

O protetor da soleira deve suportar uma força de 700 N, distribuída em uma área quadrada ou circular de 5 cm², em qualquer posição, em ângulo reto, sem flexionar mais que 15 mm e sem deformação permanente.

8.4.2 A altura da parte vertical deve ser de no mínimo 0,75 m.

8.5 Entrada da cabina

As entradas da cabina devem ser providas de portas.

8.6 Portas da cabina

8.6.1 As portas da cabina não podem ser perfuradas, devem ser de acionamento automático e devem proporcionar uma largura livre mínima de 0,8 m.

8.6.2 Quando as portas da cabina estiverem fechadas, salvo as folgas necessárias, elas devem fechar completamente as entradas da cabina.

8.6.3 Quando as portas da cabina estiverem fechadas, a folga entre folhas ou entre folhas e longarinas, vergas ou soleiras, deve ser a menor possível a fim de que não haja perigo de corte.

A condição deve ser considerada atendida quando essas folgas não excederem 6 mm.

Esse valor, devido ao desgaste, pode atingir no máximo 10 mm. Essas folgas são medidas no fundo de rebaixos, se existentes.

8.6.4 As portas automáticas dobráveis (tipo bus) devem possuir um encosto que evite que a porta abra para fora da cabina.

ABNT NBR 16042:2012

8.6.5 Os requisitos de 7.4, para soleiras e elementos de guiamento das portas, pertinentes às portas da cabina, devem ser observados.

8.6.6 A resistência mecânica das portas da cabina deve atender a 8.6.6.1 a 8.6.6.5.

8.6.6.1 As portas da cabina em posição fechada devem possuir resistência mecânica tal que, quando se aplica uma força de 300 N perpendicular à porta, em qualquer ponto, de dentro da cabina para fora, distribuída uniformemente sobre uma área de 5 cm², redonda ou quadrada, elas devem:

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

Durante e depois deste ensaio, a função de segurança da porta não pode ter sido afetada.

8.6.6.2 As folhas de vidro devem ser fixadas de modo que as forças que podem ser aplicadas, como exigidas por esta Norma, sejam transferidas sem dano às fixações do vidro.

Portas com vidro devem utilizar vidro laminado e, adicionalmente, suportar os ensaios de impacto com pêndulo descritos no Anexo J.

Depois dos ensaios, a função de segurança da porta não pode ter sido afetada.

8.6.6.3 A fixação do vidro nas portas deve assegurar que o vidro não possa deslizar para fora das fixações, mesmo quando houver deslocamento para baixo.

8.6.6.4 As folhas de vidro devem ser marcadas com as seguintes informações:

- a) nome do fornecedor e marca registrada;
- b) tipo de vidro;
- c) espessura (exemplo: 8/8/0,76 mm).

8.6.6.5 Para evitar o agarramento de mãos, as portas corrediças horizontais automáticas operadas eletricamente, feitas de vidro, devem ser providas de meios para minimizar riscos, tais como:

- a) reduzir o coeficiente de atrito entre mãos e vidro;
- b) fazer o vidro opaco até uma altura de 1,10 m;
- c) detectar a presença de dedos; ou
- d) outros métodos equivalentes.

8.7 Proteção durante a operação de portas

8.7.1 Generalidades

As portas e suas vizinhanças devem ser projetadas de modo a minimizar as conseqüências nocivas de agarramento de uma parte de pessoa, roupa ou outro objeto.

Para evitar o risco de corte durante a operação, a face da porta voltada para a cabina não pode possuir furos ou projeções maiores que 3 mm. As arestas devem ser chanfradas ou arredondadas no sentido do movimento de abertura.

8.7.2 Portas automáticas de acionamento motorizado

Portas de acionamento motorizado devem ser projetadas de modo a reduzir ao mínimo as consequências nocivas do choque de uma pessoa com a folha da porta.

Para essa finalidade, os seguintes requisitos devem ser atendidos.

No caso de portas de cabina e de pavimento acopladas e acionadas simultaneamente, os requisitos de 8.7.2.1 a 8.7.2.6 são válidos para o conjunto mecanismo de porta.

8.7.2.1 A força necessária para impedir o fechamento da porta não pode exceder 150 N. A medida desta força não pode ser feita no primeiro terço do percurso da porta.

8.7.2.2 A energia cinética da porta da cabina e dos elementos mecânicos ligados rigidamente a ela, calculada ou medida à velocidade média ³ de fechamento, não pode exceder 10 J.

A velocidade média de fechamento de uma porta corrediça é calculada sobre o seu percurso total, menos:

- a) 25 mm em cada extremidade do percurso para portas de abertura central;
- b) 50 mm em cada extremidade do percurso para portas de abertura lateral.

8.7.2.3 Um dispositivo protetor sensível deve iniciar automaticamente a reabertura da porta no caso de uma pessoa ser atingida (ou estar para ser atingida) pela porta ao cruzar a entrada durante o movimento de fechamento da porta.

Este dispositivo deve:

- a) atuar em uma altura em relação ao piso de 25 mm a 1 800 mm e dentro da largura livre da porta;
- b) ser capaz de detectar uma esfera de diâmetro de 75 mm, localizada em qualquer ponto dentro da área de atuação.

O efeito do dispositivo pode ser neutralizado durante os últimos 50 mm de percurso entre as folhas ou entre a folha e o batente.

No caso de um sistema que torne inoperante o dispositivo protetor sensível depois de um certo período de tempo, para desfazer obstruções prolongadas durante o fechamento da porta, a energia cinética definida em 8.7.2.2 não pode exceder 4 J durante o movimento da porta com o dispositivo protetor inoperante.

8.7.2.4 O esforço necessário para impedir a abertura de uma porta dobrável não pode exceder 150 N. Esta medida deve ser feita com a porta recolhida de forma que as bordas externas adjacentes dos painéis recolhidos ou equivalente, por exemplo estrutura de porta, estejam a uma distância de 100 mm.

³ Medida usando, por exemplo, um dispositivo que consiste em um pistão graduado que atua sobre uma mola com uma constante de mola de 25 N/mm, e provida com um anel de deslizamento suave que permite medir o ponto extremo do movimento no momento do choque. Um cálculo fácil permite a graduação correspondente aos limites fixados a serem determinados.

ABNT NBR 16042:2012

8.7.2.5 Se a porta dobrável se alojar em um nicho, a distância entre qualquer borda externa da dobra da porta e o nicho deve ser de 15 mm no mínimo.

8.7.2.6 Quando o fechamento da porta é efetuado por pressão contínua em um botão ou similar (controle apertar para acionar), a velocidade média de fechamento do painel mais rápido deve ser limitada a 0,3 m/s, quando a energia cinética, calculada ou medida como o especificado em 7.5.2.1.2, exceder 10 J.

8.8 Reversão do movimento de fechamento

Deve ser incluído nos demais controles da cabina um dispositivo que permita a reversão do movimento de fechamento das portas.

8.9 Dispositivo elétrico de confirmação de portas da cabina fechadas

8.9.1 Com exceção ao estabelecido em 7.7.2.2, não é permitido, em operação normal, que o elevador inicie uma viagem nem mantenha-se em movimento se uma porta da cabina (ou quaisquer de suas folhas, no caso de porta multifolha) estiver aberta. Entretanto, operações preliminares para o movimento do carro podem ser realizadas.

8.9.2 Para garantir as condições impostas em 8.9.1, cada porta de cabina deve estar provida de dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

Este dispositivo deve ser instalado em posição tal que não possa ser alcançado do interior da cabina, e sua operação deve ser efetuada por meios mecânicos fixados à folha correspondente.

8.9.3 Se a porta da cabina precisar ser travada (ver 11.2.1), o dispositivo de travamento deve ser projetado e operado semelhantemente ao dispositivo de travamento da porta de pavimento (ver 7.7.3.1 e 7.7.3.3).

8.10 Portas com várias folhas interligadas mecanicamente

Os requisitos de 8.9 devem ser atendidos inclusive no caso de falha dos elementos de interligação entre folhas de porta e entre folha(s) de porta e operador de porta.

8.11 Abertura da porta da cabina

8.11.1 Para que os passageiros deixem a cabina, se o elevador parar por alguma razão em uma zona de destravamento, deve ser possível, com o carro parado e a alimentação do operador de porta desligada:

- a) abrir ou abrir parcialmente, de forma manual, a partir do pavimento, a porta da cabina;
- b) abrir ou abrir parcialmente, de forma manual, de dentro da cabina, a porta da cabina junto com a porta de pavimento conjugada.

8.11.2 A abertura da porta da cabina, prevista em 8.11.1, deve ser possível somente na zona de destravamento e com o elevador parado.

A força necessária para esta abertura não pode ultrapassar 300 N.

8.11.3 Com o elevador parado fora da zona de destravamento ou em movimento, não pode ocorrer a abertura da porta da cabina com uma força inferior a 1 000 N.

8.12 Alçapões e portas de emergência na cabina

8.12.1 A assistência ao passageiro na cabina deve sempre vir de fora, sendo prestada em particular pela operação de emergência mencionada em 12.5.

8.12.2 Se existir um alçapão de emergência no teto da cabina, este deve medir pelo menos 0,35 m × 0,50 m.

8.12.3 Podem ser usadas portas de emergência laterais no caso de cabinas adjacentes, entretanto, a distância horizontal entre as cabinas não pode exceder 0,75 m [ver especialmente (5.2.2.1.2)]. Se existirem portas de emergência, elas devem medir pelo menos 1,80 m de altura e 0,35 m de largura.

8.12.4 Se alçapões ou portas de emergência estiverem instaladas, eles(as) devem atender a 8.3.2 e 8.3.3, e também ao descrito em 8.12.4.1 e 8.12.4.2.

8.12.4.1 Alçapões e portas de emergência devem ser providos com meios manuais de travamento.

8.12.4.1.1 Alçapões de emergência devem ser abertos de fora da cabina sem chave e de dentro da cabina com uma chave adaptada ao triângulo definido no Anexo B.

Alçapões de emergência não podem abrir para dentro da cabina.

Alçapões de emergência na posição aberta não podem projetar-se além da extremidade do teto da cabina.

8.12.4.1.2 As portas de emergência devem ser abertas de fora da cabina sem chave e de dentro da cabina com uma chave adaptada ao triângulo definido no Anexo B.

As portas de emergência não podem abrir para o exterior da cabina;

As portas de emergência não podem localizar-se na trajetória do contrapeso nem defronte a obstáculo fixo (exceto as vigas divisoras) que impeça a passagem de uma cabina para a outra.

8.12.4.2 A trava mencionada em 8.12.4.1 deve ser verificada por meio de um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

Este dispositivo deve causar a parada do elevador se o travamento deixar de ser efetivo.

A volta do elevador ao serviço somente deve ser possível depois de um travamento voluntário por uma pessoa competente.

8.13 Teto da cabina

Além dos requisitos de 8.3, o teto da cabina deve atender ao descrito em 8.13.1 a 8.13.6.

8.13.1 Suportar duas pessoas em qualquer posição, cada uma equivalendo a uma força vertical de 1 000 N sobre uma área de 0,20 m × 0,20 m, sem deformação permanente.

8.13.2 Dispor em um ponto de uma área livre para permanecer de pé de pelo menos 0,12 m², na qual a menor dimensão seja pelo menos 0,25 m.

8.13.3 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 deve atender aos requisitos de 8.13.3.1 a 8.13.3.5.

ABNT NBR 16042:2012

8.13.3.1 Ela deve consistir em pelo menos um corrimão, um rodapé de 0,10 m de altura e uma barra intermediária a meia altura.

8.13.3.2 Considerando a distância livre horizontal além da borda mais exterior do corrimão da balaustrada, sua altura deve ser de no mínimo:

- a) 0,70 m, onde a distância livre for de até 0,85 m;
- b) 1,10 m, onde a distância livre ultrapassar 0,85 m.

8.13.3.3 A distância horizontal entre a borda mais exterior do corrimão e as partes na caixa (contrapeso, interruptores, guias, suportes etc.) deve ser pelo menos de 0,10 m.

8.13.3.4 A balaustrada no(s) lado(s) de acesso deve prover segurança e facilidade de acesso ao teto da cabina.

8.13.3.5 A balaustrada deve ser localizada dentro de 0,15 m no máximo das extremidades do teto da cabina.

8.13.4 Deve-se afixar na balaustrada, onde apropriado, uma sinalização de advertência sobre o perigo de se debruçar sobre ela.

8.13.5 Se for utilizado vidro para o teto da cabina, ele deve ser laminado e, adicionalmente, suportar os ensaios de impacto com pêndulo descritos no Anexo J.

8.13.6 Polias fixadas na armação do carro devem ter proteção de acordo com 9.6.

8.14 Protetor do teto da cabina

Se um espaço vazio puder ocorrer entre o teto da cabina e o batente superior da porta de pavimento, quando esta porta está aberta, a parte superior da entrada da cabina deve ser estendida para cima, em toda a largura da porta de pavimento, por um painel vertical rígido para preencher o vazio considerado.

8.15 Equipamento no topo do carro

O seguinte deve ser instalado no topo do carro:

- a) dispositivo de controle de acordo com 14.2.1.3 (operação de inspeção);
- b) dispositivo de parada de acordo com 14.2.2.1 e 15.3;
- c) tomada elétrica de acordo com 13.6.2.

8.16 Ventilação

8.16.1 As cabinas devem ser providas com aberturas de ventilação na sua parte superior e inferior.

8.16.2 A área efetiva das aberturas de ventilação situadas na parte superior da cabina deve ser de pelo menos 1 % da área útil da cabina. Este requisito também se aplica às aberturas na parte inferior da cabina.

As folgas ao redor das portas da cabina podem ser consideradas no cálculo da área dos furos de ventilação, até 50 % da área efetiva requerida.

8.16.3 As aberturas de ventilação devem ser feitas ou arrançadas de modo que não seja possível passar, através dos painéis da cabina, a partir de dentro, uma vareta rígida reta de 10 mm de diâmetro.

8.17 Iluminação

8.17.1 A cabina deve dispor de iluminação elétrica permanente, assegurando uma intensidade de pelo menos 50 lx ao nível do piso e nos dispositivos de controle.

8.17.2 Devem ser providas pelo menos duas lâmpadas ligadas em paralelo.

8.17.3 A cabina deve estar continuamente iluminada quando o elevador estiver em uso.

A luz pode ser desligada quando a cabina estiver estacionada em um pavimento com as portas fechadas, de acordo com 7.8.

8.17.4 Deve haver uma fonte de emergência automaticamente recarregável, a qual deve ser capaz de alimentar pelo menos duas lâmpadas de igual potência (ou qualquer outro meio emissor de luz) por 1 h no mínimo, de forma a assegurar um iluminamento mínimo de 2 lx, medido em qualquer ponto da botoeira da cabina. Estas lâmpadas devem ser ativadas imediata e automaticamente por falha do fornecimento normal de energia.

8.17.5 Se a alimentação referida em 8.17.4 for também usada para alimentar o sinal do alarme de emergência referido por 14.2.3, sua capacidade deve ser convenientemente avaliada.

8.18 Contrapeso

8.18.1 Se o contrapeso incorporar pesos de enchimento, devem ser tomadas medidas para evitar o seu deslocamento. Para esse efeito, o contrapeso deve ser:

- a) com uma armação que contenha os pesos de enchimento e os mantenha firmes no lugar; ou
- b) sem armação, se os pesos de enchimento forem metálicos, e se a velocidade nominal do elevador não exceder 1 m/s, com no mínimo dois tirantes nos quais os pesos de enchimento sejam fixados.

8.18.2 Polias fixadas ao contrapeso devem possuir proteção de acordo com 9.6.

9 Suspensão, compensação e proteção contra sobrevelocidade

9.1 Tipos de suspensão e número dos meios de suspensão

9.1.1 Os carros e os contrapesos devem ser suspensos por cabos de aço.

Outros meios de suspensão (por exemplo, cintas, cabos de fibra de carbono e cabos de aço com características diferentes do especificado nesta Norma) são aceitos, desde que comprovadas suas eficiência, segurança e aplicação por órgão certificador reconhecido.

9.1.2 Os cabos de aço devem corresponder às seguintes condições:

- a) diâmetro nominal deve ser pelo menos de 8 mm;
- b) a tensão de ruptura dos arames deve ser:
 - 1) 1 570 N/mm² ou 1 770 N/mm² para cabos de tensão única;
 - 2) 1 370 N/mm² para os arames externos e 1 770 N/mm² para os arames internos, para cabos de tensão dupla;

ABNT NBR 16042:2012

- c) as outras características (construção, alongamento, ovalização, flexibilidade, ensaios etc.) devem corresponder pelo menos às especificadas na ISO 4344.

9.1.3 O número mínimo de elementos de suspensão deve ser de dois. Tais elementos devem ser independentes.

9.1.4 Onde for usado efeito de tração, o número a ser levado em consideração é o de elementos dos meios de suspensão e não o de ramos.

9.2 Relação entre o diâmetro de polias, dimensões e coeficiente de segurança de cabos de aço de suspensão

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

9.2.2 O coeficiente de segurança para cabos de aço deve ser calculado de acordo com o Anexo N e deve ser:

- a) pelo menos 12, para suspensão com três ou mais cabos de aço;
- b) pelo menos 16, para suspensão com dois cabos de aço.

O coeficiente de segurança é a relação entre a carga de ruptura mínima de um cabo, em newtons, e a maior força neste cabo, em newtons, 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 cabos, o efeito de tração (se aplicado), a carga nominal, a massa do carro, a massa dos cabos e a massa dos ramos do cabo de comando e dos elementos suspensos do lado do carro.

9.2.3 A junção entre o meio de suspensão e o seu fixador deve resistir a 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 do tipo chumbador, com metal patente ou resina, ou do tipo cunha (autofixantes).

Nos fixadores do tipo cunha devem ser providos meios para evitar que a cunha saia de sua posição na eventualidade de afrouxamento do meio de suspensão.

9.3 Tração nos meios de suspensão

A tração nos meios de suspensão deve ser tal que as três condições seguintes 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 para-choque, inclusive quando for usado para-choque de percurso reduzido;
- c) não é permitido deslocar o carro em subida, com a cabina vazia, quando o contrapeso estiver apoiado nos para-choques e a máquina estiver girando no sentido de subida do carro.

As considerações de projeto para suspensão com cabos de aço estão indicadas no Anexo M.

9.4 Distribuição da carga entre os meios de suspensão

9.4.1 Deve ser provido um dispositivo automático para equalizar a tensão dos meios de suspensão, pelo menos em uma de suas extremidades.

9.4.2 Se forem usadas molas para a equalização da tensão, elas devem trabalhar à compressão.

9.4.3 Os dispositivos para ajuste do comprimento dos meios de suspensão devem ser feitos de modo que tais dispositivos não possam trabalhar frouxos depois do ajuste.

9.4.4 No caso de meios de suspensão com dois elementos, um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2 deve promover a parada do carro no caso de um alongamento relativo anormal de um dos elementos.

9.5 Compensação

9.5.1 Quando são usados cabos de compensação, as seguintes condições se aplicam:

- a) devem ser utilizadas polias tensoras;
- b) a relação entre o diâmetro primitivo das polias tensoras e o diâmetro nominal dos cabos de compensação deve ser pelo menos 30;
- c) as polias tensoras devem possuir proteção de acordo com 9.6;
- d) a tensão deve ser obtida por gravidade;
- e) a tensão mínima deve ser verificada por um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

9.5.2 Quando a velocidade nominal exceder 3,5 m/s devem ser utilizados cabos de compensação que atendam a 9.5.1 e, além disso, deve ser usado um dispositivo de travamento da polia.

A operação do dispositivo de travamento deve iniciar a parada da máquina através de um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

9.6 Proteção de polias

9.6.1 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.

ABNT NBR 16042:2012

Tabela 3 – Proteção de polias

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
	Abaixo da 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			X***	X	X*
Na polia tensora do limitador de velocidade			X	X	X*
X: O risco deve ser levado em consideração.					
* Requerido somente se os cabos entrarem 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. Não é necessária proteção quando a manutenção for realizada a partir do teto da cabina.					
*** Não é necessária quando a manutenção for realizada a partir do teto da cabina					

9.6.2 As proteções usadas devem ser construídas de modo que as partes girantes sejam visíveis e não atrapalhem as operações de inspeção e manutenção. Se elas forem perfuradas, devem atender à ABNT NBR NM ISO 13852:2003, Tabela 4.

A desmontagem somente deve ser necessária nos seguintes casos:

- a) troca dos meios de suspensão;
- b) troca de polia;
- c) repasse das ranhuras.

9.7 Freio de segurança

9.7.1 Disposições gerais

9.7.1.1 O carro deve ser provido de um freio de segurança capaz de operar 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.

Um freio de segurança operando no sentido de subida pode ser usado de acordo com 9.9.

NOTA Convém que os dispositivos de operação do freio de segurança sejam localizados na parte inferior do carro.

9.7.1.2 No caso tratado em 5.5.b), o contrapeso deve também ser equipado com freio de segurança, operando somente no sentido de descida do contrapeso, capaz de pará-lo, à velocidade de desarme do limitador de velocidade (ou se ocorrer ruptura dos elementos de suspensão no caso particular de 9.7.3.1), por meio de força de compressão nas guias, e de manter o contrapeso preso nelas.

9.7.1.3 O freio de segurança deve ser considerado um componente de segurança e ser verificado de acordo com os requisitos de F.3.

9.7.2 Condições para uso de diferentes tipos de freios de segurança

9.7.2.1 O freio de segurança do carro deve ser do tipo progressivo se a velocidade nominal exceder 1 m/s. Ele pode ser:

- a) do tipo instantâneo com efeito amortecido, se a velocidade nominal não exceder 1 m/s;
- b) do tipo instantâneo, se a velocidade nominal não exceder 0,75 m/s.

9.7.2.2 Se o carro possuir vários freios de segurança, eles devem ser todos do tipo progressivo.

9.7.2.3 Se a velocidade nominal exceder 1 m/s, o freio de segurança do contrapeso (se existir) deve ser do tipo progressivo e, caso contrário, ele pode ser do tipo instantâneo.

9.7.3 Método de acionamento

9.7.3.1 Os freios de segurança do carro e 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 ou afrouxamento do meio de suspensão ou por cabo de segurança.

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

9.7.4 Retardamento

Para freios de segurança progressivos, o retardamento médio no caso de queda livre com a carga nominal na cabina deve estar entre 0,2 g_n e 1,0 g_n .

9.7.5 Rearme

9.7.5.1 Quando o freio de segurança tiver sido atuado, o seu rearme requer a intervenção de uma pessoa habilitada.

9.7.5.2 O rearme e a reativação automática do freio de segurança do carro (ou do contrapeso) devem somente ser possíveis pela subida do carro (ou do contrapeso).

9.7.6 Condições construtivas

9.7.6.1 É proibido utilizar as sapatas ou os blocos de freios de segurança como cursores.

ABNT NBR 16042:2012

9.7.6.2 Para os freios de segurança do tipo instantâneo com efeito amortecido, o projeto dos sistemas de amortecimento deve ser do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido ou do tipo de dissipação de energia, atendendo aos requisitos de 10.4.2 ou 10.4.3.

9.7.6.3 Se o freio de segurança for regulável, a regulação final deve ser lacrada.

9.7.7 Inclinação do piso da cabina no caso de operação do freio de segurança

Quando o freio de segurança atua, o piso da cabina sem carga ou com carga uniformemente distribuída não pode inclinar-se mais que 5 % de sua posição normal.

9.7.8 Atuação do dispositivo elétrico de segurança

Quando o freio de segurança do carro está aplicado, um dispositivo montado no carro deve iniciar a parada do motor antes ou no momento da atuação do freio de segurança. Este dispositivo deve ser um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

9.8 Limitador de velocidade

9.8.1 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:

- a) 0,8 m/s para freios de segurança do tipo instantâneo para velocidades nominais até 0,63 m/s; ou
- b) 1,0 m/s para freios de segurança do tipo instantâneo para velocidades nominais acima de 0,63 m/s e até 0,75 m/s; ou
- c) 1,5 m/s para freios de segurança do tipo instantâneo com efeito amortecido e para freios de segurança do tipo progressivo usados para velocidades nominais que não excedam 1,0 m/s; ou
- d) $1,25v + 0,25/v$, em metros por segundo, para freios de segurança do tipo progressivo com velocidades nominais que excedam 1,0 m/s.

NOTA Para elevadores onde a velocidade nominal excede 1,0 m/s, é recomendável escolher a velocidade de desarme tão próxima quanto possível do valor requerido por d).

9.8.2 Para aplicações específicas que exijam elevadores com cargas nominais elevadas e velocidades nominais baixas, o limitador de velocidade deve ser projetado especialmente para esse propósito.

NOTA É aconselhável escolher a velocidade de desarme o mais próximo possível do limite inferior indicado em 9.8.1.

9.8.3 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 em mais que 10 %.

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

- a) duas vezes aquela necessária para acionar o freio de segurança; ou
- b) 300 N.

Os limitadores de velocidade que usam somente a tração para produzir a força devem ter ranhuras que:

- a) tenham sido submetidas a um processo adicional de endurecimento; ou
- b) tenham um recorte de acordo com M.2.2.1.

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

9.8.6 O cabo do limitador de velocidade deve atender aos requisitos 9.8.6.1 até 9.8.6.7.

9.8.6.1 O limitador de velocidade deve ser conduzido por um cabo de aço projetado para esta finalidade.

9.8.6.2 A carga de ruptura mínima do cabo deve estar relacionada com um coeficiente de segurança mínimo de 8 para uma força de tensão produzida no cabo do limitador de velocidade ao desarmar, levando em conta um coeficiente de atrito máximo igual a 0,2 para os limitadores de velocidade do tipo de fricção.

9.8.6.3 O diâmetro nominal do cabo deve ser de pelo menos 6 mm.

9.8.6.4 A razão entre o diâmetro nominal da polia do limitador de velocidade e o diâmetro nominal do cabo deve ser de pelo menos 30.

9.8.6.5 O cabo deve ser tenso por uma polia tensora cujo movimento deve estar restrito a um plano vertical.

9.8.6.6 Durante a atuação do freio de segurança, o cabo do limitador de velocidade e suas ligações devem permanecer intactos, mesmo no caso em que o percurso de freada seja maior que o normal.

9.8.6.7 O cabo do limitador de velocidade deve ser facilmente destacável do freio de segurança.

9.8.7 O tempo de resposta do limitador de velocidade antes do desarme deve ser suficientemente curto para não permitir atingir uma velocidade perigosa antes do acionamento do freio de segurança. Ver F.3.2.4.1.

9.8.8 Quanto à acessibilidade, o cabo do limitador de velocidade deve atender aos requisitos 9.8.8.1 até 9.8.8.3.

9.8.8.1 O limitador de velocidade deve ser acessível e estar ao alcance para inspeção e manutenção.

9.8.8.2 Se localizado na caixa, o limitador de velocidade deve ser acessível e estar ao alcance de fora da caixa.

9.8.8.3 O requisito de 9.8.8.2 não se aplica se as três condições seguintes forem cumpridas simultaneamente:

- a) o desarme do limitador de velocidade de acordo com 9.8.9 for efetivado por meio de um controle remoto, exceto o do tipo sem fio, a partir de fora da caixa, pelo qual um desarme involuntário não é efetivado e o dispositivo de atuação não é acessível às pessoas não autorizadas;
- b) o limitador de velocidade é acessível para inspeções e manutenção a partir do topo da cabina ou a partir do poço;
- c) o limitador de velocidade, depois de desarmado, retorna automaticamente à posição normal de funcionamento quando o carro (ou o contrapeso) é movido no sentido de subida.

Contudo, as partes elétricas podem retornar à posição normal através de um controle remoto, operado a partir de fora da caixa, o que não pode influenciar a função normal do limitador de velocidade.

ABNT NBR 16042:2012

9.8.9 Durante verificações e ensaios, deve ser possível operar o freio de segurança à velocidade mais baixa que aquela indicada em 9.8.1, desarmando o limitador de velocidade de algum modo seguro.

9.8.10 Os meios de ajuste do limitador de velocidade devem ser lacrados depois do ajuste da velocidade de desarme.

9.8.11 A verificação elétrica do limitador de velocidade deve atender aos requisitos 9.8.11.1 até 9.8.11.3.

9.8.11.1 O limitador de velocidade ou outro dispositivo deve, por meio de um dispositivo elétrico de segurança atendendo a 14.1.2, iniciar a parada da máquina antes que a velocidade do carro, subindo ou descendo, atinja a velocidade de desarme do limitador de velocidade.

Contudo, para velocidades nominais que não excedam 1 m/s, este dispositivo pode operar o mais tardar no momento em que a velocidade de desarme do limitador for atingida.

9.8.11.2 Se depois da atuação do freio de segurança (9.7.5.2) o limitador de velocidade não se auto-rearmar, um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2 deve evitar a partida do elevador enquanto o limitador de velocidade estiver na condição desarmado. Contudo, este dispositivo deve ser tornado inoperante no caso referido em 14.2.1.4.c) 2).

9.8.11.3 A ruptura ou o afrouxamento do cabo do limitador de velocidade deve causar a parada do motor por meio de um dispositivo elétrico de segurança (14.1.2).

9.8.12 O limitador de velocidade é considerado um componente de segurança e deve ser verificado de acordo com os requisitos de F.4.

9.9 Meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente

Os elevadores devem ser providos com meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente de acordo com o descrito em 9.9.1. a 9.9.11.

9.9.1 Os meios, entre eles os de monitoramento da velocidade e os de redução da velocidade, devem detectar o movimento descontrolado do carro ascendente a pelo menos 115 % da velocidade nominal e no máximo como definido em 9.8.3, e devem causar a parada do carro ou pelo menos reduzir sua velocidade àquele valor para o qual o para-choque do contrapeso está projetado.

9.9.2 Os meios devem ser capazes de realizar o que está requerido em 9.9.1 sem a ajuda de qualquer componente do elevador que, durante a operação normal, controle a velocidade ou o retardamento ou a parada do carro, a menos que haja uma redundância embutida.

Uma ligação mecânica para o carro, sendo tal ligação usada ou não para outro propósito, pode ser usada para ajudar neste desempenho.

9.9.3 Os meios não podem admitir um retardamento do carro com a cabina vazia excedendo 1 g_n durante a fase de parada.

9.9.4 Os meios devem agir:

- a) no carro; ou
- b) no contrapeso; ou

- c) no sistema de cabos (de suspensão ou compensação); ou
- d) na polia motriz (por exemplo, diretamente na polia ou no mesmo eixo na vizinhança próxima da polia).

9.9.5 Os meios devem operar um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2, se eles estiverem atuados.

9.9.6 Quando os meios tiverem sido atuados, o seu rearme deve requerer a intervenção de uma pessoa habilitada.

9.9.7 O rearme dos meios não pode requerer o acesso ao carro ou ao contrapeso.

9.9.8 Depois do rearme, os meios devem estar em condições de atuar.

9.9.9 Se os meios requererem energia externa para atuar, a ausência da energia deve causar a parada do elevador e mantê-lo parado. Isso não se aplica às molas comprimidas e guiadas.

9.9.10 O elemento de monitoramento da velocidade do elevador que causa a atuação dos meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente deve ser:

- a) um limitador de velocidade que atenda aos requisitos de 9.8; ou
- b) um dispositivo que atenda a 9.8.1, 9.8.2, 9.8.3, 9.8.7, 9.8.8.1, 9.8.9, 9.8.11.2 e que garanta uma equivalência com 9.8.4, 9.8.6.1, 9.8.6.2, 9.8.6.5, 9.8.10 e 9.8.11.3.

9.9.11 Os meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente são considerados componentes de segurança e devem ser verificados de acordo com os requisitos de F.7.

10 Guias, para-choques e limitadores de percurso final

10.1 Generalidades sobre as guias

A resistência das guias (ver Anexo G – cálculo de guias), das suas amarrações e das juntas deve ser suficiente para suportar as forças atuantes devido ao acionamento do freio de segurança e as deflexões devido à descentralização da carga na cabina.

Essas deflexões devem ser limitadas a valores que não afetem a operação normal do elevador.

10.1.1 Resistência das guias

As guias, suas juntas e fixações devem ser suficientes para suportar as cargas e forças impostas sobre elas, de modo a assegurar a operação segura do elevador.

A resistência das guias, das suas amarrações e das juntas deve ser suficiente para suportar as forças atuantes na operação normal, nas condições de acionamento do dispositivo de segurança e ensaios, para assegurar operação segura do elevador.

Os aspectos de operação segura do elevador relativos às guias são:

- a) o guiamento do carro e do contrapeso devem ser assegurados;

ABNT NBR 16042:2012

b) as deflexões devem ser limitadas para assegurar que:

- o destravamento não intencional das portas não ocorra;
- a operação dos dispositivos de segurança não seja afetada; e
- a colisão de partes móveis com outras partes não seja possível.

Tensões devem ser limitadas levando em consideração a distribuição da carga nominal na cabina conforme G.2 a G.4, ou conforme o uso pretendido como negociado (ver 0.2.5).

10.1.2 Tensões e deflexões admissíveis

10.1.2.1 As tensões admissíveis devem ser determinadas por:

$$\sigma_{adm} = \frac{R_m}{S_t}$$

onde

σ_{adm} é a tensão admissível, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

R_m é a tensão de ruptura à tração, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

S_t é o coeficiente de segurança.

O coeficiente de segurança deve ser conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Coeficiente de segurança para guias

Casos de carga	Alongamento (A_5)	Coeficiente de segurança
Uso normal, em carregamento	$A_5 > 12 \%$	2,25
	$8 \% \leq A_5 \leq 12 \%$	3,75
Operação do freio de segurança	$A_5 > 12 \%$	1,8
	$8 \% \leq A_5 \leq 12 \%$	3,0

Materiais com alongamento menor que 8 % não podem ser utilizados, por serem muito frágeis.

Para guias de acordo com ABNT NBR NM 196, podem ser usados os valores de σ_{adm} da Tabela 5.

Tabela 5 – Tensões admissíveis σ_{adm}

Casos de carga	R_m N/mm ²		
	370	440	520
Uso normal, em carregamento	165	195	230
Atuação do freio de segurança	205	244	290

10.1.2.2 Para guias perfil T, as máximas deflexões admissíveis calculadas são:

- a) 5 mm em ambas as direções para guias do carro e do contrapeso, na atuação dos freios de segurança;
- b) 10 mm em ambas as direções para guias do contrapeso sem freio de segurança.

10.1.3 Fixação das guias

A fixação das guias a seus suportes e ao edifício deve permitir compensar, automaticamente ou por simples ajuste, os efeitos normais de assentamento natural do edifício e a contração do concreto.

Uma rotação das fixações que provoque o desprendimento da guia deve ser impedida.

10.2 Guiamento do carro e do contrapeso

10.2.1 O carro e o contrapeso devem ser, cada um deles, guiados por pelo menos duas guias de aço rígidas.

10.2.2 As guias do carro e do contrapeso com freio de segurança, quando trefiladas ou usinadas, devem atender à ABNT NBR NM 196.

10.2.3 Outros tipos de guias rígidas podem ser utilizados no carro e no contrapeso com freio de segurança, desde que suportem os esforços equivalentes àqueles aos quais são submetidas as guias de aço.

10.2.4 As guias do contrapeso sem freio de segurança, desde que suportem os esforços laterais a que estão submetidas, podem ser de chapa metálica dobrada ou conformações similares (por exemplo, perfil T), porém rígidas. Devem estar protegidas contra a corrosão.

10.3 Para-choques do carro e do contrapeso

10.3.1 Os elevadores devem ser providos de para-choques nas extremidades inferiores dos percursos do carro e do contrapeso. Os para-choques podem ser instalados no poço ou solidários ao carro ou contrapeso.

10.3.2 O(s) ponto(s) de atuação do(s) para-choque(s) abaixo da projeção do carro deve(m), ser feito(s) contra um obstáculo (pedestal), com altura para atender aos requisitos de 5.7.2.3.

Dispositivos fixos, exceto paredes, podem ser considerados obstáculos para para-choques com o centro da área de atuação distante no máximo 0,15 m das guias.

10.3.3 Os para-choques do tipo de acumulação de energia, com características lineares e não lineares, somente podem ser usados para velocidades nominais até 1,50 m/s.

10.3.4 Os para-choques do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido somente podem ser usados para velocidades nominais até 1,6 m/s.

10.3.5 Os para-choques do tipo de dissipação de energia podem ser usados para elevadores de qualquer velocidade nominal.

10.3.6 Os para-choques do tipo de acumulação de energia com características não lineares e/ou de movimento de retorno amortecido e do tipo de dissipação de energia são considerados componentes de segurança e devem ser verificados de acordo com os requisitos de F.5.

ABNT NBR 16042:2012**10.4 Percurso dos para-choques do carro e do contrapeso**

Os percursos exigidos a seguir são ilustrados no Anexo L.

10.4.1 Para-choques do tipo de acumulação de energia**10.4.1.1 Para-choques com características lineares**

10.4.1.1.1 O percurso total possível dos para-choques deve ser pelo menos igual ao dobro da distância de parada por gravidade correspondente a 115 % da velocidade nominal ($0,135 v^2$)⁴, sendo o percurso expresso em metros e a velocidade nominal em metros por segundo.

Contudo, o percurso não pode ser menor que 0,065 m.

10.4.1.1.2 Os para-choques devem ser projetados para cobrir o percurso definido em 10.4.1.1.1 sob uma carga estática entre 2,5 a 4 vezes a soma das massas do carro e sua carga nominal (ou a massa do contrapeso).

10.4.1.2 Para-choques com características não lineares

10.4.1.2.1 Para-choques do tipo de acumulação de energia com características não lineares devem atender aos seguintes requisitos:

- a) o retardamento médio, no caso de queda livre com a carga nominal na cabina com velocidade de 115 % da nominal, não pode ser maior que $1,0 g_n$;
- b) retardamento maior do que $2,5 g_n$ não pode durar mais de 0,04 s;
- c) a velocidade de retorno do carro não pode ser maior que 1 m/s;
- d) deformação permanente e/ou dano, se existir, não podem comprometer a integridade e a função do componente.

10.4.1.2.2 O termo “totalmente comprimido”, mencionado em 5.7.1.1 a 5.7.1.3, significa a compressão de 90 % da altura do para-choque instalado.

10.4.2 Para-choques do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido

Os requisitos de 10.4.1 se aplicam a esse tipo de para-choque.

10.4.3 Para-choques do tipo de dissipação de energia

10.4.3.1 O percurso total possível dos para-choques deve ser pelo menos igual à distância de parada por gravidade correspondente a 115 % da velocidade nominal ($0,0674 v^2$), sendo o percurso expresso em metros e v (velocidade nominal) em metros por segundo.

10.4.3.2 Quando o retardamento do elevador em suas extremidades de percurso está monitorado de acordo com os requisitos de 12.8, a velocidade na qual o carro (ou o contrapeso) bate no para-choque pode ser usada no lugar da velocidade nominal, para calcular o curso do para-choque conforme 10.4.3.1. Contudo, o curso não pode ser menor que:

- a) metade do percurso calculado de acordo com 10.4.3.1 se a velocidade nominal não exceder 4 m/s.

O percurso não pode ser, em caso algum, menor que 0,42 m;

⁴ $2(1,15 v)^2 / 2 g_n = 0,1348 v^2$ arredondado para $0,135 v^2$.

- b) um terço do percurso calculado de acordo com 10.4.3.1, se a velocidade nominal exceder 4 m/s.

O percurso não pode ser, em caso algum, menor que 0,54 m.

10.4.3.3 Para-choques do tipo de dissipação de energia devem atender aos seguintes requisitos:

- a) o retardamento médio do carro com a carga nominal na cabina em queda livre com a velocidade de 115 % da velocidade nominal, não pode exceder $1,0 g_n$ quando for atingido o para-choque;
- b) retardamento maior do que $2,5 g_n$ não pode durar mais de 0,04 s;
- c) nenhuma deformação permanente deve ser constatada no para-choque após qualquer atuação.

10.4.3.4 Depois da atuação do para-choque, a operação normal do elevador deve depender do retorno do para-choque à sua posição estendida. O dispositivo para tal verificação deve ser um dispositivo elétrico de segurança atendendo a 14.1.2.

10.4.3.5 Os para-choques hidráulicos devem ser construídos de modo que o nível do fluido possa ser facilmente verificado.

O funcionamento do elevador somente deve ser possível se o nível de óleo estiver correto. O dispositivo para detectar esta condição deve ser um contato elétrico.

10.5 Limitadores de percurso final

10.5.1 Generalidades

Devem ser instalados limitadores de percurso final.

Os limitadores de percurso final devem ser ajustados para atuar tão perto quanto possível dos pavimentos extremos, sem interrupções de serviço inoportunas.

Eles devem operar antes que o carro (ou o contrapeso) atinja o para-choque. A ação dos limitadores de percurso final deve ser mantida enquanto os para-choques estiverem comprimidos.

10.5.2 Controle dos limitadores de percurso final

10.5.2.1 Devem ser usados controles separados para os limitadores de percurso normal e final.

10.5.2.2 A atuação dos limitadores de percurso final deve ser assegurada:

- a) diretamente pelo carro nas partes superior e inferior da caixa, ou
- b) por meio de um elemento ligado diretamente ao carro (por exemplo, por um cabo, correia ou corrente). Nesse caso, a ruptura ou o afrouxamento desta ligação deve provocar a parada da máquina através de um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

10.5.3 Modo de atuação dos limitadores de percurso final

10.5.3.1 Os limitadores de percurso final devem:

- a) para elevadores de uma ou duas velocidades:
- 1) cortar diretamente os circuitos que alimentam o motor e o freio eletromecânico por meio de contatos de separação mecânica, de acordo com 14.1.2;

ABNT NBR 16042:2012

- 2) abrir através de um dispositivo elétrico de segurança (14.1.2) o circuito que alimenta as bobinas de dois contactores em conformidade com 12.4.2.3.1, 12.7.1 e 13.2.1.1;
- b) no caso de elevadores de tensão variável ou variação contínua de velocidade, assegurar a rápida parada da máquina, em um tempo menor possível, compatível com o sistema.

10.5.3.2 Depois da atuação dos limitadores de percurso final, o retorno do elevador ao serviço deve somente ser possível pela intervenção de uma pessoa qualificada.

Se existirem diversos limitadores de percurso em cada extremidade do percurso, um deles pelo menos deve impedir o movimento em ambos os sentidos e requerer a intervenção de uma pessoa qualificada.

11 Folgas entre o carro e paredes da caixa e entre o carro e o contrapeso

11.1 Generalidades

As folgas especificadas nesta Norma devem ser atendidas não somente durante as inspeções e ensaios antes do elevador ser colocado em serviço, mas também durante toda a vida do elevador.

11.2 Folgas entre o carro e a parede defronte à entrada da cabina

Os requisitos seguintes são ilustrados na Figura 4.

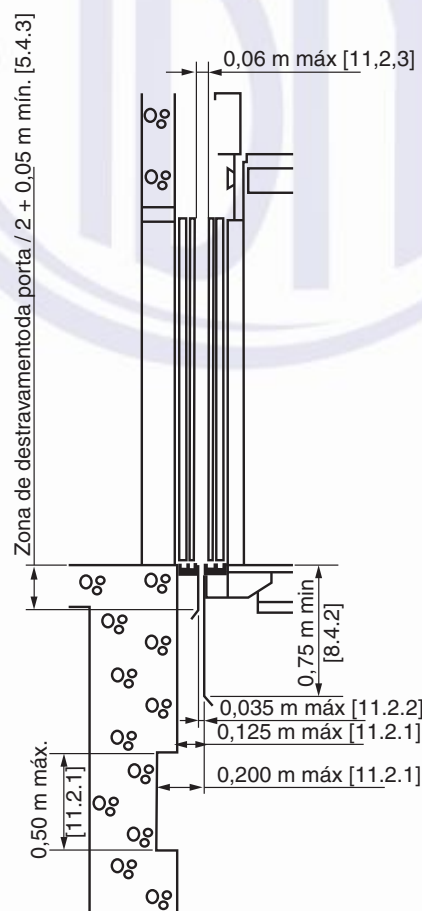


Figura 4 – Folgas entre o carro e a parede defronte à entrada da cabina

11.2.1 A distância horizontal entre a superfície interna da caixa e a soleira ou armação da entrada da cabina ou porta (ou extremidade da entrada das portas tipo corrediça horizontal) não pode exceder 0,125 m. Esta distância pode ser estendida para 0,200 m em uma altura não superior a 0,50 m (ver Figura 4). O motivo deste requisito é evitar:

- a) que pessoa caia na caixa;
- b) que pessoa permaneça na folga entre a porta da cabina e a caixa durante a operação normal do elevador (com este propósito deve ser medida a distância de 0,125 m, principalmente no caso de portas telescópicas simultâneas).

Se a distância horizontal estabelecida acima não for atendida, a cabina deve ser provida de porta travada mecanicamente, que pode somente ser aberta na zona de destravamento. Nesta condição, a operação do elevador deve estar automaticamente subordinada ao travamento da porta da cabina correspondente, exceto nos casos referidos em 7.7.2.2. Este travamento deve ser confirmado por um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 14.1.2.

11.2.2 A distância horizontal entre a soleira do carro e a soleira de pavimento não pode exceder 0,035 m.

11.2.3 A distância horizontal acessível entre a porta da cabina e as portas de pavimento fechadas ou as distâncias acessíveis entre as portas durante toda a operação normal delas não pode exceder 0,06 m.

11.3 Distância horizontal entre o carro ou o contrapeso e as paredes da caixa

11.3.1 A distância horizontal entre o carro e as paredes da caixa, exceto como referido em 11.2, deve ser no mínimo de 0,03 m.

11.3.2 A distância horizontal entre o contrapeso e as paredes da caixa deve ser no mínimo de 0,02 m.

11.4 Folga entre carro e contrapeso

O carro e os seus componentes associados devem estar afastados do contrapeso e de seus componentes associados por pelo menos uma distância de 0,03 m.

12 Máquinas

12.1 Generalidades

Cada elevador deve possuir pelo menos uma máquina própria.

12.2 Acionamento do carro e do contrapeso

12.2.1 Esta Norma contempla elevadores de tração. Outros tipos de acionamento (por exemplo, tambor) podem ser usados, desde que sejam garantidos os mesmos níveis de segurança do sistema dos elevadores de tração.

12.2.2 Podem ser usadas correias para acoplar o motor (ou motores) ao componente no qual o freio eletromecânico (12.4.1.2) opera. Neste caso devem ser usadas no mínimo duas correias.

Um dispositivo elétrico de segurança em conformidade com 14.1.2 deve parar o carro no caso de ruptura ou alongamento relativo anormal de uma das correias.

ABNT NBR 16042:2012**12.3 Uso de polias em balanço**

Devem ser providos dispositivos de acordo com 9.6.

12.4 Sistema de freada**12.4.1 Generalidades**

12.4.1.1 O elevador deve possuir um sistema de freada que opere automaticamente:

- a) caso haja queda da fonte de energia principal;
- b) caso haja queda da fonte de energia dos circuitos de controle.

12.4.1.2 O sistema de freada deve ter obrigatoriamente um freio eletromecânico (tipo atrito), mas pode, além deste, ter outro meio de freada (por exemplo, elétrico).

12.4.2 Freio eletromecânico

12.4.2.1 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 pode exceder aquele resultante da atuação do freio de segurança ou do impacto no para-choque.

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 deve continuar a ser exercido um esforço de freada suficiente para redução da velocidade do carro descendo com a carga nominal.

Qualquer núcleo de bobina é considerado como sendo uma parte mecânica, enquanto que qualquer bobina não.

12.4.2.2 O componente sobre o qual o freio atua deve estar acoplado diretamente à polia motriz por meios mecânicos diretos e positivos.

12.4.2.3 Para manter o freio aberto, em operação normal, deve estar assegurado um fluxo permanente de corrente elétrica.

12.4.2.3.1 A interrupção desta corrente deve ser feita por pelo menos dois dispositivos elétricos independentes combinados ou não com aqueles que causam a interrupção de corrente de alimentação da máquina.

Se, com o elevador parado, um dos contactores não abrir os contatos principais, deve ser impedida uma nova partida do carro no mais tardar na próxima mudança de sentido de movimento.

12.4.2.3.2 Quando o motor do elevador funcionar como gerador, não é permitido que o dispositivo elétrico que aciona o freio seja alimentado pelo motor de acionamento.

12.4.2.3.3 A ação de freada deve ocorrer sem atraso adicional depois da abertura do circuito de alimentação do freio.

NOTA O uso de diodo ou capacitor ligado diretamente aos terminais da bobina do freio não é considerado um meio de atraso.

12.4.2.4 Qualquer máquina montada com o dispositivo de operação manual de emergência (12.5.1) deve ser capaz de ter o freio liberado manualmente e deve requerer um esforço permanente para manter o freio aberto.

12.4.2.5 A pressão da sapata do freio deve ser exercida por molas de compressão ou pesos guiados.

12.4.2.6 Freios de fita são proibidos.

12.4.2.7 As lonas do freio devem ser resistentes ao fogo e isentas de amianto.

12.5 Operação de emergência

12.5.1 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 raio.

Alternativamente, pode estar provida operação elétrica de emergência conforme 12.5.2.

12.5.1.1 Se os meios forem removíveis, eles devem estar localizados em um lugar de fácil acesso no espaço da maquinaria. Os meios devem ser adequadamente marcados, caso haja risco de confusão em identificar a máquina com a qual devem 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, o mais tardar, quando os meios estiverem em vias de serem acoplados à máquina.

12.5.1.2 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 meios de suspensão ou no cabo do limitador de velocidade. Ver também 6.6.2 c).

12.5.2 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:

- a) no gabinete da maquinaria (6.5.2); ou
- b) no(s) painel(éis) de emergência e ensaios (6.6).

12.6 Velocidade

A velocidade do carro, com metade da carga nominal, em descida, no meio do percurso, excluindo os períodos de aceleração e retardamento, não pode exceder a velocidade nominal em mais de 5 %, com a frequência da rede no valor nominal e a tensão do motor igual à nominal do equipamento ⁵.

A tolerância também é aplicável para a velocidade nos seguintes casos:

- a) nivelamento (14.2.1.2.b));
- b) renivelamento (14.2.1.2.c));

⁵ Considera-se uma boa prática que, nas condições mencionadas, a velocidade não seja menor que um valor 8 % abaixo da velocidade nominal.

ABNT NBR 16042:2012

- c) operação de inspeção (14.2.1.3.d));
- d) operação elétrica de emergência (14.2.1.4.e)).

12.7 Parada da máquina e verificação de sua condição de parada

A parada da máquina por intermédio de um dispositivo elétrico de segurança, em conformidade com 14.1.2, deve ser controlada como detalhado em 12.7.1 a 12.7.4.

12.7.1 Motores alimentados diretamente por uma fonte de corrente alternada ou corrente contínua

O suprimento de energia elétrica deve ser interrompido por dois contactores independentes cujos contatos estejam em série no circuito de alimentação. Se, com o elevador parado, um dos contactores não abrir os contatos principais, deve ser evitada uma nova partida, o mais tardar na próxima mudança de sentido de movimento.

12.7.2 Acionamento pelo sistema “Ward-Leonard”**12.7.2.1 Excitação do gerador fornecida por elementos clássicos**

Dois contactores independentes devem interromper:

- a) o circuito motor-gerador; ou
- b) a excitação do gerador; ou
- c) um deles, o circuito motor-gerador e o outro, a excitação do gerador.

Se, com o elevador parado, um dos contactores não abrir os contatos principais, deve ser evitada uma nova partida do carro, o mais tardar na próxima mudança de sentido de movimento.

Nos casos das alíneas b) e c), devem ser tomadas precauções efetivas para evitar a rotação do motor caso exista um campo residual remanente no gerador (por exemplo, circuito suicida).

12.7.2.2 Excitação do gerador alimentada e controlada por elementos estáticos

Deve ser usado um dos seguintes métodos:

- a) o mesmo método especificado em 12.7.2.1;
- b) um sistema consistindo em:
 - 1) um contactor interrompendo a excitação do gerador ou o circuito motor-gerador;

A bobina do contactor deve desarmar pelo menos antes de cada mudança de sentido de movimento.

Se o contactor não desarmar, deve ser evitada uma nova partida do carro; e

- 2) um dispositivo de controle que bloqueie o fluxo de energia nos elementos estáticos; e
- 3) um dispositivo de monitoramento para verificar o bloqueio do fluxo de energia toda vez que o elevador parar.

Se, durante o período de parada normal, o bloqueio através dos elementos estáticos não estiver efetivo, o dispositivo de monitoramento deve provocar o desarme do contactor e deve ser impedida uma nova partida do carro.

Devem ser tomadas precauções efetivas para evitar a rotação do motor, caso exista um campo residual remanente no gerador (por exemplo, circuito suicida).

12.7.3 Motor de corrente alternada ou corrente contínua alimentado e controlado por elementos estáticos

Deve ser usado um dos seguintes métodos:

- a) dois contactores independentes que interrompam a corrente do motor.

Se, com o elevador parado, um dos contactores não abrir os contatos principais, deve ser impedida uma nova partida do carro, o mais tardar na próxima mudança de sentido de movimento.

- b) um sistema consistindo em:

- 1) um contactor interrompendo a corrente para todas as fases. A bobina do contactor deve desarmar pelo menos antes de cada mudança de sentido de movimento. Se o contactor não desarmar, deve ser impedida uma nova partida do carro; e
- 2) um dispositivo de controle que bloqueie o fluxo de energia nos elementos estáticos; e
- 3) um dispositivo de monitoramento para verificar o bloqueio do fluxo de energia toda vez que o elevador parar.

Se, durante o período de parada normal, o bloqueio através dos elementos estáticos não estiver efetivo, o dispositivo de monitoramento deve provocar o desarme do contactor e deve ser impedida uma nova partida do carro.

12.7.4 Dispositivo de controle

O dispositivo de controle de acordo com 12.7.3 b) 2) e dispositivos de monitoramento de acordo com 12.7.3 b) 3) não necessitam ser circuitos de segurança, de acordo com 14.1.2.3.

Estes dispositivos somente devem ser usados quando providos os requisitos de 14.1.1, para alcançar a comparabilidade com 12.7.3 a).

12.8 Verificação do retardamento normal da máquina quando forem usados para-choques de percurso reduzido

12.8.1 No caso de 10.4.3.2, devem existir dispositivos que verifiquem que o retardamento do carro é efetivo antes da chegada aos pavimentos extremos.

12.8.2 Se o retardamento do carro não for efetivo, tais dispositivos devem provocar a redução da velocidade do carro de modo que, se o carro ou o contrapeso atingir o para-choque, a velocidade de batida não pode superar aquela para a qual o para-choque foi projetado.

12.8.3 Se o dispositivo que verifica o retardamento do carro não for independente do sentido de movimento, um dispositivo deve verificar se o sentido de movimento do carro é aquele pretendido.

ABNT NBR 16042:2012

12.8.4 Se tais dispositivos, ou alguns deles, estiverem colocados no espaço da maquinaria:

- a) eles devem ser operados por um dispositivo diretamente acoplado ao carro;
- b) a informação relacionada com a posição do carro não pode depender de dispositivos acionados por tração, atrito ou por motores síncronos;
- c) se for usada conexão por meio de fita, corrente ou cabo para transmitir a posição do carro, a ruptura ou o afrouxamento de tal conexão deve provocar a parada da máquina através de um dispositivo elétrico de parada conforme 14.1.2.

12.8.5 O controle e o funcionamento desses dispositivos devem ser projetados de modo que eles, juntamente com o sistema de regulação de velocidade normal, constituam um sistema de controle de retardamento atendendo aos requisitos de 14.1.2.

12.9 Dispositivo de segurança dos meios de suspensão frouxos

Os requisitos para o dispositivo de segurança contra meios de suspensão frouxos são indicados em 9.4.4.

12.10 Limitador de tempo de funcionamento do motor

12.10.1 Os elevadores devem possuir um limitador de tempo de funcionamento do motor que o desenergize e o mantenha nesta condição se:

- a) for iniciada uma partida e a máquina não girar;
- b) o carro ou o contrapeso for parado em descida por um obstáculo que cause o deslizamento dos meios de suspensão na polia motriz.

12.10.2 Este dispositivo deve funcionar em um tempo que não exceda o menor dos seguintes valores:

- a) 45 s;
- b) o tempo para vencer todo o percurso, mais 10 s, com um mínimo de 20 s, se o tempo de percurso total for menor que 10 s.

12.10.3 O retorno do elevador ao serviço normal deve somente ser possível pela intervenção manual de uma pessoa qualificada. Quando religada a força de alimentação depois de um desligamento, não é necessário manter a máquina na posição parada.

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

12.11 Proteção da maquinaria

Deve ser provida proteção efetiva para as partes girantes acessíveis que podem ser perigosas, em particular:

- a) chavetas e parafusos nos eixos;
- b) fitas, correntes e correias;

- c) engrenagens, pinhões;
- d) eixos salientes de motores;
- e) limitador de velocidade de bolas.

Excluem-se polias motrizes com proteções de acordo com 9.6, volantes manuais, polias de freio e quaisquer peças semelhantes, redondas e lisas. Tais itens devem ser pintados de amarelo, pelo menos parcialmente.

13 Aparelhos e instalações elétricas

13.1 Disposições gerais

13.1.1 Limites de aplicação

13.1.1.1 Os requisitos desta Norma, relacionados à instalação e aos componentes constituintes do equipamento elétrico, aplicam-se:

- a) à chave geral do circuito de potência e circuitos dependentes;
- b) ao interruptor do circuito de iluminação da cabina e circuitos dependentes.

O elevador deve ser considerado como um todo, assim como uma máquina com o seu equipamento elétrico incorporado.

13.1.1.2 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.

13.1.1.3 A compatibilidade eletromagnética deve cumprir com os requisitos das ISO 22199 e ISO 22200.

13.1.2 Proteção de equipamento elétrico contra contato direto

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

13.1.3 Resistência de isolamento da instalação elétrica (HD 384.6.61 S1)

A resistência de isolamento da instalação elétrica deve ser medida entre cada condutor ativo e terra.

Os valores mínimos da resistência de isolamento devem ser obtidos da Tabela 6.

Quando houver dispositivos eletrônicos no circuito, os condutores fase e neutro devem ser ligados juntos durante as medições.

ABNT NBR 16042:2012

Tabela 6 – Resistências de isolação

Tensão nominal do circuito	Tensão de ensaio	Resistência de isolação
V	V (CC)	MW
MBTS	250	$\geq 0,25$
≤ 500	500	$\geq 0,5$
> 500	1 000	$\geq 1,0$
MBTS = muito baixa tensão de segurança		

13.1.4 Tensão entre condutores

O valor médio em corrente contínua ou o valor eficaz em corrente alternada da tensão entre condutores ou entre condutores e terra não pode exceder 250 V para os circuitos de controle e de segurança.

O condutor neutro e o condutor de terra devem ser distintos, sem ligação elétrica entre si.

13.2 Contactores, contactores auxiliares e componentes dos circuitos de segurança**13.2.1 Contactores e contactores auxiliares**

13.2.1.1 Os contactores principais, isto é, aqueles necessários para parar a máquina, conforme 12.7, devem pertencer às seguintes categorias definidas pela EN 60947-4-1:

- a) AC-3 para contactores de motores C.A.;
- b) DC-3 para contactores de potência para C.C.

Esses contactores devem adicionalmente admitir 10 % de operações de partidas por impulsos.

13.2.1.2 Se, por necessidade da potência a transmitir, for preciso usar contactores auxiliares para acionar os contactores principais, os contactores auxiliares devem pertencer às seguintes categorias definidas pela EN 60947-5-1:

- a) AC-15 para controlar eletroímãs de C.A.;
- b) DC-13 para controlar eletroímãs de C.C.

13.2.1.3 Tanto para os contactores principais referidos em 13.2.1.1 como para os contactores auxiliares referidos em 13.2.1.2, pode ser admitido nas providências adotadas para atender a 14.1.1.1 que:

- a) se um dos contatos de abertura (normalmente fechados) estiver fechado, todos os contatos de fechamento devem estar abertos;
- b) se um dos contatos de fechamento (normalmente abertos) estiver fechado, todos os contatos de abertura devem estar abertos.

13.2.2 Componentes dos circuitos de segurança

13.2.2.1 Quando são utilizados contactores auxiliares conforme 13.2.1.2, como relés em um circuito de segurança, as condições de 13.2.1.3 também devem aplicar-se.

13.2.2.2 Se os relés usados forem tais que os contatos de abertura e fechamento nunca estejam fechados simultaneamente em qualquer posição da armadura, a possibilidade de atração incompleta da armadura [14.1.1.1 f)] pode ser desconsiderada.

13.2.2.3 Dispositivos (se existentes) ligados depois de dispositivos elétricos de segurança devem atender aos requisitos de 14.1.2.2.3 no que diz respeito às linhas de fuga e folgas no ar (não às folgas de corte).

Esse requisito não se aplica aos dispositivos mencionados em 13.2.1.1, 13.2.1.2 e 13.2.2.1 e aos que atendem aos requisitos das EN 60947-4-1 e EN 60947-5-1.

Para placas de circuito impresso, os requisitos como mencionados na Tabela H.1 (3.6) são aplicáveis.

13.3 Proteção de motores e outros equipamentos elétricos

13.3.1 Motores ligados diretamente à rede elétrica devem ser protegidos contra curto-circuito.

13.3.2 Motores ligados diretamente à rede elétrica devem ser protegidos contra sobrecargas por meio de dispositivos de desconexão de corte automático e rearme manual (exceto como provido em 13.3.3), que devem cortar a alimentação do motor em todos os condutores ativos.

13.3.3 Quando o dispositivo de detecção de sobrecarga opera com base no aumento da temperatura dos enrolamentos do motor do elevador, a interrupção da alimentação do motor somente deve ocorrer conforme 13.3.6.

13.3.4 As prescrições de 13.3.2 e 13.3.3 se aplicam a cada enrolamento, se o motor tiver vários enrolamentos alimentados por circuitos diferentes.

13.3.5 Quando os motores da máquina forem alimentados por geradores de corrente contínua acionados por motores, os motores da máquina devem também ser protegidos contra sobrecargas.

13.3.6 Se a temperatura de projeto de um equipamento elétrico provido com um dispositivo de monitoração de temperatura for excedida, convém que o elevador não continue em operação, então, o carro deve parar em um pavimento de forma que os passageiros possam deixar a cabina. O retorno automático à operação normal do elevador deve somente ocorrer depois de um arrefecimento suficiente.

13.4 Interruptores principais

13.4.1 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 pode cortar os circuitos que alimentam:

- a) a iluminação da cabina e, se houver, a 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.

ABNT NBR 16042:2012**13.4.1.2** Esse interruptor deve estar localizado:

- a) no gabinete de controle, exceto quando o gabinete está instalado na caixa; ou
- b) no(s) painel(éis) de emergência e ensaios (ver 6.6), quando o gabinete de controle estiver montado na caixa. Se o painel de emergência for separado do painel de ensaios, 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.

13.4.2 O interruptor principal, como definido em 13.4.1, deve possuir posições estáveis de abertura e fechamento e ter, como mínimo, proteção contra curto-circuito por fusíveis. Deve possuir um grau de proteção pelo menos IP2X.

Os interruptores principais devem possuir travamento mecânico na posição desligado, com portacadeado.

Quando, a partir deste interruptor, não se enxergar a máquina correspondente, deve haver em série um segundo interruptor a partir do qual se possa enxergar a respectiva máquina, ou então se pode utilizar um contactor cuja abertura seja realizada por um dispositivo elétrico de segurança atendendo a 14.1.2, que interrompa o circuito de alimentação da bobina de tal contactor.

A religação do interruptor somente deve ser possível mediante a atuação no dispositivo que causou a abertura.

Além disso, para cada elevador deve ser instalado um interruptor diferencial com proteção máxima de 30 mA, que proteja os circuitos de luz da cabina, alarme e tomada elétrica para 250 V com ligação a terra.

Quando existir mais de uma máquina no espaço da maquinaria, cada máquina e seu correspondente interruptor devem possuir identificações iguais e claramente visíveis.

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

13.4.4 Quaisquer capacitores para corrigir o fator de potência devem ser ligados a montante (antes) do interruptor principal do circuito de potência.

Se houver risco de sobre tensão, por exemplo, quando os motores são alimentados por cabos de grande comprimento, o interruptor do circuito de potência deve também cortar a alimentação dos capacitores.

13.5 Fiação elétrica

13.5.1 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 de acordo com a ABNT NBR 5410 e/ou outras Normas Brasileiras vigentes pertinentes.

13.5.1.1 Os condutores elétricos conforme CENELEC HD 21.3 S3:1995, partes 2 (H07V-U e H07V-R), 3 (H07V-K), 4 (H05V-U) e 5 (H05V-K), podem ser usados para todos os circuitos, desde que eles estejam instalados em conduites (ou canaletas) feitos de metal ou plástico, ou estejam protegidos de maneira equivalente.

NOTA Estas disposições substituem aquelas do guia existente no Anexo 1 da CENELEC HD 21.1 S3:1997.

13.5.1.2 Os cabos rígidos definidos na Seção 2 da CENELEC HD 21.4 S2:1990 podem ser usados somente em montagens visíveis fixadas nas paredes da caixa (ou no espaço da maquinaria) ou instaladas em dutos, canaletas ou dispositivos similares.

13.5.1.3 Os cabos flexíveis comuns definidos de acordo com 3 (H05RR-F) da CENELEC HD 22.4 S3 e 5 (H05VV-F) da CENELEC HD 21.5 S3, podem ser usados somente em dutos, canaletas ou dispositivos de proteção equivalente.

Os cabos flexíveis com isolamento externa definidos na Seção 5 (H07RN-F) da CENELEC HD 22.4 S3 podem ser usados como cabos rígidos nas condições definidas em 13.5.1.2 e para ligação a um equipamento móvel (exceto como cabos de comando para conexão ao carro) ou se eles estiverem submetidos a vibrações.

Os cabos de comando de acordo com as EN 50214 e CENELEC HD 360 S2 são aceitos como cabos para conexão ao carro, dentro dos limites estabelecidos por esses documentos. Todos os cabos de comando selecionados devem ser do mesmo tipo e de qualidade equivalente.

13.5.1.4 Os requisitos de 13.5.1.1, 13.5.1.2 e 13.5.1.3 não necessitam ser aplicados:

- a) a condutores e cabos não ligados a dispositivos elétricos de segurança das portas de pavimento, desde que:
 - 1) eles não estejam submetidos a uma potência de saída nominal maior que 100 VA;
 - 2) a tensão, entre pólos (ou fases) ou entre pólo (ou uma das fases) e terra à qual estão normalmente submetidos não exceda 50 V;
- b) à fiação de dispositivos de operação ou distribuição nos painéis:
 - 1) entre diferentes peças do equipamento elétrico, ou
 - 2) entre essas peças do equipamento e os terminais de ligação.

13.5.2 Com o objetivo de prover resistência mecânica, a área da seção transversal dos condutores dos circuitos elétricos de segurança das portas não pode ser menor que 0,75 mm².

13.5.3 O método de instalação deve atender 13.5.3.1 até 13.5.3.7.

13.5.3.1 A instalação elétrica deve ser provida com as indicações necessárias para fácil compreensão.

13.5.3.2 Conexões, terminais de ligação e conectores, exceto aqueles indicados em 13.1.2, devem ser localizados em caixas ou painéis previstos para esta finalidade.

13.5.3.3 Se, depois da abertura do(s) interruptor(es) principal(is) de um elevador, alguns terminais de ligação permanecem ativos, eles devem ser nitidamente separados dos terminais que não estejam ativos e, se a tensão exceder 50 V, eles devem ser devidamente identificados.

13.5.3.4 Terminais de ligação cuja interligação acidental possa causar um funcionamento perigoso do elevador devem ser nitidamente separados, a menos que o seu método de construção não permita este risco.

13.5.3.5 A fim de assegurar a continuidade da proteção mecânica, a capa protetora dos condutores e cabos deve ser totalmente introduzida na caixa de interruptores e aparelhagens, ou deve ter uma manga de construção adequada nas extremidades.

ABNT NBR 16042:2012

NOTA As armações fechadas das portas de pavimento e porta da cabina são consideradas caixas de aparelhagem.

Contudo, se houver risco de dano mecânico devido ao movimento de elementos ou arestas cortantes da própria armação, os condutores ligados aos dispositivos elétricos de segurança devem ser mecanicamente protegidos.

13.5.3.6 Se um mesmo duto ou cabo contiver condutores cujos circuitos possuam tensões diferentes, todos os condutores ou cabos devem ter isolamento especificada para a tensão mais alta.

13.5.3.7 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 no espaço de maquinaria, podem ser individuais através de condutos próprios separados ou comuns, através de cabos ou barramentos. Neste caso, junto ao quadro principal no espaço de maquinaria serão feitas as derivações para os interruptores principais de cada elevador.

13.5.4 Conectores e dispositivos do tipo de encaixe colocados em circuitos de segurança devem ser projetados e instalados de modo que, se um encaixe errado puder conduzir a um funcionamento perigoso do elevador, ou a retirada não requerer uso de ferramentas, deve ser impossível encaixar o plugue incorretamente.

13.5.5 O aterramento deve satisfazer as seguintes condições:

- a) todos os aparelhos elétricos devem ter sua carcaça ligada à terra;
- b) os aparelhos elétricos instalados no carro devem ter sua carcaça ligada à terra, por intermédio dos cabos de aço de suspensão do elevador, alma de aço do cabo de comando ou condutores do cabo de comando;
- c) canaletas ou eletrodutos metálicos ou cabos blindados do elevador devem ser aterrados;
- d) as guias devem ser aterradas e podem ser utilizadas como um condutor comum à terra;
- e) a resistência à isolamento entre circuitos e entre circuitos e a terra, para os circuitos de força e circuitos dos dispositivos elétricos de segurança, deve ser no mínimo de 1 k Ω /V e superior a 500 k Ω ;
- f) defeitos de isolamento contra a terra não podem levar o elevador a partir ou tornar inoperantes os dispositivos de segurança;
- g) a execução e o dimensionamento das ligações à terra devem obedecer à ABNT NBR 5410;
- h) o equipamento montado nos elementos da estrutura metálica de um edifício deve ser considerado aterrado. A armação metálica da cabina suspensa por cabos metálicos acionados por polias da máquina do elevador é considerada aterrada quando a máquina estiver aterrada em conformidade com esta Norma. No caso de cabinas metálicas isoladas da armação do carro, estas devem ser ligadas à armação por meio de condutor elétrico para ligação à terra;
- i) deve existir um ponto de aterramento que atenda à ABNT NBR 5410, junto à chave de força, onde serão ligados todos os equipamentos elétricos da instalação dos elevadores;
- j) os marcos (batentes) devem ser aterrados.

13.6 Iluminação e tomadas elétricas

13.6.1 As linhas de alimentação da iluminação elétrica para a cabina, caixa e espaços da maquinaria e polias, painel(éis) de emergência e ensaios (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 da alimentação do interruptor principal ou conforme as disposições para interruptores principais em 13.4.

13.6.2 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 a ABNT NBR 5410.

O uso das tomadas elétricas descritas acima não requer 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 O controle da alimentação para iluminação e tomadas elétricas deve atender a 13.6.3.1 a 13.6.3.3.

13.6.3.1 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 devem estar protegidos por um interruptor de corrente residual (interruptor diferencial máxima de 30 mA).

13.6.3.2 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 6.4.9 e 6.5.5.

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

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

13.6.3.3 Cada circuito controlado pelos interruptores previstos em 13.6.3.1 e 13.6.3.2 deve ter a sua própria proteção contra curto-circuito.

14 Proteção contra falhas elétricas, controles e prioridades

14.1 Análises de falha e dispositivos elétricos de segurança

14.1.1 Análises de falhas

Qualquer uma das falhas listadas em 14.1.1.1, no equipamento elétrico do elevador, se não puder ser excluída sob as condições descritas em 14.1.1.2 e/ou Anexo H, não podem, por si só, ser a causa de um funcionamento perigoso do elevador.

Para circuitos de segurança, ver 14.1.2.3.

ABNT NBR 16042:2012

14.1.1.1 Falhas consideradas

- a) ausência de tensão;
- b) queda de tensão;
- c) perda de continuidade de um condutor;
- d) falha da isolação em relação à peça metálica ou à terra;
- e) curto-circuito ou circuito aberto, alteração de valor ou funcionamento em um componente elétrico como resistor, capacitor, transistor, lâmpada etc. ;
- f) não atração ou atração incompleta de uma armadura móvel de um contactor ou relé;
- g) não separação de uma armadura móvel de um contactor ou relé;
- h) não abertura de um contato;
- i) não fechamento de um contato;
- j) inversão de fases.

14.1.1.2 A não abertura de um contato não necessita ser considerada no caso de contatos de segurança que atendam aos requisitos de 14.1.2.2.

14.1.1.3 O defeito de derivação à massa ou à terra em um circuito no qual há um dispositivo de segurança deve:

- a) causar a imediata parada da máquina; ou
- b) impedir nova partida da máquina depois da primeira parada normal.

O retorno ao serviço somente deve ser possível mediante reposição manual.

14.1.2 Dispositivos elétricos de segurança

14.1.2.1 Disposições gerais

14.1.2.1.1 Quando da atuação de um dos dispositivos de segurança listados no Anexo A, o movimento da máquina deve ser impedido ou ela deve ser parada imediatamente como indicado em 14.1.2.4.

Os dispositivos elétricos de segurança devem consistir em:

- a) um ou mais contatos de segurança que atendam a 14.1.2.2, cortando diretamente a alimentação para os contactores referidos em 12.7 ou seus contactores auxiliares;
- b) circuitos de segurança que atendam a 14.1.2.3, consistindo em uma ou mais combinações do seguinte:
 - 1) um ou mais contatos de segurança que atendam a 14.1.2.2, não cortando diretamente a alimentação para os contactores referidos em 12.7 ou seus contactores auxiliares;
 - 2) contatos que não atendam a 14.1.2.2;
 - 3) componentes de acordo com o Anexo H.

14.1.2.1.2 Sem contar as exceções permitidas nesta Norma (ver 14.2.1.2 e 14.2.1.4), nenhum equipamento elétrico deve ser ligado em paralelo com um dispositivo elétrico de segurança.

Ligações a diferentes pontos da cadeia elétrica de segurança somente são permitidas para obter informação. Os dispositivos usados com essa finalidade devem atender aos requisitos para circuitos de segurança conforme 14.1.2.3.

14.1.2.1.3 Os efeitos de indutância ou capacitância interna ou externa não podem causar a falha de dispositivos elétricos de segurança.

14.1.2.1.4 Um sinal de saída gerado de um dispositivo elétrico de segurança não pode ser alterado por um sinal parasita produzido por outro dispositivo elétrico colocado em seguida no mesmo circuito, que possa resultar em uma situação perigosa.

14.1.2.1.5 Em circuitos de segurança contendo dois ou mais canais paralelos, toda informação, com exceção da necessária à verificação da paridade, deve ser conduzida somente por um único canal.

14.1.2.1.6 Circuitos que registram ou temporizam sinais não podem, mesmo em caso de falha, impedir ou atrasar sensivelmente a parada da máquina através da atuação de um dispositivo elétrico de segurança.

14.1.2.1.7 A construção e o arranjo de dispositivos internos de alimentação de energia devem ser tais que evitem o aparecimento de sinais falsos à saída de dispositivos elétricos de segurança devido ao efeito de comutação.

Em particular, picos de tensão resultantes da operação normal do elevador ou outro equipamento ligado à rede não podem criar distúrbios inadmissíveis nos componentes eletrônicos (imunidade a ruídos).

14.1.2.2 Contatos de segurança

14.1.2.2.1 A operação do contato de segurança deve ser por separação positiva dos dispositivos de corte do circuito. Esta separação deve ocorrer mesmo se os contatos estiverem soldados entre si.

O projeto de um contato de segurança deve ser tal que minimize o risco de curto-circuito resultante de uma falha de componente.

NOTA A abertura positiva é obtida quando todos os elementos de corte são levados à sua posição de abertura e quando, para uma significativa parte do percurso, não há membros resilientes (por exemplo, molas) entre os contatos móveis e a parte do atuador onde a força de atuação é aplicada.

14.1.2.2.2 Os contatos de segurança devem ser previstos para uma tensão nominal de isolamento de 250 V, se os invólucros proporcionarem um grau de proteção pelo menos IP4X, ou 500 V, se o grau de proteção do invólucro é menor que IP4X.

Os contatos de segurança devem pertencer às seguintes categorias definidas na EN 60947-5-1:

- a) AC-15, para contatos de segurança de circuitos de corrente alternada;
- b) DC-13, para contatos de segurança de circuitos de corrente contínua.

14.1.2.2.3 Se o grau de proteção for igual ou menor do que IP4X, as folgas devem ser de pelo menos 3 mm, as distâncias do salto de faísca de pelo menos de 4 mm e as distâncias para corte dos contatos de pelo menos 4 mm após a separação. Se a proteção for melhor que IP4X, as distâncias do salto de faísca podem ser reduzidas para 3 mm.

ABNT NBR 16042:2012

14.1.2.2.4 No caso de cortes múltiplos, depois da separação, a distância entre os contatos deve ser pelo menos 2 mm.

14.1.2.2.5 A abrasão do material condutor não pode provocar curto-circuito dos contatos.

14.1.2.3 Circuitos de segurança

14.1.2.3.1 Os circuitos de segurança devem atender aos requisitos de 14.1.1 relativos ao aparecimento de uma falha.

14.1.2.3.2 Além disso, como ilustrado na Figura 5, os requisitos de 14.1.2.3.2.1 a 14.1.2.3.2.5 devem ser aplicados.

14.1.2.3.2.1 Se uma falha combinada com uma segunda falha puder conduzir a uma situação perigosa, o elevador deve ser parado o mais tardar até a próxima sequência da operação na qual o primeiro elemento defeituoso deveria participar. Toda operação adicional do elevador deve ser impossível enquanto persistir o defeito.

A possibilidade de uma segunda falha ocorrer, após a primeira e antes que o elevador tenha sido parado pela sequência mencionada não é considerada.

14.1.2.3.2.2 Se duas falhas por si só não conduzirem a uma situação perigosa, quando combinadas com uma terceira falha que pode conduzir a uma situação perigosa, o elevador deve ser parado o mais tardar na próxima sequência de operação na qual um dos elementos defeituosos deveria participar.

A possibilidade da terceira falha que conduz à situação perigosa ocorrer antes que o elevador tenha sido parado pela sequência mencionada, não é considerada.

14.1.2.3.2.3 Se a combinação de mais de três falhas for possível, então o circuito de segurança deve ser projetado com múltiplos canais e um circuito deve monitorar o estado dos canais.

Se um estado diferente for detectado, o elevador deve ser parado.

No caso de dois canais, o funcionamento do circuito de controle deve ser verificado antes de uma nova partida do elevador e, em caso de falha, uma nova partida não pode ser permitida.

14.1.2.3.2.4 Ao restabelecer a alimentação de força depois que ela tiver sido desligada, a permanência do elevador na posição parada não é necessária, desde que durante a próxima sequência uma parada seja imposta nos casos cobertos por 14.1.2.3.2.1 a 14.1.2.3.2.3.

14.1.2.3.2.5 Nos circuitos de redundância, devem ser tomadas medidas para limitar ao mínimo possível o risco de uma única causa provocar defeito simultaneamente nesses circuitos.

14.1.2.3.3 Circuitos de segurança contendo componentes eletrônicos são considerados componentes de segurança e devem ser ensaiados de acordo com os requisitos de F.6.

14.1.2.4 Operação dos dispositivos elétricos de segurança

Quando estiverem operando para garantir segurança, os dispositivos elétricos de segurança devem impedir a partida da máquina ou iniciar imediatamente a sua parada. A alimentação elétrica do freio também deve ser interrompida.

Os dispositivos elétricos de segurança devem agir diretamente no equipamento que controla a alimentação da máquina, de acordo com os requisitos de 12.7.

Se, por causa da potência a ser transmitida, forem usados contactores auxiliares para controlar os contactores principais da máquina, estes devem ser considerados equipamentos que controlam diretamente a alimentação da máquina, para partida e parada.

14.1.2.5 Atuação dos dispositivos elétricos de segurança

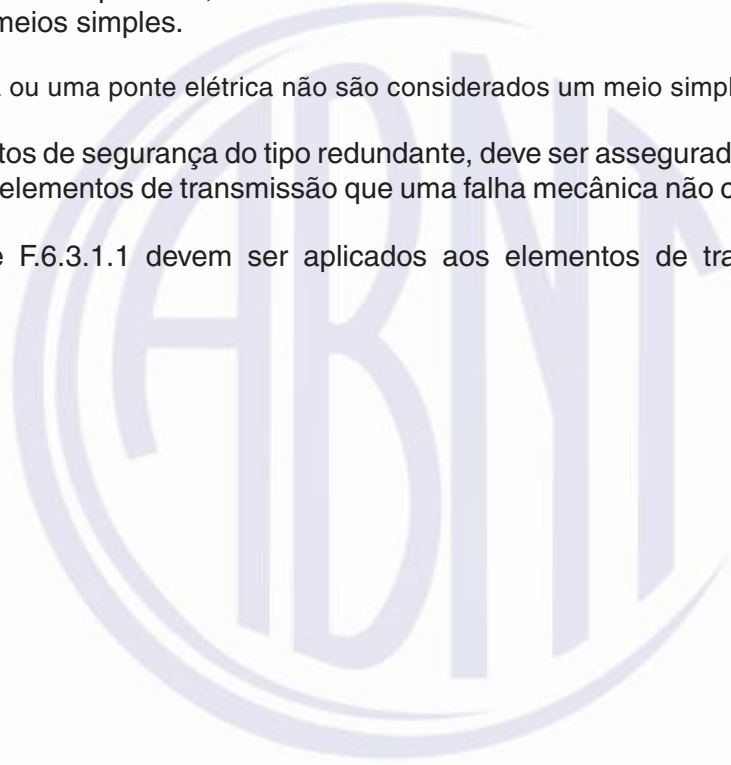
Os componentes que acionam os dispositivos elétricos de segurança devem ser construídos de modo que possam funcionar adequadamente mesmo sob esforço mecânico resultante da operação contínua normal.

Se os dispositivos para acionar os dispositivos elétricos de segurança forem, por motivo de sua instalação, acessíveis as pessoas, eles devem ser construídos de tal maneira que não possam tornar-se inoperantes por meios simples.

NOTA Um ímã ou uma ponte elétrica não são considerados um meio simples.

No caso de circuitos de segurança do tipo redundante, deve ser assegurado por arranjos mecânicos ou geométricos dos elementos de transmissão que uma falha mecânica não cause perda de redundância.

Os requisitos de F.6.3.1.1 devem ser aplicados aos elementos de transmissão dos circuitos de segurança.



ABNT NBR 16042:2012

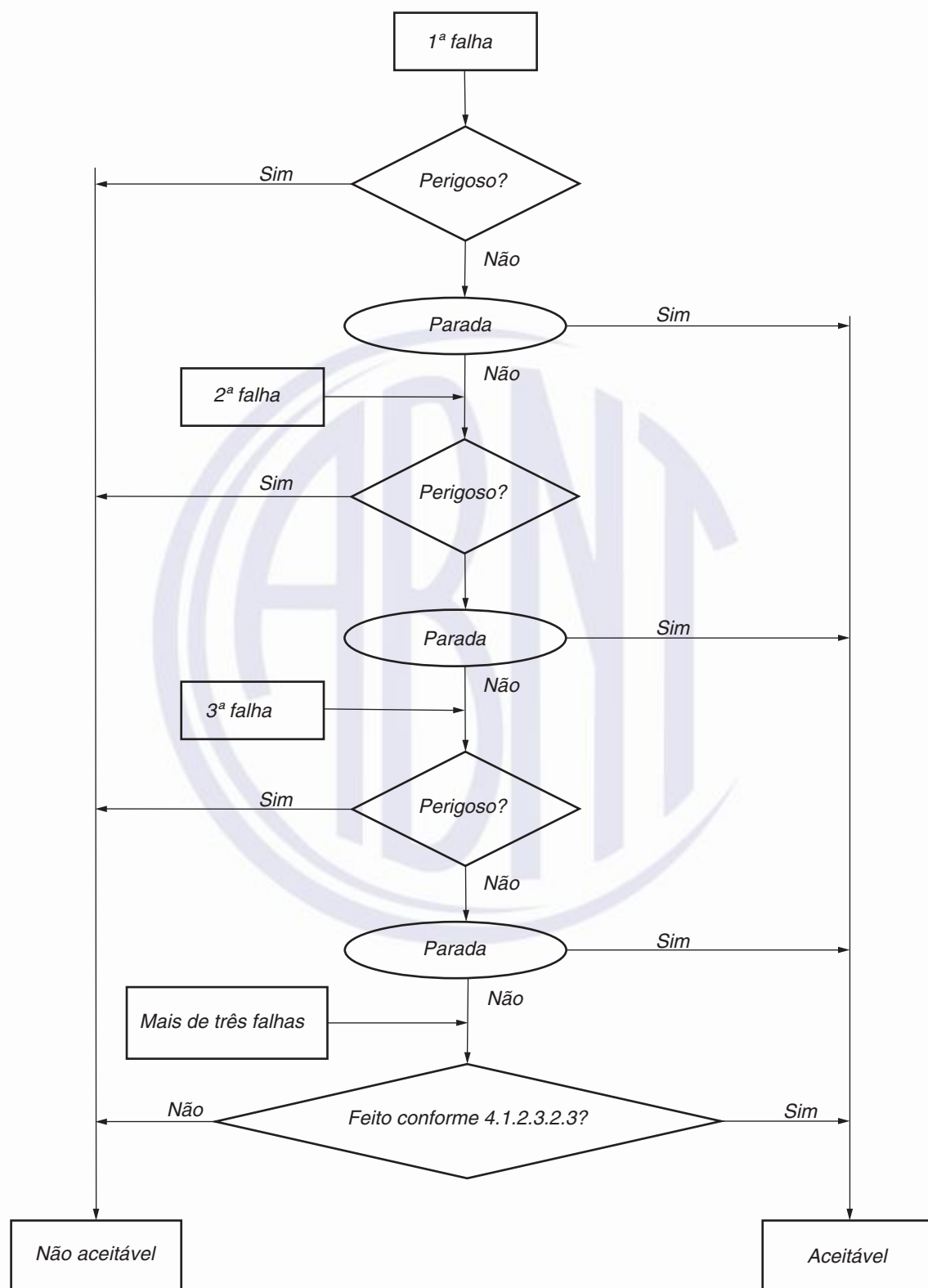


Figura 5 – Diagrama para analisar circuitos de segurança

14.2 Controles

14.2.1 Controle das operações do elevador

O controle das operações deve ser feito eletricamente.

14.2.1.1 Controle de operação normal

Este controle deve ser feito com auxílio de botões ou dispositivos similares, 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.

14.2.1.2 Controle de nivelamento e renivelamento com portas abertas

No caso específico previsto em 7.7.2.2, a movimentação da cabina com a sua porta e a porta de pavimento abertas é permitida para as operações de nivelamento e renivelamento elétrico nas condições que:

- a) o movimento seja limitado à zona de destravamento (7.7.1):
 - 1) qualquer movimento do carro fora da zona de destravamento deve ser impedido, pelo menos por um dispositivo de corte no circuito série dos dispositivos de segurança das portas e dos trincos;
 - 2) este dispositivo de corte deve ser:
 - um contato de segurança, de acordo com 14.1.2.2; ou
 - ligado de forma a respeitar as prescrições dos circuitos de segurança de 14.1.2.3;
 - 3) se o acionamento do dispositivo de corte depender de um dispositivo que está mecanicamente ligado ao carro de forma indireta (por exemplo, por cabo, corrente ou correia), a ruptura ou afrouxamento do elemento de ligação deve causar a parada da máquina pela ação de um dispositivo elétrico de segurança, de acordo com 14.1.2;
 - 4) durante as operações de nivelamento, o dispositivo que torna inoperantes os dispositivos elétricos de segurança das portas só deve intervir quando tiver sido dado o sinal de parada para este pavimento;
- b) a velocidade de nivelamento não exceda 0,8 m/s;
- c) a velocidade de renivelamento não exceda 0,3 m/s;

Deve ser verificado o seguinte:

- 1) para máquinas cuja velocidade máxima de rotação é determinada pela frequência fixa da rede, que somente tenha sido energizado o circuito de controle para baixa velocidade;
- 2) para máquinas alimentadas por conversores estáticos, que a velocidade de renivelamento não exceda 0,3 m/s.

14.2.1.3 Controle da operação de inspeção

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

ABNT NBR 16042:2012

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

Este interruptor deve ser biestável e 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 uma nova operação no interruptor de inspeção.

Se os dispositivos de interrupção usados para esta neutralização não forem contatos de segurança integrados com o mecanismo do interruptor de inspeção, devem ser tomadas precauções para impedir qualquer movimento involuntário do carro na ocorrência de uma das falhas listadas em 14.1.1.1 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 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 pode exceder 0,75 m/s;
- e) as posições extremas do carro, em funcionamento normal, não podem 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 no caso de 6.4.3.4, no poço no 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 “INSPEÇÃO”, o elevador pode ser movido, premendo-se os botões nesta botoeira;
- b) se as duas botoeiras de inspeção forem colocadas na posição “INSPEÇÃO”;
 - 1) não é permitido 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 podem ser instaladas.

14.2.1.4 Controle da operação elétrica de emergência

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 do carro, exceto o controlado por este interruptor, devem ser impedidos.

A operação elétrica de emergência deve ficar inoperante 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 da sobrevelocidade do carro ascendente, se existir, de acordo com 9.9.5;
 - 4) os montados nos para-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 meio de um mostrador [6.6.2 c)];
- e) a velocidade da cabina não pode exceder 0,75 m/s.

14.2.2 Dispositivos de parada

14.2.2.1 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 5.7.2.4 a);
- b) na casa de polias (6.7.1.5);
- c) no topo do carro, em uma 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 8.15);
- d) na botoeira de inspeção (14.2.1.3 c));

ABNT NBR 16042:2012

- 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 ensaios (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.

14.2.2.2 Os dispositivos de parada devem consistir em dispositivos elétricos de segurança de acordo com 14.1.2. Eles devem ser biestáveis e de modo que o retorno ao serviço não possa resultar de uma ação involuntária. Estes dispositivos devem ser do tipo “botão de soco”.

14.2.2.3 São proibidos os dispositivos de parada na cabina.

Deve existir dentro da cabina um dispositivo que permita a reversão do movimento do fechamento das portas.

14.2.3 Dispositivo do alarme de emergência

14.2.3.1 Para conseguir ajuda externa, se necessário, os passageiros devem ter disponível na cabina, com este propósito, um dispositivo facilmente identificável e acessível.

14.2.3.2 Este dispositivo deve ser alimentado pela fonte de iluminação de emergência prevista em 8.17.4, ou por outra fonte equivalente.

14.2.3.3 Este dispositivo deve ser um alarme acústico, intercomunicador, telefone ou dispositivos similares, atendendo a 14.2.3.4.

14.2.3.4 Um sistema de interfone ou dispositivo similar, energizado pela alimentação de emergência descrita em 8.17.4, deve ser instalado entre a parte interna da cabina, o local no qual a operação de emergência será executada e a portaria.

NOTA No caso de ligação à rede pública de telefone, não se aplica o prescrito em 14.2.3.2.

14.2.4 Prioridades e sinalizações

14.2.4.1 Um usuário que entrar na cabina deve ter pelo menos 2 s, após o fechamento das portas, para apertar o botão de sua escolha antes que qualquer botão de chamada externa possa tornar-se efetivo. Exceção é feita no caso de elevadores que operam com controle coletivo.

14.2.4.2 No caso de controle coletivo, uma sinalização luminosa, claramente visível do pavimento, deve indicar claramente aos usuários que esperam neste pavimento o sentido do próximo movimento do carro.

14.2.4.3 Para elevadores em grupo, não são recomendados indicadores de posição de pavimento. Contudo, é recomendado que a chegada do carro seja precedida por um sinal sonoro e visual.

14.2.5 Controle de carga

14.2.5.1 No elevador deve ser instalado um dispositivo que evite uma partida normal, incluindo renivelamento, nos casos de eventual sobrecarga na cabina.

14.2.5.2 É considerada sobrecarga quando a carga excede a carga nominal em 10 %, com um mínimo de 75 kg.

14.2.5.3 Nos casos com sobrecargas:

- a) os passageiros devem ser avisados com um sinal audível e visível dentro da cabina;
- b) as portas devem ser mantidas completamente abertas;
- c) qualquer operação preliminar de acordo com 7.7.2.1 e 7.7.3.1 deve ser anulada.

15 Avisos, marcações e instruções de operação**15.1 Condições gerais**

Quaisquer rótulos, avisos e instruções de operação devem ser legíveis e facilmente compreensíveis (se necessário ajudado com sinais e símbolos). Eles devem ser indelévels, de material durável, colocados em uma posição visível e redigidos na língua do país onde o elevador está instalado (ou, se necessário, em várias línguas).

15.2 Dentro da cabina

15.2.1 Deve estar afixado dentro da cabina e visível desde o acesso a ela a carga nominal em quilogramas, bem como o número de pessoas.

A carga nominal deve ser determinada conforme 8.2.2.

O aviso deve ser feito como segue:


... kg ...PESSOAS

A altura mínima dos caracteres usados para o aviso deve ser de:


- a) 10 mm para letras maiúsculas e números;
- b) 7 mm para letras minúsculas.

15.2.2 Devem estar afixados o nome do vendedor e o seu número de identificação do elevador.

15.2.3 Os requisitos de 15.2.3.1 a 15.2.3.3 também se aplicam dentro da cabina.

15.2.3.1 O botão do alarme deve ser identificado pelo símbolo . Se tiver cor, deve ser amarelo.

15.2.3.2 Os dispositivos de controle devem ser claramente identificados com referência às suas funções; com esse propósito deve-se usar:

- a) para os botões de chamada, as marcações – 2, – 1, 0, 1, 2, 3, ... etc.; e
- b) para o botão de reabertura de porta, o símbolo .

15.2.3.3 As cores vermelha e amarela devem ser usadas unicamente para botões com funções de emergência. Contudo, estas cores podem ser usadas para sinais luminosos que indiquem registros.

15.2.4 Devem estar afixadas na cabina instruções para assegurar o uso seguro do elevador, sempre que houver necessidade.

ABNT NBR 16042:2012

Para elevadores com telefones ou sistemas de intercomunicação, devem ser indicadas as instruções para uso, se não evidentes.

15.3 Topo do carro

As seguintes informações devem ser dadas no topo do carro:

- a) o símbolo **“STOP”**, sobre ou junto ao dispositivo de parada, colocado de modo que não haja perigo de engano sobre a posição de parada;
- b) as palavras **“NORMAL”** e **“INSPEÇÃO”**, sobre ou junto ao interruptor de operação de inspeção;
- c) o sentido de movimento **“SUBIR/DESCER”**, sobre ou junto aos botões de inspeção; e
- d) um sinal de advertência ou um aviso contra perigos na balaustrada.

15.4 Espaços da maquinaria e polias

15.4.1 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 – FECHER O ALÇAPÃO”

15.4.2 Devem ser providos avisos para permitir fácil identificação dos interruptores principais e os interruptores de iluminação.

Se, depois de desligar o interruptor principal, algumas partes permanecerem ativas (interligação entre elevadores, iluminação), um aviso deve indicar isso.

15.4.3 No gabinete da maquinaria (ver 6.5.2) ou painel(éis) de emergência ou ensaios (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.

15.4.3.1 O sentido de movimento do carro deve ser claramente indicado na máquina, próximo ao volante de giro manual, ou inserido no próprio volante, se este não for removível.

15.4.3.2 Deve ser indicada sobre ou próximo aos botões de operação elétrica de emergência uma marcação correspondente ao sentido de movimento do carro.

15.4.4 Sobre ou próximo ao interruptor de parada na casa de polias, deve estar indicado o símbolo **“STOP”**, colocado de modo que não haja perigo de engano sobre a posição de parada.

15.4.5 A carga máxima permissível em quilogramas deve estar indicada nos vigamentos ou ganchos de içamento (ver 6.4.10).

15.4.6 A carga máxima permissível, em quilogramas, deve estar indicada na plataforma de trabalho (ver 6.4.5.3).

15.5 Caixa

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 A PESSOAS ESTRANHAS AO SERVIÇO”

15.5.2 Em caso de

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

aviso(s) que forneça(m) as instruções necessárias para operação deve(m) ser fixado(s) em lugar(es) adequado(s) na caixa.

15.6 Limitador de velocidade

Deve ser afixada no limitador de velocidade uma placa de características, indicando:

- a) nome do fabricante do limitador de velocidade;
- b) símbolo do ensaio de tipo e suas referências;
- c) velocidade de desarme para a qual ele foi regulado.

15.7 Poço

Sobre ou junto ao interruptor de parada do poço deve estar o símbolo “**STOP**”, colocado de modo que não haja perigo de engano sobre a posição de parada.

15.8 Para-choques

Sobre os para-choques que não forem do tipo de acumulação de energia, deve haver uma placa mostrando:

- a) nome do fabricante do para-choque;
- b) símbolo do ensaio de tipo e suas referências.

15.9 Identificação do pavimento

Inscrições ou sinalizações suficientemente visíveis devem permitir às pessoas dentro da cabina saber em qual pavimento o elevador parou.

15.10 Identificação elétrica

Contactores, relés, fusíveis e bornes de ligação dos circuitos dentro dos painéis de controle devem ser marcados de acordo com o esquema elétrico. No caso do uso de conectores de vários condutores, somente o conector (e não os condutores) necessita ser marcado.

As especificações necessárias de valor e tipo dos fusíveis devem ser marcadas nos fusíveis.

ABNT NBR 16042:2012**15.11 Chave de destravamento das portas de pavimento**

A chave de destravamento deve ter uma etiqueta presa nela chamando a atenção para o perigo da utilização desta chave e a necessidade de se assegurar do travamento da porta depois que ela tiver sido fechada.

15.12 Dispositivo de alarme

A campainha ou o dispositivo ativado durante a chamada de socorro na cabina deve ser claramente identificado como

“ALARME DO ELEVADOR”

No caso da instalação incluir vários elevadores, deve ser possível identificar o carro que fez o pedido de socorro.

15.13 Dispositivos de travamento

Deve ser afixada nos dispositivos de travamento uma placa indicando:

- a) nome do fabricante do dispositivo de travamento;
- b) símbolo do ensaio de tipo e suas referências.

15.14 Freios de segurança

Deve ser afixada no freio de segurança uma placa indicando:

- a) nome do fabricante do freio de segurança;
- b) símbolo do ensaio de tipo e suas referências.

15.15 Grupo de elevadores

Se partes de diferentes elevadores estiverem 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.

15.16 Proteção contra sobrevelocidade do carro ascendente

Deve ser afixada no dispositivo de proteção contra sobrevelocidade do carro ascendente uma placa indicando:

- a) nome do fabricante do dispositivo de proteção contra sobrevelocidade;
- b) símbolo do ensaio de tipo e suas referências;
- c) velocidade real de desarme para a qual foi regulado.

16 Inspeções, ensaios, registro e manutenção

16.1 Inspeções e ensaios

16.1.1 O dossiê técnico a ser fornecido, se solicitado, para autorização preliminar, deve conter as informações necessárias para assegurar que os componentes estão corretamente calculados e o projeto da instalação está de acordo com esta Norma.

Esta verificação pode somente referir-se a itens, ou parte deles, que devem fazer parte das inspeções ou ensaios antes de colocar o elevador em serviço.

NOTA O Anexo C serve como base para aqueles que desejam ou precisam fazer um estudo de uma instalação antes que ela seja colocada em serviço.

16.1.2 Antes de entrar em serviço, os elevadores devem ser inspecionados e ensaiados, atendendo ao Anexo D, por uma pessoa ou órgão qualificado.

NOTA Pode ser solicitada toda ou parte das informações técnicas e cálculos que constam no Anexo C aos elevadores que não tiverem sido objeto de uma solicitação prévia.

16.1.3 Se solicitada, deve ser fornecida uma cópia de cada certificado de ensaio de tipo, para:

- a) dispositivos de travamento;
- b) portas de pavimento;
- c) freios de segurança;
- d) limitadores de velocidade;
- e) proteção para sobrevelocidade do carro ascendente;
- f) para-choques de dissipação de energia, para-choques do tipo acumulação de energia com movimento de retorno amortecido e para-choques do tipo de acumulação de energia com características não lineares;
- g) circuitos de segurança contendo componentes eletrônicos.

16.2 Registro

As características básicas do elevador devem ser anotadas e arquivadas, o mais tardar, quando da entrada da instalação em serviço. Este registro deve conter o seguinte:

- a) uma seção técnica informando:
 - 1) a data em que o elevador foi colocado em serviço;
 - 2) as características básicas do elevador;
 - 3) as características dos meios de suspensão;
 - 4) as características daquelas partes para o qual foi pedido certificado de ensaio de tipo (16.1.3);
 - 5) os desenhos da instalação no edifício;

ABNT NBR 16042:2012

6) os diagramas esquemáticos de circuito elétrico (usando símbolos IEC) , que podem ser limitados aos circuitos para compreensão geral das necessidades de segurança. Os símbolos devem ser explicados por meio de uma nomenclatura;

b) Uma seção para a guarda de cópias datadas dos relatórios de inspeções e ensaios.

Este registro ou arquivo deve ser mantido atualizado nos casos de:

- 1) modificações relevantes no elevador (Anexo E);
- 2) troca de meios de suspensão ou partes importantes;
- 3) acidentes.

NOTA Convém que este registro ou arquivo esteja disponível para os encarregados da manutenção e para a pessoa ou organismo responsável pelas inspeções e ensaios.

16.3 Informação do fabricante/instalador

O vendedor deve prover um manual de instruções.

16.3.1 Informação para uso normal

O manual de instruções deve conter as informações necessárias sobre o uso normal e operação de resgate do elevador, especialmente as 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);
- 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.

16.3.2 Informação para manutenção

O manual de instruções deve informar:

- a) a manutenção necessária do elevador e seus componentes para seu correto funcionamento (ver 0.3.2);
- b) as instruções para uma manutenção segura.

16.3.3 Inspeções e ensaios

O manual de instruções deve informar o descrito em 16.3.3.1 e 16.3.3.2.

16.3.3.1 Inspeções periódicas

Inspeções e ensaios periódicos nos elevadores devem ser realizados após eles terem sido colocados em serviço, para verificar se estão em boas condições. Convém que essas inspeções e ensaios periódicos sejam realizados conforme Anexo E.

16.3.3.2 Inspeções depois de modificações relevantes ou depois de um acidente

Inspeções e ensaios devem ser realizados depois de modificações relevantes ou depois de um acidente, para assegurar que o elevador continue em conformidade com esta Norma. Convém que essas inspeções e ensaios periódicos sejam realizados conforme Anexo E.



Anexo A (normativo)

Lista dos dispositivos elétricos de segurança

Tabela A.1 – Lista dos dispositivos elétricos de segurança

Subseção	Dispositivos verificados
5.2.2.2.2	Controle da posição de fechada e travada da porta de inspeção e de emergência e alçapões de inspeção
5.7.2.4 a)	Controle do dispositivo de parada no poço
6.4.3.1 b)	Controle da posição inativa do dispositivo mecânico de travamento do carro
6.4.3.3 e)	Controle da posição fechada e travada 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 e travada da porta de acesso
6.4.7.2 e)	Controle da posição fechada e travada 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
8.9.2	Controle da posição fechada da porta da cabina
8.11	Controle de porta de cabina travada
8.12.4.2	Controle de porta de emergência lateral da cabina e alçapão do teto da cabina travados
8.15 b)	Controle do dispositivo de parada no topo do carro
9.4.4	Controle de alongamento anormal dos meios de suspensão
9.5.1 e)	Controle da tensão dos cabos de compensação
9.5.2	Controle da trava antipulo da polia de compensação

Tabela A.1 (continuação)

Subseção	Dispositivos verificados
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
9.9.5	Controle do meio de proteção contra sobrevelocidade do carro ascendente
10.4.3.4	Controle do retorno à posição normal estendida de para-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 para-choques de percurso reduzido
13.4.2	Controle de contactor de alimentação principal
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 e)	Dispositivo de parada na máquina do elevador
14.2.2.1 f)	Dispositivo de parada no(s) painel(éis) de emergência e ensaios

Anexo B (normativo)

Triângulo de destravamento

Dimensões em milímetros

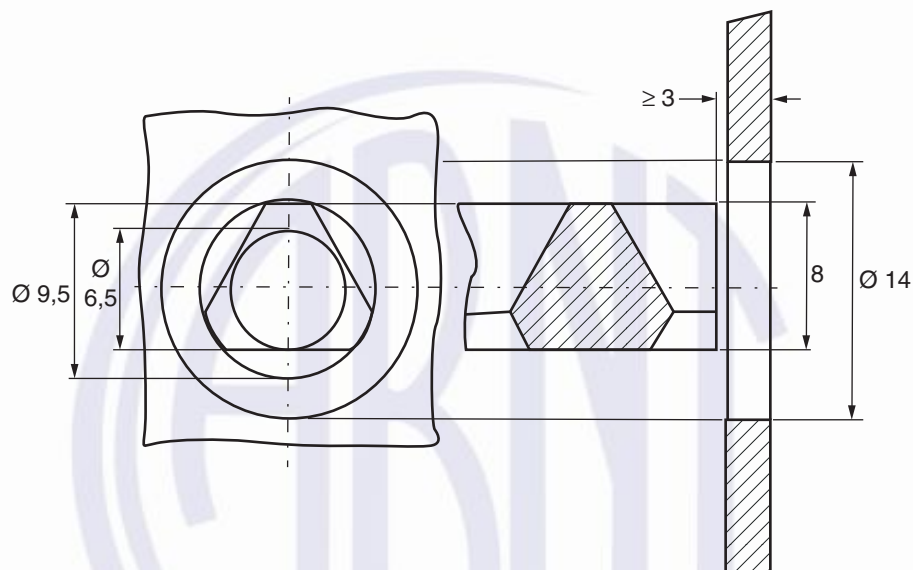


Figura B.1 – Triângulo de destravamento (7.7.3.2)

Anexo C (informativo)

Dossiê técnico

C.1 Introdução

O dossiê técnico a ser submetido junto com o requerimento para a autorização preliminar convém que compreenda toda ou parte da informação e os documentos listados em C.2 a C.5 e os que forem solicitados pelo órgão competente.

C.2 Generalidades

- a) nomes e endereços do instalador do elevador e do proprietário e/ou administrador;
- b) endereço do local da instalação;
- c) tipo de equipamento, carga nominal, velocidade nominal e número de passageiros;
- d) percurso do elevador e número de pavimentos servidos;
- e) massa do carro e do contrapeso;
- f) meios de acesso ao espaço da maquinaria e espaço de polias.

C.3 Detalhes técnicos e desenhos

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 convém que contenham as particularidades necessárias para verificar a conformidade com esta Norma, como:

- a) folgas no topo da caixa e no poço (ver 5.7.1, 5.7.2.3);
- b) quaisquer espaços acessíveis que possam existir abaixo da caixa (ver 5.5);
- c) acesso ao poço (ver 5.7.2.2);
- d) protetores entre elevadores, se existir mais de um elevador na mesma caixa (ver 5.6);
- 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 da polia motriz. Aberturas para ventilação. Cargas de reação no edifício e no piso do poço;
- g) acesso aos espaços da maquinaria (6.2);

ABNT NBR 16042:2012

- 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) acesso aos espaços de polias (6.2);
- k) arranjo e dimensões principais das portas de pavimento (7.3). 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 (5.2.2);
- m) dimensões da cabina e de suas entradas (8.1 e 8.2);
- n) distância entre soleiras (11.2.2);
- o) distância horizontal entre as portas da cabina e as portas de pavimento fechadas, medida como indicado em 11.2.3;
- p) características principais da suspensão: coeficiente de segurança, meios de suspensão (número, diâmetro ou seção transversal resistente, composição, carga de ruptura), correntes de compensação (tipo, composição, passo e carga de ruptura) e cabos de compensação, quando instalados;
- q) cálculos do coeficiente de segurança (Anexo N);
- r) características principais do cabo do limitador de velocidade e/ou cabo de segurança (diâmetro, composição, carga de ruptura e coeficiente de segurança);
- s) dimensões e cálculo das guias, condições e dimensões das superfícies de atrito (trefilada, laminada ou usinada);
- t) dimensões e cálculo dos para-choques do tipo acumulação de energia, com características lineares.

C.4 Esquemas elétricos

Esquemas elétricos resumidos dos circuitos de potência e dos circuitos conectados com os dispositivos elétricos de segurança.

Esses esquemas elétricos devem ser claros e usar a simbologia da IEC.

C.5 Certificados

Cópias de certificados de ensaio de tipo, se requeridos, para dispositivos de travamento, portas de pavimento, limitador de velocidade, freio de segurança e para-choques (ver 16.1.3).

Se necessário, cópias de certificados de outros componentes (cabos, equipamento à prova de explosão e circuitos de segurança).

Certificado de regulação do freio de segurança de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante do freio de segurança e cálculo da compressão das molas, no caso de freio de segurança progressivo.

Anexo D (normativo)

Inspeções e ensaios antes da colocação do elevador em serviço

Antes que o elevador seja colocado em serviço, devem ser realizadas inspeções e ensaios conforme a seguir:

D.1 Inspeções

As inspeções devem cobrir em particular os seguintes pontos:

- a) se houver uma autorização preliminar, comparação dos documentos submetidos nesta ocasião (Anexo C) com a instalação, conforme tenha sido instalada;
- b) verificação de que todos os requisitos desta Norma foram atendidos;
- c) inspeção visual da aplicação das regras de boa construção dos componentes para os quais esta Norma não tenha requisitos especiais;
- d) comparação dos detalhes fornecidos nos certificados de aprovação com as características do elevador para os elementos para os quais os ensaios de tipo são exigidos.

D.2 Ensaios e verificações

Os ensaios e verificações devem cobrir os seguintes pontos:

- a) dispositivos de travamento (7.7);
- b) dispositivos elétricos de segurança (Anexo A);
- c) elementos de suspensão e suas amarrações: deve ser verificado se suas características são aquelas indicadas nos documentos (16.2a));
- d) sistema de freada (12.4): o ensaio deve ser realizado com o carro em descida, com velocidade nominal, com 125 % da carga nominal e com as alimentações do motor e do freio desligadas;
- e) medição da intensidade de corrente ou da potência e da velocidade (12.6);
- f) fiação elétrica:
 - 1) medição da resistência de isolamento dos diferentes circuitos (13.1.3). Para essa medição, todos os componentes eletrônicos devem ser desconectados;
 - 2) verificação da continuidade elétrica da ligação entre o terminal terra principal dos espaços da maquinaria e as diferentes partes do elevador suscetíveis de serem colocadas acidentalmente sob tensão;
- g) limitadores de percurso final (10.5);

ABNT NBR 16042:2012**h) verificação da tração (9.3):**

- 1) a tração deve ser verificada fazendo diversas paradas com as freadas mais severas compatíveis com a instalação. A cada ensaio deve ocorrer a parada completa do carro.

O ensaio deve ser realizado:

- subindo, com a cabina vazia, na parte superior do percurso;
- descendo, com a cabina carregada com 125 % da carga nominal, na parte baixa do percurso;

- 2) deve ser verificado que a cabina vazia não se desloca para cima, quando o contrapeso se apoia em seus para-choques totalmente comprimidos;
- 3) deve ser verificado que o balanceamento corresponde àquele do fabricante.

Esta verificação pode ser feita por meio de medições de corrente combinada com:

- medições de velocidade para motores de corrente alternada;
- medições de tensão para motores de corrente contínua;

i) limitador de velocidade:

- 1) a velocidade de desarme do limitador de velocidade deve ser verificada no sentido descendente do carro (9.8.1 e 9.8.2) ou do contrapeso (9.8.3);
- 2) a operação de controle de parada estabelecida em 9.8.11.1 e 9.8.11.2 deve ser verificada em ambos os sentidos de movimento;

j) freio de segurança do carro (9.7);

A energia que o freio de segurança é capaz de absorver no instante de atuação já foi verificada de acordo com F.3. O motivo de ensaiar antes de o elevador entrar em serviço é para verificar a correta montagem, a correta regulagem e a robustez do conjunto carro, freio de segurança, guias e suas fixações ao edifício.

O ensaio deve ser feito com o carro descendente, com a carga requerida uniformemente distribuída sobre a área da cabina, freio aberto, máquina acionando até que os cabos escorreguem ou tornem-se frouxos nas seguintes condições:

- 1) se o freio de segurança for do tipo instantâneo ou instantâneo com efeito amortecido, a cabina deve ser carregada com a carga nominal e viajar à velocidade nominal;
- 2) se o freio de segurança for do tipo progressivo, a cabina deve ser carregada com 125 % da carga nominal e viajar à velocidade nominal ou menor.

Quando o ensaio for feito com velocidade menor que a nominal, o fabricante deve prover curvas para ilustrar o comportamento do tipo de freio de segurança progressivo ensaiado dinamicamente com os meios de suspensão atuando.

Depois do ensaio, deve ser comprovado que não ocorreu avaria alguma que possa afetar o uso normal do elevador. Se for necessário, os elementos de atrito devem ser substituídos. Uma inspeção visual é considerada suficiente;

NOTA Para facilitar a rearmagem do freio de segurança, é recomendável que o ensaio seja realizado defronte à porta, de modo a facilitar o descarregamento da cabina.

k) freio de segurança do contrapeso (9.7):

A energia que o freio de segurança é capaz de absorver no momento da atuação já foi verificada de acordo com F.3. O motivo de ensaiar antes de o elevador entrar em serviço é para verificar a correta montagem, a correta regulagem e a robustez do conjunto contrapeso, freio de segurança, guias e suas fixações ao edifício.

O ensaio deve ser feito com o contrapeso descendente, freio aberto, máquina acionando até que os cabos escorreguem ou tornem-se frouxos nas seguintes condições:

- 1) se o freio de segurança for do tipo instantâneo ou instantâneo com efeito amortecido, atuado por limitador de velocidade, o ensaio deve ser feito à velocidade nominal e com a cabina vazia;
- 2) se o freio de segurança for do tipo progressivo, o ensaio deve ser realizado à velocidade nominal ou menor e com a cabina vazia.

Quando o ensaio é feito com velocidade menor que a nominal, o fabricante deve prover curvas para ilustrar o comportamento do tipo de freio de segurança progressivo ensaiado sob aplicação do contrapeso quando dinamicamente ensaiado com os meios de suspensão atuando.

Depois do ensaio, deve ser constatado que não ocorreu avaria alguma que possa prejudicar o uso normal do elevador. Se for necessário, os elementos de atrito devem ser substituídos. Uma verificação visual é considerada suficiente;

l) para-choques (10.3 e 10.4);

- 1) se o para-choques for do tipo de acumulação de energia, o ensaio deve ser realizado do seguinte modo: o carro com a sua carga nominal deve assentar-se sobre os para-choques, os meios de suspensão devem ser tornados frouxos e a compressão deve ser verificada para ver se corresponde àquela indicada no dossiê técnico, de acordo com C.3, e aos meios para identificar os para-choques, de acordo com C.5;
- 2) se o para-choques for do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido ou do tipo de dissipação de energia, o ensaio deve ser realizado do seguinte modo: o carro com a sua carga nominal ou o contrapeso deve ser colocado em contato com os para-choques à velocidade nominal ou à velocidade para a qual o percurso dos para-choques foi calculado, no caso de uso de para-choques de percurso reduzido com verificação do retardamento (10.4.3.2).

Depois do ensaio, deve ser constatado que não ocorreu avaria alguma que possa prejudicar o uso normal do elevador. Uma verificação visual é considerada suficiente;

m) dispositivo de alarme (14.2.3): ensaio funcional;

n) meios de proteção contra a sobrevelocidade ascendente (9.10): o ensaio deve ser feito enquanto a cabina vazia estiver subindo a uma velocidade não inferior à velocidade nominal, usando apenas este dispositivo para a freada;

o) ensaios funcionais dos seguintes dispositivos, se disponíveis:

- dispositivo mecânico de prevenção de movimentação da cabina (6.4.3.1);

ABNT NBR 16042:2012

- dispositivo mecânico de parada da cabina (6.4.4.1);
- 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).

Atenção especial deve ser dada aos freios de segurança usados como dispositivo mecânico, por exemplo, quando acionados na velocidade de operação de emergência e com a cabina vazia.



Anexo E

(informativo)

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

E.1 Inspeções e ensaios periódicos

Convém que inspeções e ensaios periódicos não sejam mais exigentes que aqueles requeridos antes do elevador entrar em serviço pela primeira vez.

Recomenda-se que estes ensaios periódicos, através de sua repetição, não causem excessivo desgaste ou imponham tensões que possam diminuir a segurança do elevador. Em particular, este é o caso de ensaio de componentes como o freio de segurança e para-choque. Se forem feitos ensaios nesses elementos, eles devem ser realizados com a cabina vazia e velocidade reduzida. A capacidade desses elementos foi verificada durante os ensaios de tipo. Além disso, sua montagem correta e operação foram verificadas nos ensaios feitos antes da entrada do elevador em serviço.

A pessoa indicada para fazer o ensaio periódico deve assegurar-se de que esses componentes (que não operam no serviço normal) estejam sempre em condições operacionais.

Convém que uma cópia duplicata do relatório seja anexada ao registro ou arquivo conforme 16.2.

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

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

Em particular, as seguintes modificações são importantes:

a) mudança de:

- 1) velocidade nominal;
- 2) carga nominal;
- 3) massa do carro;
- 4) percurso;

b) mudança ou substituição de:

- 1) tipo de dispositivo de travamento (a substituição de um dispositivo de travamento por um do mesmo tipo não é considerada uma modificação importante);
- 2) sistema de controle;

ABNT NBR 16042:2012

- 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 motriz;
- 6) limitador de velocidade;
- 7) meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente;
- 8) para-choques;
- 9) freio de segurança;
- 10) dispositivo mecânico para impedir o movimento do carro (6.4.3.1);
- 11) dispositivo mecânico de parada do carro (6.4.4.1);
- 12) plataforma (6.4.5);
- 13) dispositivos mecânicos de travamento do carro ou batentes móveis (6.4.5.2);
- 14) dispositivos de operação de emergência e 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 é responsável por decidir sobre a conveniência da execução de ensaios ou sobre os componentes modificados ou substituídos.

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

Anexo F

(normativo)

Componentes de segurança – Procedimentos para ensaios de tipo

F.1 Introdução

F.1.1 Generalidades

F.1.1.1 Para os efeitos desta Norma, foi levado em conta que o laboratório realiza o ensaio e a certificação como um órgão aprovado. Um órgão aprovado pode ser aquele de um fabricante, funcionando em um sistema aprovado de qualidade total assegurada. Em certos casos, o laboratório de ensaio e o órgão de aprovação para a publicação dos certificados de ensaio de tipo podem ser separados. Nesses casos, os procedimentos administrativos podem diferir daqueles descritos neste Anexo.

F.1.1.2 A solicitação para o ensaio de tipo deve ser feita pelo fabricante do componente ou o seu representante autorizado e deve ser endereçada para um dos laboratórios de ensaio aprovados.

NOTA O laboratório pode solicitar informações suplementares, que podem ser necessárias para os exames e ensaios.

F.1.1.3 O envio das amostras a serem inspecionadas deve ser feito mediante acordo entre o laboratório e o solicitante.

F.1.1.4 O solicitante pode assistir aos ensaios.

F.1.1.5 Se o laboratório encarregado dos ensaios completos de um dos componentes que requer o fornecimento de certificado de ensaio de tipo não dispuser de meios adequados para certas inspeções ou ensaios, ele pode, sob sua responsabilidade, encarregar outros laboratórios de executá-los.

F.1.1.6 A precisão dos instrumentos deve permitir, salvo especificação particular, que as medições sejam feitas com as seguintes tolerâncias:

- a) $\pm 1 \%$ para massas, forças, distâncias e velocidades;
- b) $\pm 2 \%$ para acelerações e retardamentos;
- c) $\pm 5 \%$ para tensões e correntes;
- d) $\pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ para temperaturas.

O equipamento registrador deve ser capaz de detectar sinais que variam no tempo de 0,01 s.

F.1.2 Modelo de certificado para ensaio de tipo

O certificado para ensaio de tipo deve conter as seguintes informações (ver modelo de certificado para ensaio de tipo).

ABNT NBR 16042:2012

MODELO DE CERTIFICADO PARA ENSAIO DE TIPO

Nome do órgão certificado _____

Ensaio de tipo de _____

Número do ensaio de tipo _____

Categoria, tipo e marca ou nome comercial _____

Nome e endereço do fabricante _____

Nome e endereço do portador do certificado de ensaio de tipo _____

Data da solicitação de ensaio de tipo _____

Certificado emitido com base nos seguintes requisitos _____

Laboratório de ensaios _____

Data e número de relatório do laboratório _____

Data do ensaio de tipo _____

Os seguintes documentos, com o número de ensaio de tipo acima, são anexados a este certificado

Qualquer informação
adicional _____

Local _____

Data _____

Assinatura _____

F.2 Dispositivos de travamento das portas de pavimento

F.2.1 Generalidades

F.2.1.1 Campo de aplicação

Esses procedimentos são aplicáveis aos dispositivos de travamento das portas de pavimento de elevadores. A aceitação é que cada componente que participa do travamento das portas de pavimento e da confirmação do travamento faz parte do dispositivo de travamento.

F.2.1.2 Objetivo e extensão do ensaio

O dispositivo de travamento deve ser submetido a um procedimento de ensaio para verificar se tanto a sua construção quanto a sua operação atendem aos requisitos desta Norma.

Em particular, deve ser verificado se os componentes mecânicos e elétricos do dispositivo possuem dimensões adequadas e se, com o passar do tempo, o dispositivo não perde a sua eficiência, particularmente com referência ao desgaste.

Se o dispositivo de travamento tiver que satisfazer um requisito particular (construção à prova d'água, à prova de pó, à prova de explosão), o solicitante deve especificá-lo para que sejam realizados ensaios suplementares sob critérios apropriados.

F.2.1.3 Documentos a serem apresentados

Os seguintes documentos devem ser anexados à solicitação para o ensaio de tipo.

F.2.1.3.1 Desenho geral esquemático de conjunto com a descrição do funcionamento

Este desenho deve mostrar claramente todos os detalhes relacionados à operação e à segurança do dispositivo de travamento, incluindo:

- a) a operação do dispositivo no serviço normal, mostrando o engate efetivo dos elementos de travamento e o ponto no qual opera o dispositivo elétrico de segurança;
- b) a operação do dispositivo para a verificação mecânica da posição de travamento, se tal dispositivo existir;
- c) o controle e a operação do dispositivo de destravamento de emergência;
- d) o tipo (C.A. e/ou C.C.) e os valores da tensão e corrente nominais.

F.2.1.3.2 Desenho de conjunto com legenda

Este desenho deve mostrar todas as partes que são importantes para a operação do dispositivo de travamento, em particular aquelas necessárias para atender aos requisitos desta Norma. Uma legenda deve indicar a lista das principais partes, o tipo de material usado e as características dos elementos de fixação.

F.2.1.4 Amostras de ensaio

Devem ser fornecidas ao laboratório pelo menos duas amostras do dispositivo de travamento. Uma para ensaio e a outra para ficar no laboratório para permitir possíveis comparações posteriores.

Se o ensaio for feito em um protótipo, ele deve ser repetido mais tarde com uma peça de produção.

ABNT NBR 16042:2012

Se o ensaio de um dispositivo de travamento somente for possível quando o dispositivo estiver montado na porta correspondente (por exemplo, portas corrediças com várias folhas), o dispositivo deve ser montado em uma porta completa em condições de trabalho. Contudo, as dimensões da porta podem ser reduzidas em relação à peça de produção, desde que isso não altere os resultados do ensaio.

F.2.2 Inspeções e ensaios**F.2.2.1 Inspeção da operação**

Esta inspeção serve para verificar se os componentes mecânicos e elétricos do dispositivo de travamento estão operando corretamente com relação à segurança e em conformidade com os requisitos desta Norma, e se o dispositivo está conforme com as particularidades constantes da solicitação.

Em especial, deve ser verificado se:

- a) o engate dos elementos de travamento é de pelo menos 7 mm, antes que o dispositivo elétrico de segurança atue (ver 7.7.3.1.1);
- b) a partir de posições normalmente acessíveis por pessoas, não é possível operar o elevador com a porta aberta ou destravada, depois de uma ação simples, não fazendo parte da operação normal do elevador (ver 7.7.5.1).

F.2.2.2 Ensaios mecânicos

Estes ensaios servem para verificar a resistência mecânica dos componentes da trava e os componentes elétricos.

A amostra do dispositivo de travamento em sua posição normal de operação é controlada por meio dos dispositivos normalmente usados para operá-lo.

A amostra deve ser lubrificada de acordo com os requisitos do fabricante do dispositivo de travamento.

Quando houver várias possibilidades de controle e várias posições de operação, os ensaios de fadiga devem ser feitos para o caso mais desfavorável sob o ponto de vista das forças sobre os componentes.

O número de ciclos completos de operação e o percurso dos componentes de travamento devem ser registrados por contadores mecânicos ou elétricos.

F.2.2.2.1 Ensaios de durabilidade

F.2.2.2.1.1 O dispositivo de travamento deve ser submetido a 1 000 000 de ciclos completos ($\pm 1\%$) (um ciclo corresponde a um movimento de ida e volta sobre todo o percurso possível, em ambos os sentidos).

O acionamento do dispositivo deve ser suave, sem choques e a uma razão de 60 ciclos por minuto ($\pm 10\%$).

Durante o ensaio de durabilidade, o contato elétrico da trava deve fechar o circuito resistivo sob tensão nominal e a um valor da corrente igual ao dobro da corrente nominal.

F.2.2.2.1.2 Se o dispositivo de travamento for provido de um dispositivo de verificação mecânica para o pino de travamento ou de posição do elemento de travamento, este dispositivo deve ser submetido a um ensaio de durabilidade de 100 000 ciclos ($\pm 1\%$).

O acionamento do dispositivo deve ser suave, sem choques e a uma razão de 60 ciclos por minuto ($\pm 10\%$).

F.2.2.2.2 Ensaio estático

Deve ser realizado um ensaio com o dispositivo de travamento na posição travada, consistindo na aplicação de uma força estática por cerca de 300 s aumentando progressivamente até o valor de 1 000 N. Esta força deve ser aplicada no sentido de abertura, em uma posição correspondente à aplicada por um usuário tentando abrir a porta.

F.2.2.2.3 Ensaio dinâmico

O dispositivo de travamento, na posição travada, deve ser submetido a um ensaio de choque no sentido de abertura da porta.

O choque deve corresponder a um impacto de uma massa rígida de 4 kg em queda livre de uma altura de 0,50 m.

F.2.2.3 Critérios para os ensaios mecânicos

Depois do ensaio de durabilidade (ver F.2.2.2.1), o ensaio estático (ver F.2.2.2.2) e o ensaio dinâmico (ver F.2.2.2.3) não podem apresentar desgaste, deformação ou ruptura prejudicial à segurança.

F.2.2.4 Ensaios elétricos

F.2.2.4.1 Ensaio de durabilidade dos contatos

Este ensaio está incluído no ensaio de durabilidade previsto em F.2.2.2.1.

F.2.2.4.2 Ensaio de poder de ruptura

Este ensaio deve ser realizado após o ensaio de fadiga. Deve ser verificado se a capacidade de abrir um circuito ativo é suficiente. O ensaio deve ser feito em conformidade com os procedimentos das EN 60947-4-1 e EN 60947-5-1. Os valores da corrente e da tensão nominais, servindo como base para os ensaios, devem ser aqueles indicados pelo fabricante do dispositivo.

Se não houver nada especificado, os valores nominais devem ser os seguintes:

- a) corrente alternada 220 V, 2 A;
- b) corrente contínua 180 V, 2 A.

Salvo indicação em contrário, a capacidade de abrir um circuito deve ser inspecionada para ambas as condições C.A. e C.C.

Os ensaios devem ser realizados com o dispositivo de travamento em posição de trabalho. Se várias posições forem possíveis, o ensaio deve ser feito na posição mais desfavorável.

A amostra ensaiada deve ser provida de coberturas e fiação elétrica como usadas no serviço normal.

F.2.2.4.2.1 Dispositivos de travamento de C.A. devem abrir e fechar 50 vezes, em velocidade normal, e em intervalos de 5 s a 10 s, um circuito elétrico sob uma tensão igual a 110 % da tensão nominal. O contato deve permanecer fechado por pelo menos 0,5 s.

ABNT NBR 16042:2012

O circuito deve ter em série uma indutância e uma resistência. Seu fator de potência deve ser $0,70 \pm 0,05$ e a corrente de ensaio deve ser 11 vezes maior que a corrente nominal indicada pelo fabricante do dispositivo.

F.2.2.4.2.2 Dispositivos de travamento de C.C. devem abrir e fechar 20 vezes, em velocidade normal, e a intervalos de 5 s a 10 s, um circuito elétrico sob uma tensão igual a 110 % da tensão nominal. O contato deve permanecer fechado por pelo menos 0,5 s.

O circuito deve ter em série uma indutância e uma resistência com valores tais que a corrente atinja 95 % do valor constante da corrente de ensaio em 300 ms.

A corrente do ensaio deve ser 110 % da corrente nominal indicada pelo fabricante do dispositivo.

F.2.2.4.2.3 Os ensaios são considerados satisfatórios se não forem produzidas fugas ou arcos e se não ocorrer deterioração alguma que possa prejudicar a segurança.

F.2.2.4.3 Ensaio de resistência das correntes de fuga

Este ensaio deve ser feito em conformidade com o procedimento da CENELEC HD 214 S2. Os eletrodos devem ser ligados a uma fonte que proporcione uma tensão de C.A. senoidal de 175 V, 50 Hz ou 60 Hz.

F.2.2.4.4 Verificação das linhas de fuga e das distâncias entre os contatos

As linhas de fuga e as folgas dos contatos elétricos devem estar de acordo com 14.1.2.2.3.

F.2.2.4.5 Verificação dos requisitos adequados aos contatos de segurança e sua acessibilidade (14.1.2.2)

Esta verificação deve ser feita tendo em vista a posição de montagem e o leiaute do dispositivo de travamento, conforme o caso.

F.2.3 Ensaios particulares para certos tipos de dispositivos de travamento

O seguinte se aplica a dispositivos de travamento para portas do tipo corrediça horizontal com várias folhas.

Os dispositivos que servem de ligação mecânica direta, de acordo com 7.7.6.1, ou ligação mecânica indireta, de acordo com 7.7.6.2, são considerados parte do dispositivo de travamento.

Esses dispositivos devem estar sujeitos, de uma forma razoável, aos ensaios mencionados em F.2.2. O número de ciclos por minuto no ensaio de durabilidade deve ser adaptado às dimensões da construção.

F.2.4 Certificado de ensaio de tipo

F.2.4.1 O certificado deve ser feito em três vias:

- a) duas cópias para o solicitante;
- b) uma cópia para o laboratório.

F.2.4.2 O certificado deve indicar:

- a) as informações conforme F.1.2;

- b) o tipo e a utilização do dispositivo de travamento;
- c) o tipo de corrente (C.A. e/ou C.C.) e os valores da tensão e corrente nominais.

F.3 Freio de segurança

F.3.1 Disposições gerais

O solicitante deve estabelecer o campo de aplicação previsto, isto é:

- a) massa total mínima e máxima;
- b) velocidade nominal máxima e a velocidade de desarme máxima.

Informação detalhada deve ser provida sobre os materiais usados, o tipo de guias e a condição de sua superfície (trefiladas, fresadas, usinadas) conforme ABNT NBR NM 196.

Os seguintes documentos devem ser anexados à solicitação:

- a) desenho de conjunto e de detalhes mostrando a construção, operação, materiais usados, as dimensões e tolerâncias dos componentes da construção;
- b) no caso de freio de segurança progressivo, também o diagrama de carga relacionado às partes elásticas.

F.3.2 Freio de segurança instantâneo

F.3.2.1 Amostras de ensaios

Devem ser submetidos ao laboratório dois conjuntos de garras com cunhas ou grampos e dois lances de guias.

O arranjo e os detalhes de fixação para as amostras devem ser determinados pelo laboratório, em conformidade com o equipamento que as utiliza.

Se um mesmo conjunto de garras puder ser usado com diferentes tipos de guias, um novo ensaio não é necessário se a espessura das guias, a largura da garra necessária para o freio de segurança e a condição da superfície (trefilada, fresada, usinada) forem as mesmas.

F.3.2.2 Ensaio

F.3.2.2.1 Método de ensaio

O ensaio deve ser feito com uma prensa ou dispositivo similar que movimente sem mudança brusca de velocidade. Devem ser feitas as medições da:

- distância percorrida como função da força;
- deformação do bloco do freio de segurança como função da força ou como função da distância percorrida.

ABNT NBR 16042:2012**F.3.2.2.2 Procedimento de ensaio**

A guia deve ser movida através do freio de segurança.

Devem ser traçadas marcas de referência no bloco para que sirvam de referências para determinar sua deformação.

A distância percorrida deve ser anotada em função da força.

Depois do ensaio:

- a) a dureza do bloco e dos elementos de agarre deve ser comparada com os valores originais fornecidos pelo solicitante. Outras análises podem ser realizadas em casos especiais;
- b) se não houver fratura, deformação e outras mudanças devem ser inspecionadas (por exemplo, trincas, deformações ou desgaste de garras, aparência de superfícies de escorregamento);
- c) se necessário, devem ser tiradas fotografias do bloco, dos elementos de agarre e das guias, para comprovar deformações ou fraturas.

F.3.2.3 Documentos

F.3.2.3.1 Devem ser traçados dois gráficos:

- a) o primeiro deve mostrar a distância percorrida em função da força;
- b) o outro deve mostrar a deformação do bloco. Ele deve ser feito de modo que possa ser relacionado ao primeiro gráfico.

F.3.2.3.2 A capacidade do freio de segurança deve ser estabelecida por meio de integração da área do gráfico força-distância.

A área do gráfico a ser considerada deve ser:

- a) a área total, se não ocorrer deformação permanente; ou
- b) ocorrendo deformação permanente ou ruptura:
 - 1) a área até o valor no qual o limite elástico tenha sido atingido; ou
 - 2) a área até o valor correspondente à força máxima.

F.3.2.4 Determinação da massa admissível**F.3.2.4.1 Energia absorvida pelo freio de segurança**

A distância de queda livre, calculada com referência à velocidade de desarme máxima do limitador de velocidade fixada em 9.8.1, deve ser adotada.

A distância de queda livre em metros deve ser:

$$h = \frac{v_1^2}{2 \cdot g_n} + 0,10 + 0,03$$

onde

v_1 é a velocidade de desarme do limitador de velocidade, expressa em metros por segundo (m/s);

g_n é a aceleração-padrão da gravidade, expressa em metros por segundo ao quadrado (m/s^2);

0,10 m corresponde à distância percorrida durante o tempo de resposta;

0,03 m corresponde ao percurso durante o consumo da folga entre os elementos de agarre e as guias.

A energia total que o freio de segurança é capaz de absorver é:

$$2K = (P + Q)_1 \cdot g_n \cdot h$$

Logo:

$$(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K}{g_n \cdot h}$$

onde

$(P + Q)_1$ é a massa total admissível, expressa em quilogramas (kg);

P é a massa do carro vazio e os componentes suportados pelo carro, por exemplo, parte do cabo de comando, cabos/correntes de compensação (se existentes) etc., expressa em quilogramas (kg);

Q é a carga nominal, expressa em quilogramas (kg);

K, K_1, K_2 é a energia absorvida por um bloco de freio de segurança, expressa em joules (J) (calculada de acordo com o gráfico).

F.3.2.4.2 Massa admissível

- a) se o limite elástico não tiver sido atingido, K é calculada por integração da área definida em F.3.2.3.2 a) e é adotado um coeficiente de segurança 2 e obtém-se a massa total admissível em quilogramas (kg) por:

$$(P + Q)_1 = \frac{K}{g_n \cdot h}$$

- b) se o limite elástico tiver sido atingido, devem ser feitos dois cálculos, tomando-se aquele que seja mais favorável ao solicitante.

- 1) K_1 é calculada por meio de integração da área definida em F.3.2.3.2 b) 1) e é adotado um coeficiente de segurança 2 e obtém-se a massa total admissível em quilogramas (kg) por:

$$(P + Q)_1 = \frac{K_1}{g_n \cdot h}$$

- 2) K_2 é calculada por integração da área definida em F.3.2.3.2 b) 2) e é adotado um coeficiente de segurança 3,5 e obtém-se a massa total admissível em quilogramas (kg) por:

$$(P + Q)_1 = \frac{2 \cdot K_2}{3,5 \cdot g_n \cdot h}$$

ABNT NBR 16042:2012**F.3.2.5 Verificação da deformação do bloco e da guia**

Se uma deformação muito grande dos elementos de agarre do bloco ou das guias causar dificuldade no desprendimento do freio de segurança, a massa admissível deve ser reduzida.

F.3.3 Freio de segurança progressivo**F.3.3.1 Especificação e amostra de ensaio**

F.3.3.1.1 O solicitante deve estabelecer para qual massa, em quilogramas (kg), e velocidade de desarme, em metros por segundo (m/s) do limitador de velocidade deve ser realizado o ensaio. Se o freio de segurança for certificado para várias massas, o solicitante deve especificá-las e também indicar se a regulação é por etapas ou contínua.

NOTA Convém que o solicitante escolha a massa suspensa, em quilogramas (kg), dividindo a força de freada esperada, em newtons (N), por 16, tendo em vista um retardamento médio de $0,6 g_n$.

F.3.3.1.2 Deve ser colocado à disposição do laboratório um conjunto completo do freio de segurança, montado numa travessa de dimensões fixadas pelo laboratório. Devem também estar à disposição do laboratório o número de unidades de sapatas e os comprimentos de guia especificados pelo laboratório para o tipo de guia usado, necessários para todos os ensaios.

F.3.3.2 Ensaio**F.3.3.2.1 Método de ensaio**

O ensaio deve ser realizado em queda livre. Devem ser feitas medições diretas ou indiretas:

- a) da altura total da queda;
- b) da distância de freada nas guias;
- c) do comprimento do deslize do cabo do limitador de velocidade ou do dispositivo usado em seu lugar;
- d) do percurso total dos elementos que compõem a mola.

As medições a) e b) devem ser registradas em função do tempo.

O seguinte deve ser determinado:

- 1) a força de freada média;
- 2) a força de freada máxima instantânea;
- 3) a força de freada mínima instantânea.

F.3.3.2.2 Procedimentos do ensaio**F.3.3.2.2.1 Freio de segurança certificado para uma massa total única**

O laboratório deve realizar quatro ensaios com a massa $(P + Q)_1$. Entre cada ensaio, deve ser permitido que as peças de fricção retornem à sua temperatura normal.

Durante os ensaios, podem ser usados vários jogos de peças de fricção. Contudo, um jogo deve ser capaz de suportar:

- a) três ensaios, se a velocidade nominal não exceder 4 m/s;
- b) dois ensaios, se a velocidade nominal exceder 4 m/s.

A altura de queda livre deve ser calculada para corresponder à velocidade de desarme máxima do limitador de velocidade para a qual o freio de segurança deve ser usado.

A atuação do freio de segurança deve ser conseguida por meios que admitam a determinação precisa da velocidade de desarme.

NOTA Pode-se utilizar um sistema que simule apropriadamente o mesmo esforço aplicado sobre o cabo de acionamento pelo limitador de velocidade ligado a este freio de segurança.

F.3.3.2.2 Freio de segurança certificado para diferentes massas

No caso de regulagem por etapas ou contínua, deve ser realizada uma série de ensaios para o máximo valor pedido e uma série para o valor mínimo. O solicitante deve fornecer uma equação ou um gráfico mostrando a variação da força de freada como função de um dado parâmetro.

O laboratório deve verificar por meios apropriados (por exemplo, por uma terceira série de ensaios, para um ponto intermediário) a validade da equação proposta.

F.3.3.2.3 Determinação da força de freada do freio de segurança

F.3.3.2.3.1 Freio de segurança certificado para uma massa única

A força de freada que o freio de segurança é capaz de exercer para uma dada regulagem e tipo de guia é tomada como igual à média das forças de freada médias encontradas durante os ensaios. Cada ensaio deve ser feito em uma seção ainda não utilizada da guia.

Deve-se verificar se os valores médios encontrados durante os ensaios caem dentro da faixa de $\pm 25\%$ em relação ao valor da força de freada definida acima.

NOTA Os ensaios têm demonstrado que o coeficiente de atrito pode ser consideravelmente reduzido se diversos ensaios sucessivos forem feitos em uma mesma área de uma guia usinada. Isso é atribuído a uma modificação das condições da superfície durante as sucessivas atuações do freio de segurança.

É aceito que, em uma instalação, uma atuação não provocada do freio de segurança tem toda a chance de ocorrer em um local não usado.

Se esse não for o caso, é necessário admitir uma força de freada menor até que seja atingida uma porção virgem da superfície da guia, portanto, um deslizamento além do normal.

Esta é uma razão a mais para não admitir uma regulagem que cause um retardamento muito fraco no início.

F.3.3.2.3.2 Freio de segurança para diferentes massas

No caso de regulagem por etapas ou contínua, a força de freada que o freio de segurança é capaz de exercer deve ser calculada como estabelecido em F.3.3.2.3.1 para os valores máximo e mínimo pedidos.

ABNT NBR 16042:2012**F.3.3.2.4 Verificação após os ensaios**

- a) Deve-se comparar a dureza do bloco e a dos elementos de agarre com os valores originais indicados pelo solicitante. Outras análises podem ser feitas em casos especiais.
- b) Devem-se verificar as deformações e modificações (por exemplo, trincas, deformações ou desgaste de garras, aparência de superfícies de escorregamento).
- c) Se necessário, devem-se fotografar o conjunto freio de segurança, os elementos de agarre e as guias para destacar as deformações ou fraturas.

F.3.3.3 Cálculo da massa admissível**F.3.3.3.1 Freio de segurança certificado para uma massa única**

A massa admissível deve ser calculada com a seguinte equação:

$$(P + Q)_1 = \frac{\text{Força de freada}}{16}$$

onde

$(P + Q)_1$ é a massa admissível, expressa em quilogramas (kg);

P é a massa do carro com cabina vazia e componentes suportados pelo carro, isto é, parte do cabo de comando, cabo/corrente de compensação (se existente) etc., expressa em quilogramas (kg);

Q é a carga nominal em quilogramas (kg);

Força de freada é a força, expressa em newtons (N), determinada conforme F.3.3.2.3.

F.3.3.3.2 Freio de segurança certificado para diferentes massas**F.3.3.3.2.1 Regulagem por etapas**

A massa admissível deve ser calculada para cada incremento conforme estabelecido em F.3.3.3.1.

F.3.3.3.2.2 Regulagem contínua

A massa admissível deve ser calculada conforme estabelecido em F.3.3.3.1 para os valores máximos e mínimos pedidos e de acordo com a equação proposta para a regulagem intermediária.

F.3.3.4 Possível modificação das regulagens

Se durante os ensaios os valores encontrados diferirem mais que 20 % daquele esperado pelo solicitante, outros ensaios podem ser feitos por acordo entre eles, depois da modificação da regulagem, se necessário.

NOTA Se a força de freada for claramente maior que aquela considerada pelo solicitante, a massa usada no decurso do ensaio será nitidamente inferior àquela que seria admitida pelo cálculo de F.3.3.3.1 e, assim, o ensaio não permitirá concluir que o freio de segurança está apto a dissipar a energia requerida com a massa resultante do cálculo.

F.3.4 Comentários

Quando aplicada a um determinado elevador, a massa declarada pelo instalador não pode exceder a massa admissível para o freio de segurança (para freio de segurança instantâneo ou freio de segurança instantâneo com efeito amortecido) e nem a regulagem considerada.

No caso de freio de segurança progressivo, a massa declarada pode diferir $\pm 7,5$ % da massa admissível definida pela equação em F.3.3.3. Admite-se nestas circunstâncias que os requisitos de 9.7.4 são atendidos na instalação, não obstante as tolerâncias usuais na espessura das guias, o estado da superfície etc.

Para avaliar a conformidade das peças soldadas, deve-se recorrer a normas sobre o assunto.

Deve ser verificado se o percurso possível dos elementos de agarre é suficiente nas condições mais desfavoráveis (acumulação das tolerâncias de fabricação).

Os elementos de atrito devem estar convenientemente fixados, de modo a assegurar que estejam no lugar no momento da atuação.

No caso de freio de segurança progressivo, deve ser verificado se o percurso dos elementos formadores da mola é suficiente.

Os elementos reguláveis devem ser lacrados logo após o ajuste.

F.3.5 Certificado de ensaio de tipo

F.3.5.1 O certificado deve ser feito em três vias:

- duas cópias para o solicitante;
- uma cópia para o laboratório.

F.3.5.2 O certificado deve indicar:

- a) as informações de F.1.2;
- b) o tipo e a utilização do freio de segurança;
- c) os limites das massas permissíveis (ver F.3.4);
- d) a velocidade de desarme do limitador de velocidade;
- e) o tipo de guia;
- f) a espessura admissível do boleto da guia;
- g) a largura mínima das áreas de agarre;
- h) e, para o freio de segurança progressivo:
 - a condição da superfície das guias (trefilada, fresada, usinada);
 - o estado da lubrificação das guias. Se forem lubrificadas, indicar também a categoria e as características do lubrificante.

ABNT NBR 16042:2012**F.4 Limitadores de velocidade****F.4.1 Disposições gerais**

O solicitante deve informar ao laboratório:

- a) o tipo (ou os tipos) de freio de segurança que são operados pelo limitador de velocidade;
- b) as velocidades nominais máxima e mínima dos elevadores para as quais o limitador de velocidade pode ser usado;
- c) o valor previsto da força de tração produzida no cabo pelo limitador de velocidade ao ser desarmado.

Os seguintes documentos devem ser anexados pelo solicitante: desenhos de conjunto e detalhes mostrando a construção, operação, materiais usados, as dimensões e tolerâncias dos elementos de construção.

F.4.2 Verificação das características do limitador de velocidade**F.4.2.1 Amostras de ensaios**

Deve ser colocado à disposição do laboratório:

- a) um limitador de velocidade;
- b) um cabo do tipo usado pelo limitador de velocidade e na condição normal na qual ele seria instalado; o comprimento a ser fornecido é fixado pelo laboratório;
- c) um conjunto de polia tensora do tipo usado pelo limitador de velocidade.

F.4.2.2 Ensaio**F.4.2.2.1 Método do ensaio**

Deve ser verificado:

- a) a velocidade de desarme;
- b) a operação do dispositivo elétrico de segurança referenciado em 9.8.11.1, que causa a parada da máquina, se este dispositivo for montado no limitador de velocidade;
- c) a operação do dispositivo elétrico de segurança referenciado em 9.8.11.2, que impede o movimento do elevador quando o limitador de velocidade é desarmado;
- d) a força tensora produzida no cabo pelo limitador de velocidade ao ser desarmado.

F.4.2.2.2 Procedimento do ensaio

Pelo menos 20 ensaios devem ser feitos na faixa de velocidades de desarme correspondente à faixa de velocidades nominais do elevador, indicada em F.4.1 b).

NOTA 1 Os ensaios podem ser feitos pelo laboratório nas instalações do fabricante do componente.

NOTA 2 Convém que os ensaios sejam feitos, na sua maioria, nos valores extremos da faixa.

NOTA 3 Convém que a aceleração para alcançar a velocidade de desarme do limitador de velocidade seja tão baixa quanto possível, a fim de eliminar os efeitos da inércia.

F.4.2.2.3 Interpretação dos resultados do ensaio

F.4.2.2.3.1 No decurso de 20 ensaios, a velocidade de desarme deve permanecer nos limites previstos em 9.8.1.

NOTA Se os limites previstos forem ultrapassados, pode ser feita uma regulagem pelo fabricante do componente e convém que sejam feitos outros 20 ensaios.

F.4.2.2.3.2 No decurso de 20 ensaios a operação dos dispositivos para os quais o ensaio foi previsto em F.4.2.2.1 b) e c) deve efetuar-se dentro dos limites estabelecidos em 9.8.11.1 e 9.8.11.2.

F.4.2.2.3.3 A força tensora no cabo, produzida pelo limitador de velocidade ao desarmar, deve ser no mínimo 300 N ou qualquer outro valor maior especificado pelo solicitante.

NOTA 1 Convém que o ângulo de abraçamento seja de 180°, a menos que tenha sido estabelecido outro valor no relatório do fabricante.

NOTA 2 No caso de dispositivo que opera por retenção do cabo, convém que seja verificado se não ocorre deformação permanente no cabo.

F.4.3 Certificado de ensaio de tipo

F.4.3.1 O certificado deve ser feito em três vias:

- a) duas cópias para o solicitante;
- b) uma cópia para o laboratório.

F.4.3.2 O certificado deve indicar:

- a) as informações de F.1.2;
- b) o tipo e a utilização do limitador de velocidade;
- c) as velocidades nominais máxima e mínima dos elevadores para as quais o limitador de velocidade pode ser usado;
- d) o diâmetro do cabo a ser usado e sua construção;
- e) no caso de limitador de velocidade com polia de aderência, a força mínima de tração;
- f) a força de tração que pode ser induzida no cabo pelo limitador de velocidade ao desarmar.

F.5 Para-choques

F.5.1 Disposições gerais

O solicitante deve declarar a faixa de uso previsto (velocidade de impacto máxima, massas máxima e mínima). Deve ser incluído pelo solicitante o seguinte:

- a) desenho de conjunto e de detalhes mostrando a construção, operação, materiais usados, as dimensões e tolerâncias dos componentes da construção;

ABNT NBR 16042:2012

- b) características do fluido usado.

No caso de para-choques hidráulicos, a graduação (aberturas para a passagem de fluido), em particular, deve ser mostrada como uma função do percurso do para-choque.

F.5.2 Amostras de ensaios

Deve ser colocado à disposição do laboratório:

- a) um para-choque;
- b) no caso de para-choque hidráulico, o fluido necessário despachado em separado.

F.5.3 Ensaio**F.5.3.1 Para-choques do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido****F.5.3.1.1 Procedimento de ensaio**

F.5.3.1.1.1 A massa necessária para comprimir totalmente a mola deve ser determinada, por exemplo, com a ajuda de pesos colocados sobre o para-choque.

O para-choque só pode ser usado:

- a) para velocidades nominais em metros por segundo (m/s):

$$v \leq \sqrt{\frac{F_L}{0,135}} \text{ (ver 10.4.1.1.1), } v \leq 1,6 \text{ m/s (ver 10.3.4)}$$

onde

F_L é a flecha total da mola, expressa em metros (m).

- b) para massas compreendidas entre:

4) máxima $\frac{C_r}{2,5}$

5) mínima $\frac{C_r}{4}$

onde

C_r é a massa necessária para comprimir totalmente a mola, expressa em quilogramas (kg).

F.5.3.1.1.2 O para-choque deve ser ensaiado com a ajuda de pesos correspondendo às massas máxima e mínima caindo em queda livre de uma altura acima do amortecedor estendido de $h = 0,5F_L = 0,067v^2$.

A velocidade deve ser registrada no momento do impacto no para-choque e durante todo o ensaio. Em nenhum caso a velocidade de subida dos pesos (durante o retorno) deve exceder 1 m/s.

F.5.3.1.2 Equipamento a ser usado

O equipamento deve satisfazer as condições de F.5.3.1.2.1 a F.5.3.1.2.3.

F.5.3.1.2.1 Pesos caindo em queda livre

Os pesos devem corresponder às massas máxima e mínima, com as tolerâncias indicadas em F.1.1.7. Eles devem ser guiados verticalmente com o menor atrito possível.

F.5.3.1.2.2 Equipamento registrador

O equipamento registrador deve ser capaz de detectar sinais com a tolerância indicada em F.1.1.7.

F.5.3.1.2.3 Medição da velocidade

A velocidade deve ser registrada com a tolerância indicada em F.1.1.7.

F.5.3.1.3 Temperatura ambiente

A temperatura ambiente deve situar-se entre + 15 °C e + 25 °C.

F.5.3.1.4 Montagem do para-choque

O para-choque deve ser posicionado e fixado do mesmo modo que no serviço normal.

F.5.3.1.5 Verificação do estado do para-choque depois do ensaio

Depois de dois ensaios com a massa máxima, nenhuma parte do para-choque deve apresentar deformação permanente ou dano, de modo que a sua condição garanta um funcionamento normal.

F.5.3.2 Para-choques de dissipação de energia**F.5.3.2.1 Procedimento de ensaio**

O para-choque deve ser ensaiado com a ajuda de pesos correspondendo às massas máxima e mínima, caindo em queda livre para atingir, no momento do impacto, a velocidade máxima prevista.

A velocidade deve ser registrada pelo menos no momento do impacto dos pesos. A aceleração e o retardamento devem ser determinados como funções de tempo durante todo o deslocamento dos pesos.

NOTA O procedimento refere-se aos para-choques hidráulicos. Para outros tipos, proceder de forma análoga.

F.5.3.2.2 Equipamento a ser usado

O equipamento deve satisfazer as condições de F.5.3.2.2.1 a F.5.3.2.2.5.

F.5.3.2.2.1 Pesos caindo em queda livre

Os pesos devem corresponder às massas máxima e mínima e à tolerância indicada em F.1.1.7. Eles devem ser guiados verticalmente com o menor atrito possível.

ABNT NBR 16042:2012**F.5.3.2.2.2 Equipamento registrador**

O equipamento registrador deve ser capaz de detectar sinais com as tolerâncias indicadas em F.1.1.7. A cadeia de medição, incluindo o dispositivo registrador para registrar os valores medidos em função do tempo, deve ser projetada com uma frequência própria de pelo menos 1 000 Hz.

F.5.3.2.2.3 Medição da velocidade

A velocidade deve ser registrada no momento do impacto dos pesos no para-choque ou durante o percurso dos pesos com a tolerância indicada em F.1.1.7.

F.5.3.2.2.4 Medição do retardamento

O dispositivo de medição (ver F.5.3.2.1), se existir, deve ser colocado tão próximo quanto possível do eixo do para-choque e deve ser capaz de fazer medição com a tolerância indicada em F.1.1.7.

F.5.3.2.2.5 Medição do tempo

Devem ser registrados os impulsos de tempo com duração de 0,01 s com a tolerância indicada em F.1.1.7.

F.5.3.2.3 Temperatura ambiente

A temperatura ambiente deve situar-se entre + 15 °C e + 25 °C.

A temperatura do fluido deve ser medida com a tolerância indicada em F.1.1.7.

F.5.3.2.4 Montagem do para-choque

O para-choque deve ser posicionado e fixado do mesmo modo que no serviço normal.

F.5.3.2.5 Enchimento do para-choque

O para-choque deve ser cheio até a marca indicada de acordo com as instruções dadas pelo fabricante do componente.

F.5.3.2.6 Verificações**F.5.3.2.6.1 Verificação do retardamento**

A altura de queda livre dos pesos deve ser escolhida de modo que a velocidade no momento do impacto corresponda à velocidade de impacto máxima estipulada na solicitação.

O retardamento deve atender aos requisitos de 10.4.3.3.

Um primeiro ensaio deve ser feito com a massa máxima com uma verificação do retardamento.

Um segundo ensaio deve ser feito com a massa mínima com uma verificação do retardamento.

F.5.3.2.6.2 Verificação do retorno do para-choque à posição normal

Após cada ensaio, o para-choque deve ser mantido completamente comprimido por 5 min. Então, o para-choque deve ser liberado, a fim de permitir o seu retorno à posição normal estendida.

Se o para-choque for do tipo de retorno por mola ou gravidade, a posição de completo retorno deve ser atingida em um tempo máximo de 120 s.

Antes de proceder a um outro ensaio de retardamento, deve ser esperado um tempo de 30 min para permitir que o fluido retorne ao reservatório e as bolhas de ar saiam.

F.5.3.2.6.3 Verificação de perda de fluido

O nível do fluido deve ser verificado depois de terem sido feitos dois ensaios de retardamento previstos em F.5.3.2.6.1, e depois de um intervalo de 30 min, o nível do líquido deve ainda ser suficiente para assegurar a operação normal do para-choque.

F.5.3.2.6.4 Verificação do estado do para-choque depois dos ensaios

Depois dos dois ensaios de retardamento requeridos por F.5.3.2.6.1, deformação permanente e/ou dano, se existentes, não podem comprometer a integridade e a função do componente.

F.5.3.2.7 Procedimento no caso em que os requisitos dos ensaios não são satisfeitos

Quando os resultados dos ensaios não forem satisfatórios para as massas máxima e mínima mencionadas na solicitação, o laboratório pode, em acordo com o solicitante, estabelecer os limites aceitáveis.

F.5.3.3 Para-choques com características não lineares

F.5.3.3.1 Procedimento de ensaio

F.5.3.3.1.1 O para-choque deve ser ensaiado com massas em queda livre para atingir, no momento do impacto, a velocidade máxima prevista, mas não inferior a 0,8 m/s.

A distância de queda, a velocidade, a aceleração e o retardamento devem ser registrados desde o momento da liberação da massa até a sua completa parada.

F.5.3.3.1.2 As massas devem corresponder às massas máxima e mínima previstas. Devem ser guiadas na vertical, com os atritos mínimos possíveis, de modo que, no momento de impacto, pelo menos uma aceleração de $0,9 g_n$ seja atingida.

F.5.3.3.2 Equipamento a ser usado

O equipamento deve estar de acordo com F.5.3.2.2.2 a F.5.3.2.2.4.

F.5.3.3.3 Temperatura ambiente

A temperatura ambiente deve situar-se entre + 15 °C e + 25 °C.

F.5.3.3.4 Montagem do para-choque

O para-choque deve ser posicionado e fixado do mesmo modo que em serviço normal.

F.5.3.3.5 Número de ensaios

Devem ser realizados três ensaios com:

- a) a massa máxima;
- b) a massa mínima prevista.

ABNT NBR 16042:2012

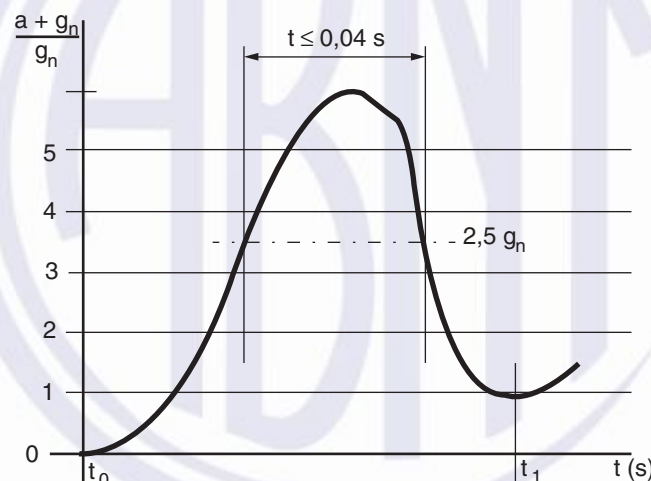
O tempo entre dois ensaios consecutivos deve estar entre 5 min e 30 min.

Para os três ensaios com a massa máxima, o valor de referência da força do para-choque em um percurso igual a 50 % da altura real do para-choque, fornecida pelo solicitante, não pode variar mais que 5 %. Para os ensaios com a massa mínima, deve-se proceder analogamente.

F.5.3.3.6 Verificações**F.5.3.3.6.1 Verificação do retardamento**

O retardamento “a” deve estar de acordo com os seguintes requisitos:

- o retardamento médio, em caso de queda livre com carga nominal na cabina e velocidade igual a 115 % da velocidade nominal, não pode exceder $1 g_n$. O retardamento médio deve ser avaliado levando em conta o tempo entre os primeiros dois mínimos absolutos de retardamento (ver Figura F.1);
- picos de retardamento com mais de $2,5 g_n$ não podem ter duração maior que 0,04 s.



t_0 momento de impacto no para-choque (primeiro mínimo absoluto)

t_1 segundo mínimo absoluto

Figura F.1 – Gráfico de retardamento

F.5.3.3.6.2 Verificação do estado do para-choque depois do ensaio

Depois dos ensaios com a massa máxima, deformação permanente e/ou dano, se existentes, não podem comprometer a integridade e a função do componente.

F.5.3.3.7 Procedimento no caso em que os requisitos dos ensaios não são satisfeitos

Quando os resultados dos ensaios não forem satisfatórios para as massas máxima e mínima mencionadas na solicitação, o laboratório pode, em acordo com o solicitante, estabelecer os limites aceitáveis.

F.6 Circuitos de segurança contendo componentes eletrônicos

Para circuitos de segurança contendo componentes eletrônicos, os ensaios de laboratório são necessários, porque as verificações práticas no local, por inspetores, são impossíveis.

No que segue, a menção é feita para placa de circuito impresso. Se um circuito de segurança não for montado de tal maneira, então deve ser considerada uma montagem equivalente.

F.6.1 Generalidades

O solicitante deve indicar ao laboratório:

- a) a identificação na placa;
- b) condições de trabalho;
- c) lista dos componentes usados;
- d) leiaute da placa de circuito impresso;
- e) leiaute dos componentes híbridos e identificações das trilhas usadas nos circuitos de segurança;
- f) descrição da função;
- g) dados elétricos e o diagrama elétrico, se aplicável, incluindo definições de entrada e saída da placa.

F.6.2 Amostras para ensaio

Devem ser submetidas ao laboratório:

- a) uma placa completa do circuito impresso (com componentes);
- b) uma base da placa do circuito impresso (sem componentes).

F.6.3 Ensaios

F.6.3.1 Ensaios mecânicos

Durante os ensaios, o objeto ensaiado (circuito impresso) deve ser mantido em operação. Durante e depois dos ensaios, nenhuma operação ou condição insegura deve aparecer dentro do circuito de segurança.

F.6.3.1.1 Vibração

Os elementos transmissores de circuitos de segurança devem atender aos requisitos das:

- a) EN 60068-2-6:2008, Tabela C.2: 20 ciclos de varredura por eixo, na amplitude 0,35 mm ou 5 g_n e na faixa de frequência de 10 Hz a 55 Hz; e
- b) EN 60068-2-27:2009, Tabela 1, a combinação de:
 - 1) pico de aceleração de 294 m/s² ou 30 g_n ;
 - 2) duração do pulso correspondente de 11 ms; e
 - 3) mudança de velocidade correspondente de 2,1 m/s, meia senóide.

ABNT NBR 16042:2012

NOTA Se forem montados amortecedores de choque nos elementos transmissores, eles são considerados parte integrante dos elementos.

Depois dos ensaios, as distâncias de corte e as folgas não podem ser menores que as mínimas aceitáveis.

F.6.3.1.2 Trepidação (EN 60068-2-27:2009)

Os ensaios de trepidação simulam os casos onde os circuitos impressos caem, levando a risco de ruptura dos componentes e situação insegura.

Os ensaios são divididos em:

- a) choque parcial;
- b) choque repetitivo.

O objeto dos ensaios deve satisfazer aos requisitos mínimos de F.6.3.1.2.1 e F.6.3.1.2.2.

F.6.3.1.2.1 Choque parcial

- a) forma do choque: meia senóide;
- b) amplitude da aceleração: $15 g_n$;
- c) duração do choque: 11 ms.

F.6.3.1.2.2 Choque repetitivo

- a) amplitude da aceleração: $10 g_n$;
- b) duração do choque: 16 ms;
 - 1) número de choques: $1\ 000 \pm 10$;
 - 2) frequência do choque: 2/s.

F.6.3.2 Ensaios de temperatura (HD 323.2.14 S2)

Limites ambientais operacionais: 0 °C, + 65 °C (a temperatura ambiente é a do dispositivo de segurança).

Condições do ensaio:

- a) a placa de circuito impresso deve estar na mesma posição de operação;
- b) a placa de circuito impresso deve ser alimentada com a tensão nominal;
- c) o dispositivo de segurança deve operar durante e depois do ensaio. Se a placa de circuito impresso incluir outros elementos, além daqueles do circuito de segurança, eles também devem operar durante o ensaio (suas falhas não são consideradas);
- d) os ensaios devem ser realizados para as temperaturas mínima e máxima (0 °C, + 65 °C). Os ensaios devem durar no mínimo 4 h;
- e) se a placa de circuito impresso for projetada para operar dentro de limites de temperatura mais amplos, ela deve ser ensaiada para esses valores.

F.6.4 Certificado de ensaio de tipo

F.6.4.1 O certificado deve ser feito em triplicata:

- a) duas cópias para o solicitante;
- b) uma cópia para o laboratório.

F.6.4.2 O certificado deve indicar:

- a) as informações de acordo com F.1.2;
- b) o tipo e a aplicação no circuito;
- c) o grau de proteção mecânica contra poluição para o qual o circuito foi projetado de acordo com IEC 60664-1:2007;
- d) as tensões de operação;
- e) as distâncias entre os circuitos de segurança e os circuitos de controle na placa.

NOTA Outros ensaios, como, por exemplo, ensaio de umidade, ensaio de choque climático etc, não são considerados devido à situação ambiental normal onde os elevadores operam.

F.7 Meios de proteção contra a sobrevelocidade do carro ascendente

Esta especificação se aplica aos meios de proteção contra a sobrevelocidade do carro ascendente, que não utiliza freios de segurança, limitadores de velocidade ou outros dispositivos que são objetos de verificação conforme F.3, F.4 e F.6.

F.7.1 Disposições gerais

F.7.1.1 O solicitante deve estabelecer a faixa de uso a ser provida para:

- a) massas mínima e máxima;
- b) velocidade nominal máxima;
- c) uso em instalações com cabos de compensação.

F.7.1.2 Os seguintes documentos devem ser anexados à solicitação:

- a) desenhos de detalhes e de conjunto mostrando a construção, operação, materiais usados, as dimensões e tolerâncias dos componentes da construção;
- b) se necessário, também o diagrama de carga das partes elásticas;
- c) informações detalhadas dos materiais usados, o tipo da peça na qual agem os meios de proteção da sobrevelocidade do carro ascendente e a condição de sua superfície (laminada, fresada, retificada etc.).

ABNT NBR 16042:2012**F.7.2 Declaração e amostra para ensaio**

F.7.2.1 O solicitante deve estabelecer para qual massa (em quilogramas) e velocidade de desarme (em metros por segundo) o ensaio deve ser realizado. Se o dispositivo tiver que ser certificado para várias massas, o solicitante deve especificá-las e, em complementação, indicar se a regulagem é por etapas ou contínua.

F.7.2.2 Conforme combinado entre o solicitante e o laboratório, deve ser colocado à disposição do laboratório:

- a) um conjunto completo consistindo em dispositivo de freada e dispositivo de monitoramento da velocidade; ou
- b) somente o dispositivo que não foi submetido às verificações de acordo com F.3, F.4 ou F.6.

O número de jogos de elementos de fricção necessários para todos os ensaios deve ser anexado. O tipo da parte na qual age o dispositivo também deve ser fornecido com as dimensões especificadas pelo laboratório.

F.7.3 Ensaio**F.7.3.1 Método de ensaio**

O método de ensaio deve ser definido entre o solicitante e o laboratório de ensaio, dependendo do dispositivo e seu funcionamento, para atingir uma função realística do sistema. Devem ser tomadas medidas de:

- a) aceleração e velocidade;
- b) distância de freada;
- c) retardamento.

As medidas devem ser registradas em função do tempo.

F.7.3.2 Procedimento de ensaio

Devem ser feitos pelo menos 20 ensaios com o elemento de monitoramento da velocidade na faixa de velocidade de desarme correspondente à faixa de velocidades nominais do elevador indicada em F.7.1.

NOTA Convém que a aceleração da massa para alcançar a velocidade de desarme seja tão pequena quanto possível, de modo a evitar os efeitos da inércia.

F.7.3.2.1 Dispositivo certificado para uma única massa

O laboratório deve realizar quatro ensaios com a massa do sistema representando o carro vazio. Entre cada ensaio, deve-se permitir que as peças de fricção retornem à sua temperatura normal.

Durante os ensaios, podem ser usados vários jogos de peças de fricção idênticos.

Entretanto, um único jogo deve ser capaz de:

- a) três ensaios, se a velocidade nominal não exceder 4 m/s;

b) dois ensaios, se a velocidade nominal exceder 4 m/s.

O ensaio deve ser feito na velocidade de desarme máxima para a qual o dispositivo pode ser usado.

F.7.3.2.2 Dispositivo certificado para diferentes massas

No caso de regulação em etapas ou regulação contínua, deve ser realizada uma série de ensaios para o máximo valor pedido e uma série para o valor mínimo. O solicitante deve fornecer uma equação ou um gráfico mostrando a variação da força de freada como função de um dado parâmetro.

O laboratório deve verificar por meios apropriados (por exemplo, por uma terceira série de ensaios, para um ponto intermediário) a validade da equação proposta.

F.7.3.2.3 Dispositivo de monitoramento de sobrevelocidade

F.7.3.2.3.1 Procedimento de ensaio

Devem ser realizados pelo menos 20 ensaios na faixa de velocidade de desarme, sem aplicação do dispositivo de freada.

A maioria dos ensaios deve ser feita para os valores extremos da faixa.

F.7.3.2.3.2 Interpretação dos resultados do ensaio

No decurso de 20 ensaios as velocidades de desarme devem situar-se dentro dos limites referidos em 9.9.1.

F.7.3.3 Verificação após os ensaios

- a) Deve-se comparar a dureza da peça de agarre com os valores originais indicados pelo solicitante. Outras análises podem ser feitas em casos especiais.
- b) Se não ocorrer fratura alguma, devem-se examinar deformações e outras mudanças (por exemplo, trincas, deformações ou desgaste dos elementos de agarre, aparência das superfícies de agarre).
- c) Se necessário, devem-se fotografar os elementos de agarre e as peças nas quais age o dispositivo, para evidenciar deformações ou fraturas.
- d) Deve-se verificar se o retardamento com a massa mínima não excede $1 g_n$.

F.7.4 Possível modificação das regulagens

Se, durante os ensaios, os valores encontrados diferirem mais que 20 % daquele esperado pelo solicitante, outros ensaios podem ser feitos com o consentimento dele, depois da modificação da regulação.

F.7.5 Relatório do ensaio

De modo a conseguir reprodutibilidade, o ensaio de tipo deve ser registrado em todos os seus detalhes, como:

- a) o método de ensaio definido entre o solicitante e o laboratório;

ABNT NBR 16042:2012

- b) a descrição do arranjo do ensaio;
- c) a localização do dispositivo a ser ensaiado no arranjo de ensaio;
- d) o número de ensaios a realizar;
- e) o registro dos valores medidos;
- f) o relatório das observações durante o ensaio;
- g) a avaliação dos resultados do ensaio para mostrar a conformidade com os requisitos.

F.7.6 Certificado de ensaio de tipo

F.7.6.1 O certificado deve ser feito em três vias, isto é, duas cópias para o solicitante e uma cópia para o laboratório.

F.7.6.2 O certificado deve indicar:

- a) as informações de acordo com F.1.2;
- b) o tipo e aplicação dos meios de proteção da sobrevelocidade;
- c) os limites permissíveis das massas;
- d) a faixa de velocidades de desarme para o dispositivo de monitoramento da sobrevelocidade;
- e) o tipo de peças nas quais agem os elementos de agarre.

Anexo G (informativo)

Cálculo das guias

G.1 Geral

A fim de atender aos requisitos de 10.1.1, cálculos de guias baseados neste Anexo são aceitos onde nenhuma distribuição específica de carga for pretendida.

G.1.1 A carga nominal Q é considerada distribuída sem uniformidade na área da cabina (ver G.2.2).

G.1.2 Considera-se que os freios de segurança operam simultaneamente sobre as guias e que a força de freada é igualmente distribuída.

G.2 Cargas e forças

G.2.1 O ponto de ação das massas do carro vazio e dos componentes suportados pelo carro, como parte do cabo de comando, cabos/correntes de compensação, (P) deve ser o centro de gravidade da massa do carro.

G.2.2 Nos casos de carga de uso normal e de atuação do freio de segurança, a carga nominal Q , de acordo com 8.2, deve estar uniformemente distribuída nos três quartos da área da cabina, estando na posição mais desfavorável, conforme representado nos exemplos dados em G.7.

Entretanto, se condições diferentes de distribuição de carga forem indicadas após as negociações (0.2.5), os cálculos devem ser feitos com base nessas condições.

G.2.3 A força de flambagem (F_k) do carro deve ser avaliada, usando a equação:

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n} \quad (\text{N})$$

onde

k_1 é o fator de impacto, de acordo com a Tabela G.2;

g_n é a aceleração-padrão da gravidade ($9,81 \text{ m/s}^2$);

P é a massa do carro vazio e dos componentes suportados pelo carro, ou seja, parte do cabo de comando etc., expressa em quilogramas (kg);

Q é a carga nominal, expressa em quilogramas (kg);

n é o número de guias.

ABNT NBR 16042:2012

G.2.4 A força de flambagem F_c do contrapeso/peso de balanceamento com freio de segurança deve ser avaliada, usando a equação:

$$F_c = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + q \cdot Q)}{n} \text{ ou } F_c = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot q \cdot P}{n}$$

onde

k_1 é o fator de impacto, de acordo com a Tabela G.2;

g_n é a aceleração-padrão da gravidade (9,81 m/s²);

P é a massa do carro vazio e dos componentes suportados pelo carro, ou seja, parte do cabo de comando etc., expressa em quilogramas (kg);

Q é a carga nominal, expressa em quilogramas (kg);

q é o fator de balanceamento da carga nominal;

n é o número de guias.

G.2.5 Enquanto estiver carregando ou descarregando a cabina, a força na soleira (F_s) deve ser considerada agindo centralmente na soleira da entrada da cabina. O valor da força na soleira deve ser de:

$F_s = 0,4g_n \cdot Q$	para elevadores com cargas nominais menores que 2 500 kg em locais privados, edifícios comerciais, hotéis, hospitais etc.;
$F_s = 0,6g_n \cdot Q$	para elevadores com cargas nominais de 2 500 kg ou mais;

Para aplicar a força na soleira, a cabina deve estar vazia. Em cabinas com mais de uma entrada, a força na soleira deve ser aplicada somente à entrada mais desfavorável.

G.2.6 As forças de guiamento (G) do contrapeso ou do peso de balanceamento devem ser avaliadas, considerando-se:

- o ponto de ação da massa;
- a suspensão;
- as forças devido aos cabos/correntes de compensação (se pertinentes), tensos(as) ou não.

Sobre o contrapeso ou peso de balanceamento, centralmente guiado e suspenso, deve ser considerada uma excentricidade do ponto de ação da massa, a partir do centro da gravidade da seção transversal do contrapeso ou do peso de balanceamento de no mínimo 5 % de largura e 10 % de profundidade.

G.2.7 As forças por guia (M) devido ao equipamento auxiliar fixado na guia devem ser consideradas, exceto para limitadores de velocidade e suas peças associadas, chaves ou equipamentos de posicionamento.

G.2.8 Cargas (WL) devido à pressão do vento devem ser consideradas para os elevadores externos ao edifício com fechamento incompleto e devem ser determinadas através de negociação com o projetista do edifício (0.2.5).

G.3 Exemplos de cargas

G.3.1 As cargas e forças, bem como os casos de cargas a serem considerados, estão mostrados na Tabela G.1.

Tabela G.1 – Cargas e forças a serem consideradas nos diferentes casos de carregamentos

Casos de carregamento	Cargas e forças	P	Q	G	F_S	F_k ou F_c	M	WL
Uso normal	Em viagem	+	+	+	–	–	+	+
	Em carga e descarga	+	–	–	+	–	+	+
Atuação do freio de segurança	Freio de segurança ou similar	+	+	+	–	+	+	–
	Válvula de queda	+	+	–	–	–	+	–

G.3.2 Nos documentos apresentados para a primeira inspeção e ensaio, é suficiente fornecer apenas o cálculo do caso de carregamento mais desfavorável.

G.4 Fatores de impacto

G.4.1 Atuação do freio de segurança

O fator de impacto (k_1) com a atuação do freio de segurança depende do tipo do freio de segurança.

G.4.2 Cabina

No caso de carregamento de “uso normal, em viagem”, as massas do carro em movimento vertical ($P + Q$) devem ser multiplicadas pelo fator de impacto (k_2) para levar em consideração a freada brusca devido à atuação de dispositivo elétrico de segurança ou a uma interrupção acidental do fornecimento de energia elétrica.

G.4.3 Contrapeso ou peso de balanceamento

As forças aplicadas às guias pelo contrapeso ou peso de balanceamento, conforme especificado em G.2.6, devem ser multiplicadas pelo fator de impacto (k_3) para levar em consideração o possível pulo do contrapeso ou peso de balanceamento, quando o carro é freado com retardamento maior do que $1 g_n$.

G.4.4 Valores dos fatores de impacto

Os valores dos fatores de impacto encontram-se na Tabela G.2.

ABNT NBR 16042:2012

Tabela G.2 – Fatores de impacto

Impacto por	Fator de impacto	Valor
Atuação de freio de segurança instantâneo ou dispositivo de bloqueio, exceto o tipo com rolete cativo		5
Atuação de freio de segurança instantâneo ou dispositivo de bloqueio, ambos do tipo com rolete cativo ou <i>pawl device</i> com para-choque do tipo de acumulação de energia ou para-choque do tipo de acumulação de energia	k_1	3
Atuação de freio de segurança progressivo ou dispositivo de bloqueio progressivo ou <i>pawl device</i> com para-choque de dissipação de energia ou para-choque do tipo de dissipação de energia		2
Válvula de queda		2
Em viagem	k_2	1.2
Peças auxiliares	k_3	(....) ^a
^a O valor deve ser determinado pelo fabricante diretamente na instalação real.		

G.5 Cálculos

G.5.1 Faixa de cálculo

As guias devem ser dimensionadas, considerando-se as tensões de flexão.

Nos casos onde os freios de segurança atuam nas guias, elas devem ser dimensionadas considerando as tensões de flexão e de flambagem.

Para guias suspensas (fixas no topo da caixa), em vez da flambagem, devem ser levadas em consideração as tensões de tração.

G.5.2 Tensões de flexão

G.5.2.1 As forças de apoio (F_b) nos cursores criam tensões de flexão nas guias que dependem:

- da suspensão do carro, contrapeso ou peso de balanceamento;
- da posição das guias do carro, contrapeso ou peso de balanceamento;
- da carga e de sua distribuição na cabina.

G.5.2.2 Para calcular as tensões de flexão nos diferentes eixos da guia (Figura G.1), pode-se considerar que:

- a guia é uma viga contínua com pontos de fixação flexíveis, distanciados de um comprimento l ;

- b) a resultante das forças, causando tensões de flexão, atua no meio entre os pontos de fixação adjacentes;
- c) os momentos de flexão agem no eixo neutro do perfil da guia.

Para avaliar a tensão de flexão σ_m a partir das forças que agem em ângulos retos ao eixo do perfil, as seguintes equações devem ser usadas:

$$\sigma_m = \frac{M_m}{W}$$

com

$$M_m = \frac{3 \cdot F_b \cdot l}{16}$$

onde

σ_m é a tensão de flexão, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

M_m é o momento fletor, expresso em newtons milímetros (N.mm);

W é o módulo de resistência à flexão, expresso em milímetros ao cubo (mm³);

F_b é a força aplicada à guia pelos cursores, em diferentes casos de carregamento, expressa em newtons (N);

l é a distância máxima entre os suportes da guia, expressa em milímetros (mm).

Este cálculo não é válido para o caso de “uso normal, durante o carregamento em carga”, a menos que as posições relativas dos cursores aos pontos de fixação das guias sejam consideradas.

G.5.2.3 A tensão de flexão deve ser combinada em diferentes eixos, considerando-se o perfil da guia.

Se para W_x e W_y os valores usuais das tabelas dos fabricantes de guias (respectivamente $W_{x\min}$ e $W_{y\min}$) forem usados e, com isso, as tensões permissíveis não forem excedidas, nenhuma prova adicional é necessária. De outro modo, deve ser analisado em qual borda exterior do perfil da guia as tensões de tração têm seus máximos.

G.5.2.4 Se mais de duas guias forem utilizadas, pode-se considerar uma distribuição igual das forças entre as guias, desde que seus perfis sejam idênticos.

G.5.2.5 Se mais de um freio de segurança for utilizado, de acordo com 9.7.2.2, pode-se considerar que toda a força de freada está igualmente distribuída entre os freios de segurança.

G.5.2.5.1 No caso de freios de segurança múltiplos verticais agindo na mesma guia, deve-se considerar que a força de freada de uma guia está agindo em um único ponto.

G.5.2.5.2 No caso de freios de segurança múltiplos horizontais, a força de freada em uma das guias deve estar em conformidade com G.2.3 ou G.2.4.

ABNT NBR 16042:2012**G.5.3 Flambagem**

Para determinar as tensões de flambagem, o método que usa o coeficiente “ ω ” deve ser usado com a seguinte equação:

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} \quad \text{ou} \quad \sigma_k = \frac{(F_c + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

onde

σ_k é a tensão de flambagem, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

F_k é a força de flambagem na guia do carro, expressa em newtons (N), ver G.2.3;

F_c é a força de flambagem na guia do contrapeso ou peso de balanceamento, expressa em newtons (N), ver G.2.4;

k_3 é o fator de impacto, ver Tabela G.2;

M é a força em uma guia devido ao equipamento auxiliar, expressa em newtons (N);

A é a área da seção transversal da guia, expressa em milímetros quadrados (mm²);

ω é o coeficiente de flambagem.

Os valores de ω podem ser obtidos nas Tabelas G.3 e G.4 ou calculados, usando as seguintes equações polinomiais:

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad \text{e} \quad l_k = l$$

onde

λ é o coeficiente de esbeltez;

l_k é o comprimento da flambagem, expresso em milímetros (mm);

i é o raio de giro mínimo, expresso em milímetros (mm);

l é a distância máxima entre os suportes da guia, expressa em milímetros (mm).

Para aço com tensão de ruptura $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$, os seguintes valores são aplicados:

$$20 \leq \lambda \leq 60 : \omega = 0,00012920\lambda^{1,89} + 1;$$

$$60 < \lambda \leq 85 : \omega = 0,00004627\lambda^{2,14} + 1;$$

$$85 < \lambda \leq 115 : \omega = 0,00001711\lambda^{2,35} + 1,04;$$

$$115 < \lambda \leq 250 : \omega = 0,00016887\lambda^{2,00}.$$

Para aço com tensão de ruptura $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$, os seguintes valores são aplicados:

$$20 \leq \lambda \leq 50 : \omega = 0,00008240\lambda^{2,06} + 1,021;$$

$$50 < \lambda \leq 70 : \omega = 0,00001895\lambda^{2,41} + 1,05;$$

$$70 < \lambda \leq 89 : \omega = 0,00002447\lambda^{2,36} + 1,03;$$

$$89 < \lambda \leq 250 : \omega = 0,00025330\lambda^{2,00}.$$

Para determinar os coeficientes ω do aço com tensão de ruptura R_m entre 370 N/mm^2 e 520 N/mm^2 , deve-se usar a seguinte equação:

$$\omega_R = \left[\frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370}$$

Os coeficientes ω de outro material metálico devem ser fornecidos pelo fabricante.

G.5.4 Combinação das tensões de flexão e flambagem

As tensões de flexão e flambagem devem ser avaliadas usando as seguintes equações:

Tensão de flexão $\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$

Flexão e compressão $\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$

ou

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_c + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

Flexão e flambagem $\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{adm}$

onde

σ_m é a tensão de flexão, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm^2);

σ_x é a tensão de flexão no eixo X, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm^2);

σ_y é a tensão de flexão no eixo Y, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm^2);

σ_{adm} é a tensão admissível, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm^2) (ver 10.1.2.1);

σ_k é a tensão de flambagem, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm^2);

F_k é a força de flambagem na guia do carro, expressa em newtons (N) (ver G.2.3);

ABNT NBR 16042:2012

F_c é a força de flambagem na guia do contrapeso e peso de balanceamento, expressa em newtons (N) (ver G.2.4);

k_3 é o fator de impacto (ver Tabela G.2);

M é a força na guia, devido ao equipamento auxiliar, expressa em newtons (N);

A é a área da seção transversal da guia, expressa em milímetros quadrados (mm²).

G.5.5 Flexão do boleto

A flexão do boleto deve ser considerada.

Para guias de perfil T, a seguinte equação deve ser usada:

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

onde

σ_F é a tensão de flexão pontual do boleto, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

F_x é a força exercida pelo cursor contra o boleto, expressa em newtons (N);

c é a largura da alma, expressa em milímetros (mm) (ver Figura G.1);

σ_{adm} é a tensão admissível, expressa em newtons por milímetro quadrado (N/mm²).

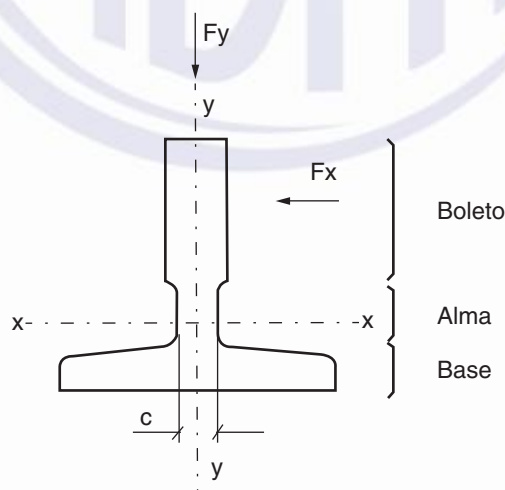


Figura G.1 – Eixos da guia

Tabela G.3 – Coeficiente ω relacionado ao λ para aço com tensão de ruptura de 370 N/mm²

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										

ABNT NBR 16042:2012

Tabela G.4 – Coeficiente ω relacionado ao λ para aço com tensão de ruptura de 520 N/mm²

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11	20
30	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	30
40	1,19	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	40
50	1,28	1,30	1,31	1,32	1,35	1,34	1,36	1,37	1,39	1,40	50
60	1,41	1,43	1,44	1,46	1,48	1,49	1,51	1,53	1,54	1,56	60
70	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,77	70
80	1,79	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,98	2,01	80
90	2,05	2,10	2,10	2,19	2,24	2,29	2,33	2,38	2,43	2,48	90
100	2,53	2,58	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,01	100
110	3,06	3,12	3,18	3,23	3,29	3,35	3,41	3,47	3,53	3,59	110
120	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	120
130	4,28	4,35	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,75	4,82	4,89	130
140	4,96	5,04	5,11	5,18	5,25	5,33	5,40	5,47	5,55	5,62	140
150	5,70	5,78	5,85	5,93	6,01	6,09	6,16	6,24	6,32	6,40	150
160	6,48	6,57	6,65	6,73	6,81	6,90	6,98	7,06	7,15	7,23	160
170	7,32	7,41	7,49	7,58	7,67	7,76	7,85	7,94	8,03	8,12	170
180	8,21	8,30	8,39	8,48	8,58	8,67	8,76	8,86	8,95	9,05	180
190	9,14	9,24	9,34	9,44	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	10,03	190
200	10,13	10,23	10,34	10,44	10,54	10,65	10,75	10,85	10,96	11,06	200
210	11,17	11,28	11,38	11,49	11,60	11,71	11,82	11,93	12,04	12,15	210
220	12,26	12,37	12,48	12,60	12,71	12,82	12,94	13,05	13,17	13,28	220
230	13,40	13,52	13,63	13,75	13,87	13,99	14,11	14,23	14,35	14,47	230
240	14,59	14,71	14,83	14,96	15,08	15,20	15,33	15,45	15,58	15,71	240
250	15,83										

G.5.6 Arranjos

Exemplos de arranjos de guias, suspensão e casos de carga da cabina, bem como as equações relevantes encontram-se em G.7.

G.5.7 Deflexões

As deflexões devem ser calculadas usando as seguintes equações:

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$

$$\delta_x = 1,0 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

onde:

δ_x é a deflexão no eixo X, expressa em milímetros (mm);

δ_y é a deflexão no eixo Y, expressa em milímetros (mm);

F_x é a força de apoio no eixo X, expressa em newtons (N);

F_y é a força de apoio no eixo Y, expressa em newtons (N);

l é a distância máxima entre os suportes da guia, expressa em milímetros (mm);

E é o módulo de elasticidade, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

I_x é o momento de inércia da área no eixo X, expresso em milímetros à quarta potência (mm⁴);

I_y é o momento de inércia da área no eixo Y, expresso em milímetros à quarta potência (mm⁴).

G.6 Deflexões admissíveis

As deflexões admissíveis das guias de perfil T estão determinadas em 10.1.2.2.

As deflexões das guias que não são de perfil T devem ser limitadas de maneira que atendam ao apresentado em 10.1.1.

A combinação das deflexões admissíveis com a deflexão dos suportes, folgas nos cursores e retitude das guias deve atender aos requisitos de 10.1.1.

G.7 Exemplos de método de cálculo

Os exemplos de G.7.1 até G.7.5 são usados para explicar o cálculo das guias.

Os símbolos abaixo são usados para as dimensões no elevador:

D_x	dimensão da cabina na direção do eixo x, profundidade da cabina;
D_y	dimensão da cabina na direção do eixo y, largura da cabina;
x_C, y_C	posição do centro C da cabina em relação às coordenadas transversais da guia;
x_S, y_S	posição da suspensão S em relação às coordenadas transversais da guia;
x_P, y_P	posição da massa P do carro em relação às coordenadas transversais da guia;
x_{CP}, y_{CP}	posição do centro da gravidade da massa P do carro em relação ao centro C da cabina;
S	suspensão do carro;
C	centro da cabina;
P	centro de gravidade da massa do carro;
Q	centro de gravidade da carga nominal;
→	direção do carregamento;
1,2,3,4	centro da porta da cabina 1, 2, 3 ou 4;

ABNT NBR 16042:2012

x_i, y_i posição da porta da cabina, $i = 1, 2, 3$ ou 4 ;

n número de guias;

h distância entre cursores do carro;

x_Q, y_Q posição da carga nominal Q em relação às coordenadas transversais da guia;

x_{CQ}, y_{CQ} distância entre o centro da cabina C e a carga nominal Q nas direções dos eixos x e y .

G.7.1 Configuração geral

Ver Figura G.2.

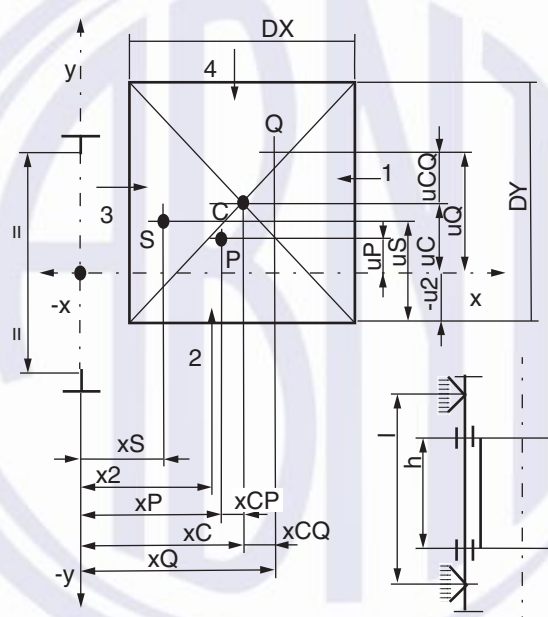


Figura G.2 – Configuração geral

G.7.1.1 Atuação do freio de segurança**G.7.1.1.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo Y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo X da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição da carga:

Caso 1, relativo ao eixo x (ver Figura G.3).

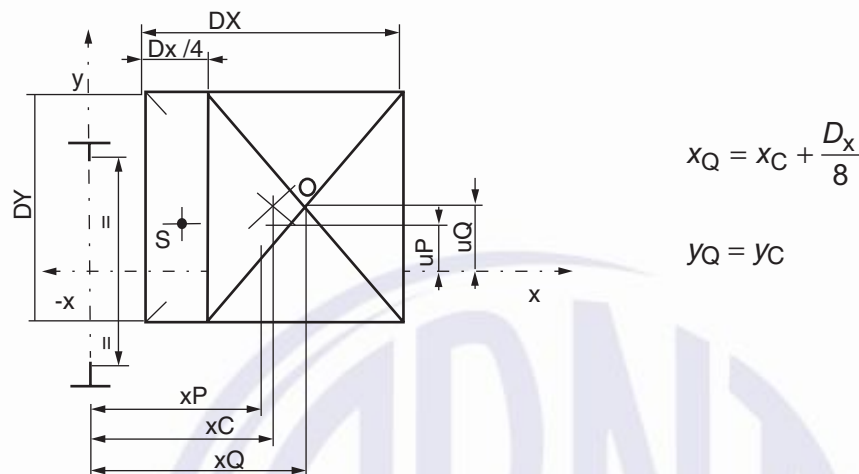


Figura G.3 – Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x

Caso 2, relativo ao eixo y (ver Figura G.4).

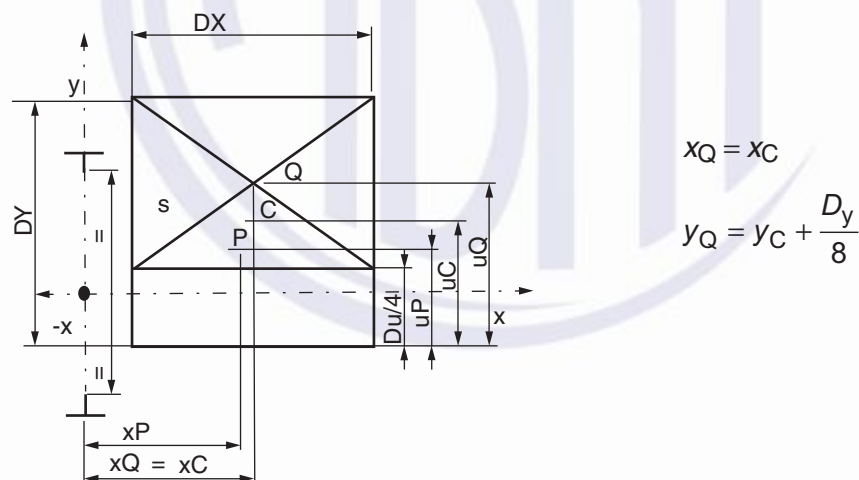


Figura G.4 – Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y

G.7.1.1.2 Flambagem

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

ABNT NBR 16042:2012**G.7.1.1.3 Tensão combinada**⁶

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{adm}$$

G.7.1.1.4 Flexão do boleto⁶

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.1.1.5 Deflexões⁶

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.1.2 Uso normal, em funcionamento**G.7.1.2.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo X da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição da carga:

Caso 1, relativo ao eixo x (ver G.7.1.1.1).

Caso 2, relativo ao eixo y (ver G.7.1.1.1).

⁶ Estas equações se aplicam aos casos de distribuição de carga 1 e 2, ver G.7.1.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

G.7.1.2.2 Flambagem

No uso normal, em funcionamento, a flambagem não ocorre.

G.7.1.2.3 Tensão combinada ⁷

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.1.2.4 Flexão do boleto ⁸

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.1.2.5 Deflexões ⁸

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.1.3 Uso normal, em carregamento

Ver Figura G.5.

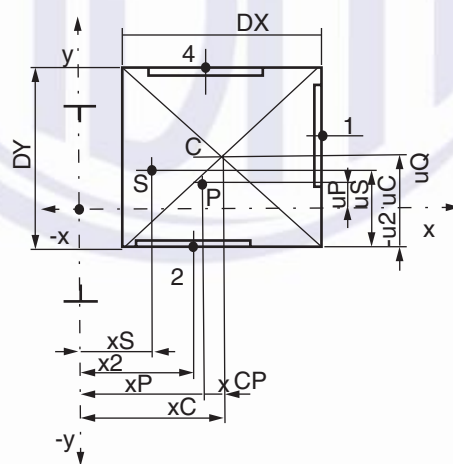


Figura G.5 – Configuração em carregamento

⁷ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.1.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

⁸ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.1.1.1.

ABNT NBR 16042:2012**G.7.1.3.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{g_n \cdot [P \cdot (x_P - x_S) - F_S \cdot (x_i + x_S)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{g_n \cdot [P \cdot (x_P - y_S) - F_S \cdot (x_i + x_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

G.7.1.3.2 Flambagem

No uso normal, em carregamento, a flambagem não ocorre.

G.7.1.3.3 Tensão combinada⁹

$$\sigma_m = \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.1.3.4 Flexão do boleto

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.1.3.5 Deflexões

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm} \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.2 Cabina centralmente guiada e suspensa**G.7.2.1 Atuação do freio de segurança****G.7.2.1.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

⁹ Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição da carga

Caso 1, relativo ao eixo x (ver Figura G.6).

P e Q no mesmo lado é o pior caso, portanto, Q no eixo x.

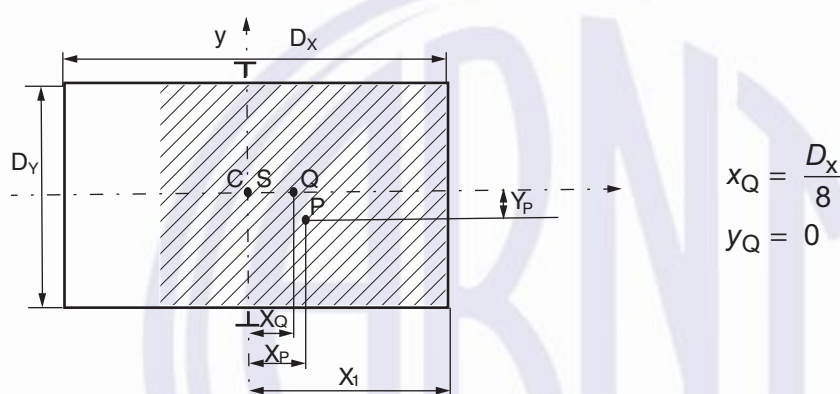


Figura G.6 – Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x

Caso 2, relativo ao eixo y (ver Figura G.7).

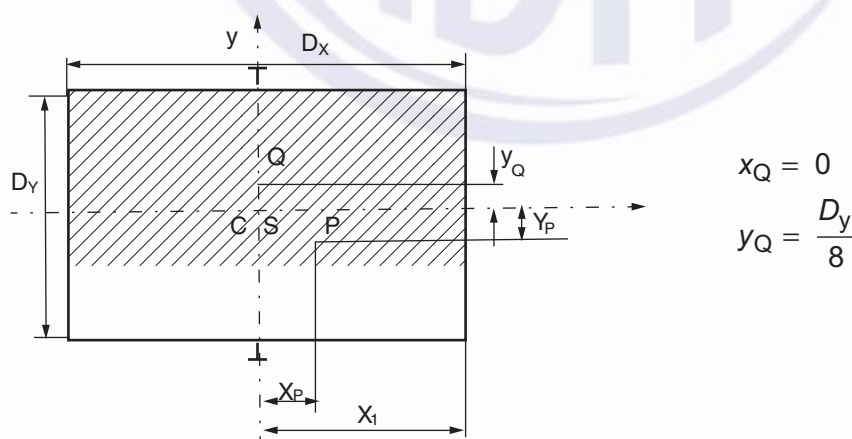


Figura G.7 – Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y

G.7.2.1.2 Flambagem

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{2}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

ABNT NBR 16042:2012**G.7.2.1.3 Tensão combinada**¹⁰

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{adm}$$

G.7.2.1.4 Flexão do boleto¹⁰

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.2.1.5 Deflexões¹⁰

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm} \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.2.2 Uso normal, em funcionamento**G.7.2.2.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição da carga:

Caso 1, relativo ao eixo x (ver G.7.2.1.1).

Caso 2, relativo ao eixo y (ver G.7.2.1.1).

G.7.2.2.2 Flambagem

No uso normal, em funcionamento, a flambagem não ocorre.

¹⁰ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.2.1.1.

G.7.2.2.3 Tensão combinada ¹¹

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.2.2.4 Flexão do boleto ¹²

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.2.2.5 Deflexões ¹²

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.2.3 Uso normal, em carregamento**G.7.2.3.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{g_n \cdot (P \cdot x_P + F_S \cdot x_1)}{2 \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{g_n \cdot (P \cdot y_P + F_S \cdot y_1)}{h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

G.7.2.3.2 Flambagem

No uso normal, em carregamento, a flambagem não ocorre.

G.7.2.3.3 Tensão combinada ¹³

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

¹¹ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.2.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

¹² Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.2.1.1.

¹³ Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

ABNT NBR 16042:2012**G.7.2.3.4 Flexão do boleto**

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.2.3.5 Deflexões

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.3 Cabina guiada e suspensa excêntrica**G.7.3.1 Atuação do freio de segurança****G.7.3.1.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição de carga

Caso 1, relativo ao eixo x (ver Figura G.8).

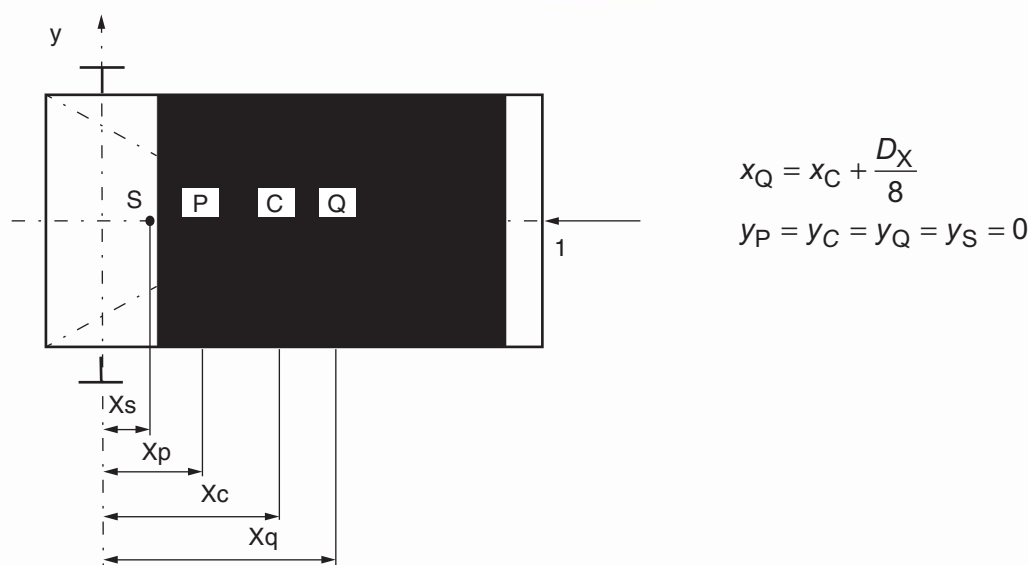


Figura G.8 – Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x

Caso 2, relativo ao eixo y (ver Figura G.9).

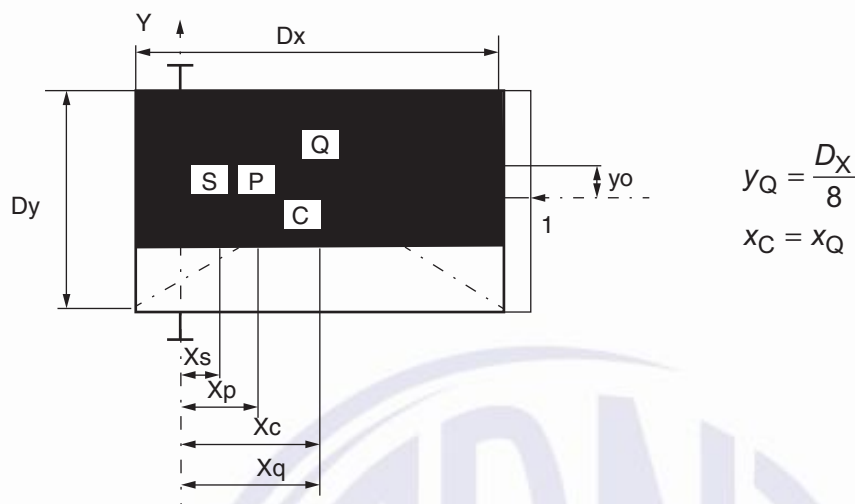


Figura G.9 – Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y

G.7.3.1.2 Flambagem

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

G.7.3.1.3 Tensão combinada ¹⁴

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{adm}$$

G.7.3.1.4 Flexão do boleto ¹⁵

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.3.1.5 Deflexões

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

¹⁴ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.3.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

¹⁵ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.3.1.1.

ABNT NBR 16042:2012**G.7.3.2 Uso normal, em funcionamento****G.7.3.2.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição de carga:

Caso 1, relativo ao eixo x (ver G.7.2.1.1).

Caso 2, relativo ao eixo y (ver G.7.2.1.1).

G.7.3.2.2 Flambagem

No uso normal, em funcionamento, a flambagem não ocorre.

G.7.3.2.3 Tensão combinada¹⁶

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.3.2.4 Flexão do boleto¹⁷

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.3.2.5 Deflexões¹⁷

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

¹⁶ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.3.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas, para obtenção das dimensões mínimas da guia.

¹⁷ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.3.1.1.

G.7.3.3 Uso normal, em carregamento

Ver Figura G.10.

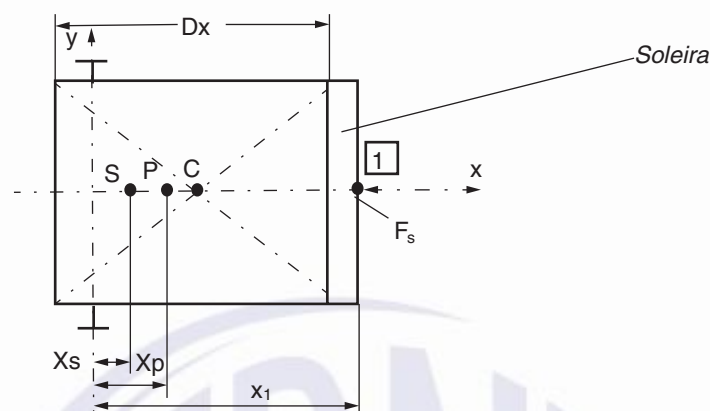


Figura G.10 – Configuração em carregamento

G.7.3.3.1 Tensão de flexão

- a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{g_n \cdot [P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_1 - x_s)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

- b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = 0$$

G.7.3.3.2 Flambagem

No uso normal, em carregamento, a flambagem não ocorre.

G.7.3.3.3 Tensão combinada ¹⁸

$$\sigma_m = \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.3.3.4 Flexão do boleto

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.3.3.5 Deflexões

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_v} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0$$

¹⁸ Se $\sigma_{\text{adm}} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

Caso 2, relativo ao eixo y (ver Figura G.12).

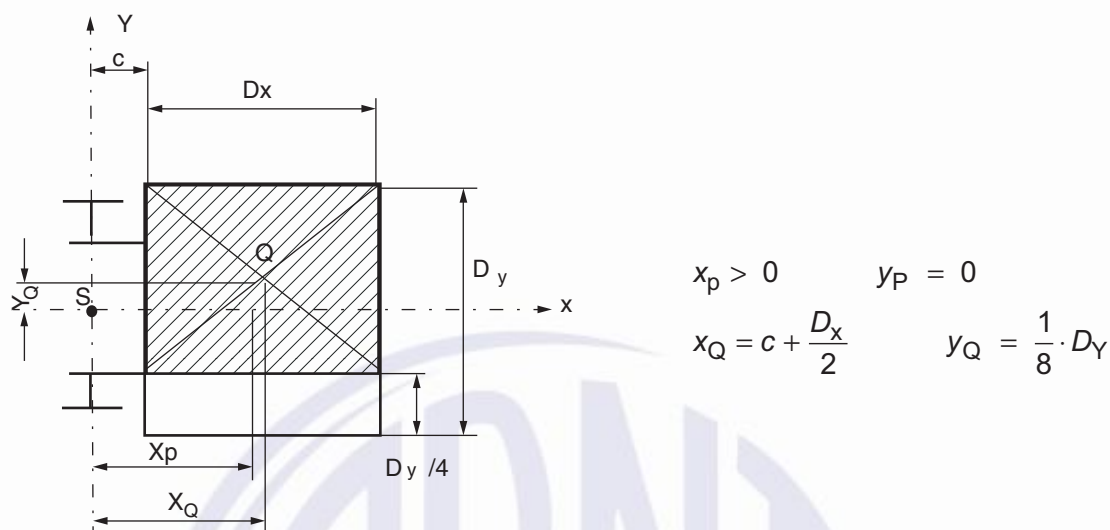


Figura G.12 – Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y

G.7.4.1.2 Flambagem

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

G.7.4.1.3 Tensão combinada ¹⁹

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{adm}$$

G.7.4.1.4 Flexão do boleto ²⁰

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.4.1.5 Deflexões ²⁰

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

¹⁹ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.4.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$ as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

²⁰ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.4.1.1.

ABNT NBR 16042:2012**G.7.4.2 Uso normal, em funcionamento****G.7.4.2.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição da carga:

Caso 1, relativo ao eixo x (ver G.7.4.1.1).

Caso 2, relativo ao eixo y (ver G.7.4.1.1).

G.7.4.2.2 Flambagem

No uso normal, em funcionamento, a flambagem não ocorre.

G.7.4.2.3 Tensão combinada ²¹

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.4.2.4 Flexão do boleto ²²

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.4.2.5 Deflexões ²²

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

²¹ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.4.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

²² Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.4.1.1.

ABNT NBR 16042:2012**G.7.4.3.2 Flambagem**

No uso normal, em carregamento, a flambagem não ocorre.

G.7.4.3.3 Tensão combinada ²³

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.4.3.4 Flexão do boleto

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.4.3.5 Deflexões

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.5 Elevador panorâmico – Configuração geral

Os seguintes exemplos são baseados em cabinas panorâmicas com guia e suspensão excêntricas.

G.7.5.1 Atuação do freio de segurança**G.7.5.1.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

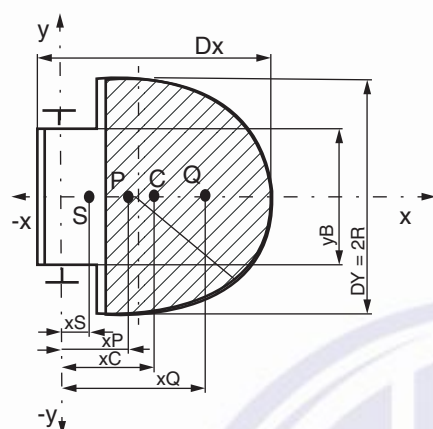
b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

²³ Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

Distribuição de carga:

Caso 1, relativo ao eixo x (ver Figura G.15).

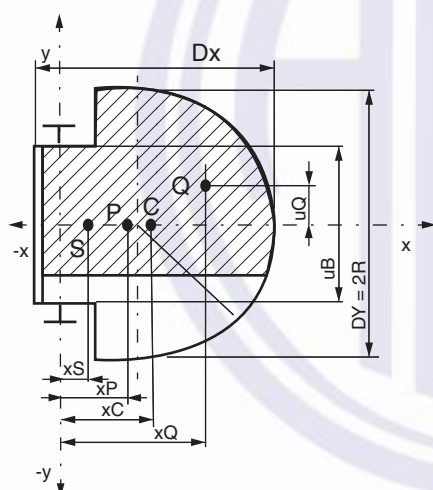


x_Q = A alavanca x_Q representa a distância do centro de gravidade da área marcada, que é igual a $\frac{3}{4}$ do total da área coberta pela cabine.

$$y_Q = 0$$

Figura G.15 – Distribuição da carga – Caso 1, relativo ao eixo x

Caso 2, relativo ao eixo y (ver Figura G.16).



As alavancas x_Q e y_Q representam as distâncias do centro de gravidade da área marcada, que é igual a $\frac{3}{4}$ do total da área coberta pela cabine.

Figura G.16 – Distribuição da carga – Caso 2, relativo ao eixo y

G.7.5.1.2 Flambagem

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}, \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

G.7.5.1.3 Tensão combinada ²⁴

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{adm}$$

²⁴ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.5.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

ABNT NBR 16042:2012**G.7.5.1.4 Flexão do boleto** ²⁴

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.5.1.5 Deflexões ²⁴

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{adm}$$

G.7.5.2 Uso normal, em funcionamento**G.7.5.2.1 Tensão de flexão**

a) Tensão de flexão relativa ao eixo y da guia, devido à força na guia:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h}, \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

b) Tensão de flexão relativa ao eixo x da guia, devido à força na guia:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h}, \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}, \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Distribuição de carga:

Caso 1, relativo ao eixo x (ver G.7.5.1.1).

Caso 2, relativo ao eixo y (ver G.7.5.1.1).

G.7.5.2.2 Flambagem

No uso normal, em funcionamento, a flambagem não ocorre.

G.7.5.2.3 Tensão combinada ²⁵

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.5.2.4 Flexão no boleto ²⁵

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

²⁵ Estas equações se aplicam a ambos os casos de distribuição de carga de G.7.5.1.1. Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

ABNT NBR 16042:2012**G.7.5.3.4 Flexão no boleto ²⁷**

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{adm}$$

G.7.5.3.5 Deflexões

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{adm}, \quad \delta_y = 0$$



²⁷ Se $\sigma_{adm} < \sigma_m$, as equações de G.5.2.3 podem ser usadas para obtenção das dimensões mínimas da guia.

Anexo H (normativo)

Componentes eletrônicos – Exclusão de falhas

As falhas a serem consideradas no equipamento elétrico de um elevador estão listadas em 14.1.1.1.

Em 14.1.1, é declarado que certas falhas podem ser excluídas nas condições especificadas.

A exclusão de falhas somente deve ser considerada quando os componentes forem aplicados dentro dos limites mais desfavoráveis de suas características, valor, temperatura, umidade, tensão e vibrações.

A Tabela H.1 define as condições dentro das quais as falhas consideradas em 14.1.1.1 e) podem ser excluídas.

Na tabela:

- a) “NÃO” quer dizer que a falha deve ser considerada;
- b) sem indicação quer dizer que a falha não é importante.

COMPONENTE	EXCLUSÃO DA FALHA POSSÍVEL					CONDIÇÕES	OBSERVAÇÕES
	CIRCUITO ABERTO	CURTO-CIRCUITO	MUDANÇA PARA VALOR MAIOR	MUDANÇA PARA VALOR MENOR	MUDANÇA DE FUNÇÃO		
1 Componentes passivos							
1.1 Resistor fixo	NÃO	a)	NÃO	a)		a) Somente para resistores de filme com o filme resistivo envernizado ou selado e com conexões axiais de acordo com normas IEC aplicáveis, e para resistores de fios, se for em única camada, protegidos com esmalte ou selados.	
1.2 Resistor ajustável	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO			
1.3 Resistor não linear NTC, PTC, VDR, IDR	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO			
1.4 Capacitor	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO			
1.5 Componentes indutivos: bobina, indutância	NÃO	NÃO		NÃO			
2 Semicondutores							
2.1 Diodo, LED	NÃO	NÃO			NÃO		Mudança de função refere-se à mudança no valor da corrente reversa.
2.2 Diodo zener	NÃO	NÃO		NÃO	NÃO		Mudança para valor menor refere-se à mudança da tensão de zener. Mudança de função refere-se à mudança no valor da corrente reversa.

ABNT NBR 16042:2012

Tabela H.1 (continuação)

COMPONENTE	EXCLUSÃO DA FALHA POSSÍVEL					CONDIÇÕES	OBSERVAÇÕES
	CIRCUITO ABERTO	CURTO-CIRCUITO	MUDANÇA PARA VALOR MAIOR	MUDANÇA PARA VALOR MENOR	MUDANÇA DE FUNÇÃO		
2.3 Tiristor, Triac, GTO	NÃO	NÃO			NÃO		Mudança de função refere-se a disparo automático ou bloqueio de componentes.
2.4 Optoacoplador	NÃO	a)			NÃO	a) A falha pode ser excluída se o optoacoplador estiver de acordo com a IEC 60747-5 e a tensão de isolamento for no mínimo igual à indicada na tabela abaixo.	Circuito aberto significa falta de condução elétrica em um dos dois componentes básicos (LED e fototransistor). Curto-circuito significa ligação direta entre eles.
						Tabela 1 da IEC 60664-1:2007.	
						<div> <div>Tensões fase a terra derivadas da tensão do sistema de alimentação (até e incluso Vrms e C.C.)</div> <div>Séries preferenciais de tensões de impulso em V, resistidas pela instalação</div> </div>	
						<div> <div>50</div> <div>100</div> <div>150</div> <div>300</div> <div>600</div> <div>1 000</div> </div> <div> <div>Categoria III</div> <div>800</div> <div>1 500</div> <div>2 500</div> <div>4 000</div> <div>6 000</div> <div>8 000</div> </div>	
2.5 Circuito híbrido	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO		
2.6 Circuito integrado	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO		Mudança de função para oscilação, porta 'e' tornar-se porta 'ou' etc.
3 Miscelâneas							
3.1 Bornes, terminais, plugues	NÃO	a)				<p>a) O curto-circuito de bornes pode ser excluído se os valores mínimos estiverem de acordo com a IEC 60664-1:2007 e com os seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o grau de poluição é 3; - o grupo de material é III; - o material é heterogêneo; - a coluna "material de circuito impresso" da Tabela 4 não é usada. <p>Estes são os valores mínimos absolutos que podem ser encontrados na unidade de conexão, não as dimensões nominais ou valores teóricos.</p> <p>Se a proteção do borne for IP5X ou melhor, a distância de fuga pode ser reduzida para o valor de 3 mm para 250 Vrms.</p>	
3.2 Tubo néon	NÃO	NÃO					

Tabela H.1 (continuação)

COMPONENTE	EXCLUSÃO DA FALHA POSSÍVEL					CONDIÇÕES	OBSERVAÇÕES
	CIRCUITO ABERTO	CURTO-CIRCUITO	MUDANÇA PARA VALOR MAIOR	MUDANÇA PARA VALOR MENOR	MUDANÇA DE FUNÇÃO		
3.3 Transformador	NÃO	a)	b)	b)		a) b) As falhas podem ser excluídas na condição de que a tensão de isolamento entre os enrolamentos e o núcleo esteja de acordo com a EN 61558-2-1, e a tensão de trabalho seja a tensão mais alta permitida pela EN 61558-2-1:1997, Tabela 6, entre condutor ativo e terra.	Curto-circuito abrange: curto-circuito no enrolamento primário ou no secundário ou entre os enrolamentos primário e secundário. Mudança de valor refere-se à mudança de relação pelo curto-circuito parcial em um enrolamento.
3.4 Fusível		a)				a) Pode ser excluída se o fusível for corretamente dimensionado, e construído de acordo com as normas IEC aplicáveis.	O curto-circuito refere-se ao curto-circuito do fusível queimado.
3.5 Relé	NÃO	a) b)				a) Curtos-circuitos entre contatos, e entre contatos e bobina podem ser excluídos se o relé atender aos requisitos de 13.2.2.3 desta norma. b) A solda de contatos não pode ser excluída. Todavia, se o relé for construído com contatos do tipo de intertravamento mecanicamente forçado, e de acordo com a EN 60947-5-1, aplica-se o requerido em 13.2.1.3 desta Norma.	
3.6 Placas de circuito impresso	NÃO	a)				a) O curto-circuito pode ser excluído, desde que: - a especificação geral do PCB esteja de acordo com a ABNT NBR IEC 62326-1; - o material básico esteja de acordo com as especificações da EN 60249-2-3 e/ou EN 60249-2-2; - o PCB seja construído de acordo com os requisitos acima e os valores mínimos de acordo com a IEC 60664-1 e com os seguintes critérios: - o grau de poluição é 3; - o grupo de material é III; - o material é heterogêneo; A coluna "material de circuito impresso" da Tabela 4 não é usada. Isto significa que a distância de fuga é de 4 mm e a separação de 3 mm para 250 Vrms. Para outras tensões, ver a IEC 60664-1:2007. Se a proteção do PCB for IP5X ou melhor, ou o material aplicado for de qualidade superior, a distância de fuga pode ser reduzida até 3 mm para 250 Vrms. Para placas multicamadas incluindo pelo menos três camadas ou outro material fino de isolamento, o curto-circuito pode ser excluído (ver EN 60950).	

ABNT NBR 16042:2012

Tabela H.1 (continuação)

COMPONENTE	EXCLUSÃO DA FALHA POSSÍVEL					CONDIÇÕES	OBSERVAÇÕES
	CIRCUITO ABERTO	CURTO-CIRCUITO	MUDANÇA PARA VALOR MAIOR	MUDANÇA PARA VALOR MENOR	MUDANÇA DE FUNÇÃO		
4 Montagem de componentes em placas de circuito impresso (PCB)	NÃO	a)				a) O curto-circuito pode ser excluído se o curto-circuito do próprio componente puder ser excluído e o componente for montado de tal maneira que a distância de fuga e de separação não são reduzidas abaixo dos valores mínimos aceitáveis, como mencionados em 3.1 e 3.6 desta Tabela, tampouco pela técnica de montagem nem pelo próprio PCB.	

NOTA Reconhece-se que algumas situações perigosas são provenientes da possibilidade de curto-circuito de um ou vários contatos de segurança ou pela interrupção local do condutor comum (terra) combinado com uma ou várias outras falhas. É boa prática seguir as recomendações para diretrizes de projeto dadas a seguir quando a informação for coletada do circuito de segurança com o propósito de controle, controle remoto, controle de alarme etc.:

- a) Projetar a placa e os circuitos com distâncias em concordância com as especificações 3.1 e 3.6 da Tabela H.1.
- b) Organizar a conexão comum para o circuito de segurança no circuito impresso de tal maneira que os contactores e os contactores auxiliares mencionados em 14.1.2.4 se desliguem quando o circuito comum na placa de circuito impresso for interrompido.
- c) Fazer sempre a análise de falhas para o circuito de segurança como mencionado em 14.1.2.3 e de acordo com a EN ISO 14121-1. Se modificações ou acréscimos forem feitos após a instalação do elevador, fazer novamente a análise de falhas envolvendo os equipamentos novos e os existentes.
- d) Sempre utilizar resistores externos (fora do elemento) como dispositivos de proteção de elementos de entrada.
- e) Resistores internos do dispositivo não podem ser considerados seguros.
- f) Somente utilizar os componentes dentro dos limites de especificação do fabricante.
- g) Considerar as tensões inversas vindas de circuitos eletrônicos. Em alguns casos, problemas podem ser resolvidos usando-se circuitos separados galvanicamente.
- h) O aterramento deve estar de acordo com a ABNT NBR 5410.

Anexo I **(normativo)**

Ensaaios de impacto pendular

I.1 Generalidades

Os ensaios para atender aos requisitos estabelecidos em 7.2.3.3, 8.3.2.2 e 8.6.6.2 devem ser realizados de acordo o descrito em I.2 a I.4.

I.2 Aparelhagem de ensaio

I.2.1 Dispositivo de impacto com pêndulo duro

O dispositivo de impacto com pêndulo duro deve ser um corpo de acordo com a Figura I.1. Este corpo consiste em um anel de impacto feito de aço S 235 JR, de acordo com a EN 10025, e em um recipiente feito de aço E 295, de acordo com a EN 10025. A massa total deste corpo deve atingir até $10 \text{ kg} \pm 0,01 \text{ kg}$ por enchimento com bolas de chumbo de diâmetro $3,5 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$.

I.2.2 Dispositivo de impacto com pêndulo macio

O dispositivo de impacto com pêndulo macio deve ser um saco de chumbinho de acordo com a Figura I.2, feito de couro, que é cheio com bolas de chumbo de diâmetro $3,5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ até uma massa total de $45 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$.

I.2.3 Suspensão do dispositivo de impacto com pêndulo

O dispositivo de impacto com pêndulo deve ser suspenso por um cabo de aço de aproximadamente 3 mm de diâmetro, de tal modo que a distância horizontal entre a extremidade externa do dispositivo de impacto de suspensão livre e a folha a ser ensaiada não exceda 15 mm.

O comprimento do pêndulo (extremidade inferior do olhal para ponto de referência do dispositivo de impacto) deve ser pelo menos 1,5 m.

I.2.4 Dispositivo de puxar e disparar

O dispositivo de impacto com pêndulo suspenso deve ser afastado da folha por um dispositivo de puxar e disparar e então levantado até a altura de queda requerida em J.4.2 e J.4.3. O dispositivo de disparar não pode proporcionar impulso adicional ao dispositivo de impacto com pêndulo no momento do desarme.

I.3 Folhas

A folha de porta deve ser completa, incluindo seus elementos de guia; a folha de fechamento deve possuir o tamanho e as fixações projetadas. As folhas devem estar afixadas a uma armação ou outra construção adequada, de tal modo que, nos pontos de fixação, nenhuma deformação seja possível nas condições de ensaio (fixação firme).

ABNT NBR 16042:2012

A folha deve ser submetida a ensaios com o acabamento de fabricação projetado (bordas acabadas, furos etc.).

I.4 Procedimento de ensaio

I.4.1 Os ensaios devem ser realizados a uma temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. As folhas de vidro devem ser armazenadas imediatamente antes dos ensaios, permanecendo por pelo menos 4 h nesta temperatura.

I.4.2 O ensaio com pêndulo duro deve ser realizado com o dispositivo de acordo com I.2.1 e com a altura de queda de 500 mm (ver Figura I.3).

I.4.3 O ensaio com pêndulo macio deve ser realizado com o dispositivo de acordo com I.2.2 e com a altura de queda de 700 mm (ver Figura I.3).

I.4.4 O dispositivo de impacto com pêndulo deve atingir a altura requerida e ser desarmado. Ele deve bater no meio da largura da folha e a uma altura de $1,0\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$ acima do nível do piso planejado para a folha.

A altura de queda é a distância vertical entre os pontos de referência (ver Figura I.3).

I.4.5 Somente é exigido um ensaio para cada um dos dispositivos referidos em I.2.1 e I.2.2, nesta ordem. Os dois ensaios devem ser realizados na mesma folha.

I.5 Interpretação dos resultados

Os requisitos desta Norma são considerados atendidos se após os ensaios não houver:

- a) dano total da folha;
- b) trincas na folha;
- c) furos na folha;
- d) desprendimento de seus elementos de guia;
- e) deformação permanente nos elementos de guia;
- f) dano na superfície do vidro, exceto uma marca de 2 mm de diâmetro máximo e sem trincas, depois da repetição com sucesso do ensaio do pêndulo macio.

I.6 Relatório dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem conter pelo menos as seguintes informações:

- a) o nome e o endereço do laboratório que fez os ensaios;
- b) a data dos ensaios;
- c) as dimensões e a construção da folha;

- d) a fixação da folha;
- e) a altura de queda nos ensaios;
- f) o número de ensaios realizados;
- g) a assinatura do responsável por estes ensaios.

I.7 Exceções para os ensaios

Se forem usadas folhas de vidro de acordo com as Tabelas I.1 e I.2, os ensaios de impacto com pêndulo não precisam ser feitos, uma vez que tais folhas satisfazem os ensaios.

Tabela I.1 – Folhas de vidro plano para fechamento da cabina

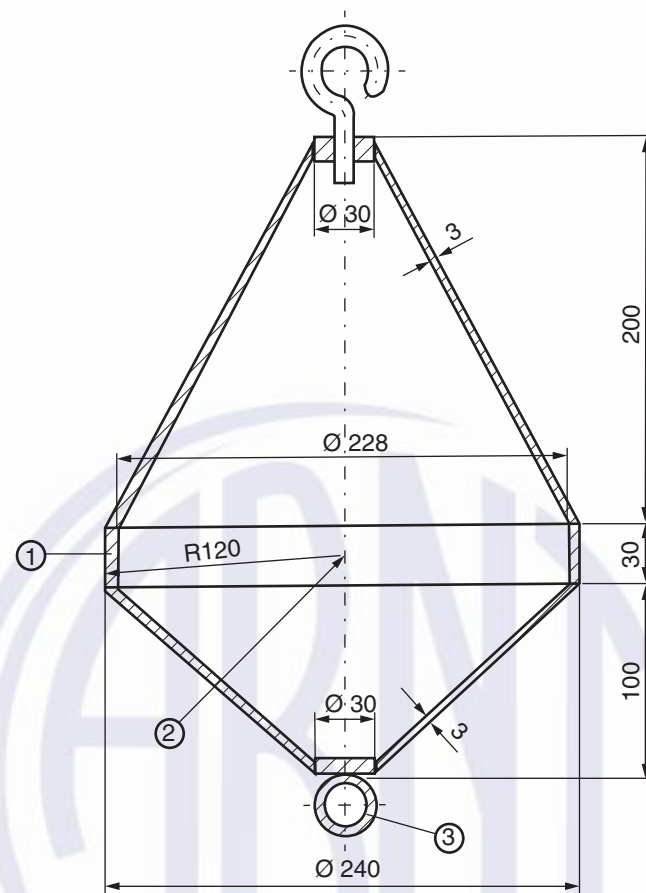
Tipo de vidro	Diâmetro do círculo inscrito	
	1 m máx.	2 m máx.
	Espessura mínima mm	Espessura mínima mm
Laminado endurecido	8 (4 + 4 + 0,76)	10 (5 + 5 + 0,76)
Laminado	10 (5 + 5 + 0,76)	12 (6 + 6 + 0,76)

Tabela I.2 – Folhas de vidro plano para portas tipo corrediça horizontal

Tipo de vidro	Espessura mínima mm	Largura mm	Altura livre da porta m	Fixação das folhas de vidro
Laminado endurecido	16 (8 + 8 + 0,76)	360 até 720	2,1 máx.	Duas fixações (superior e inferior)
Laminado	16 (8 + 8 + 0,76)	300 até 720	2,1 máx.	Três fixações (superior, inferior e uma lateral)
	10 (6 + 4 + 0,76) (5 + 5 + 0,76)	300 até 870	2,1 máx.	Todos os lados

Os valores desta Tabela são válidos na condição de que, nos casos de três ou quatro fixações, os perfis estejam ligados rigidamente um ao outro.

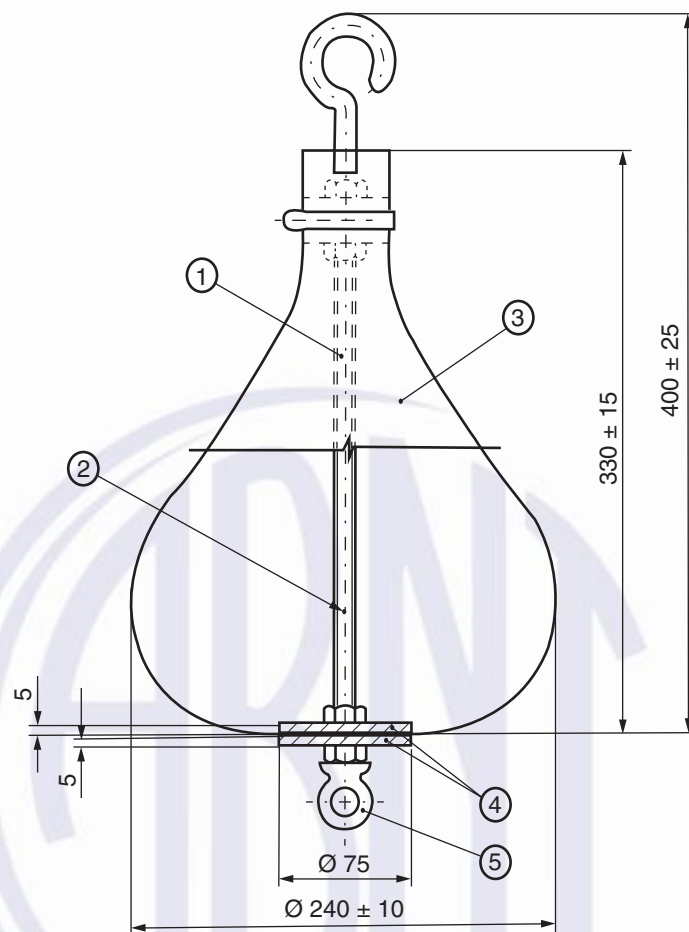
ABNT NBR 16042:2012



Legenda

- 1 anel de impacto
- 2 ponto de referência para a medida da altura de queda
- 3 ligação do dispositivo de disparar

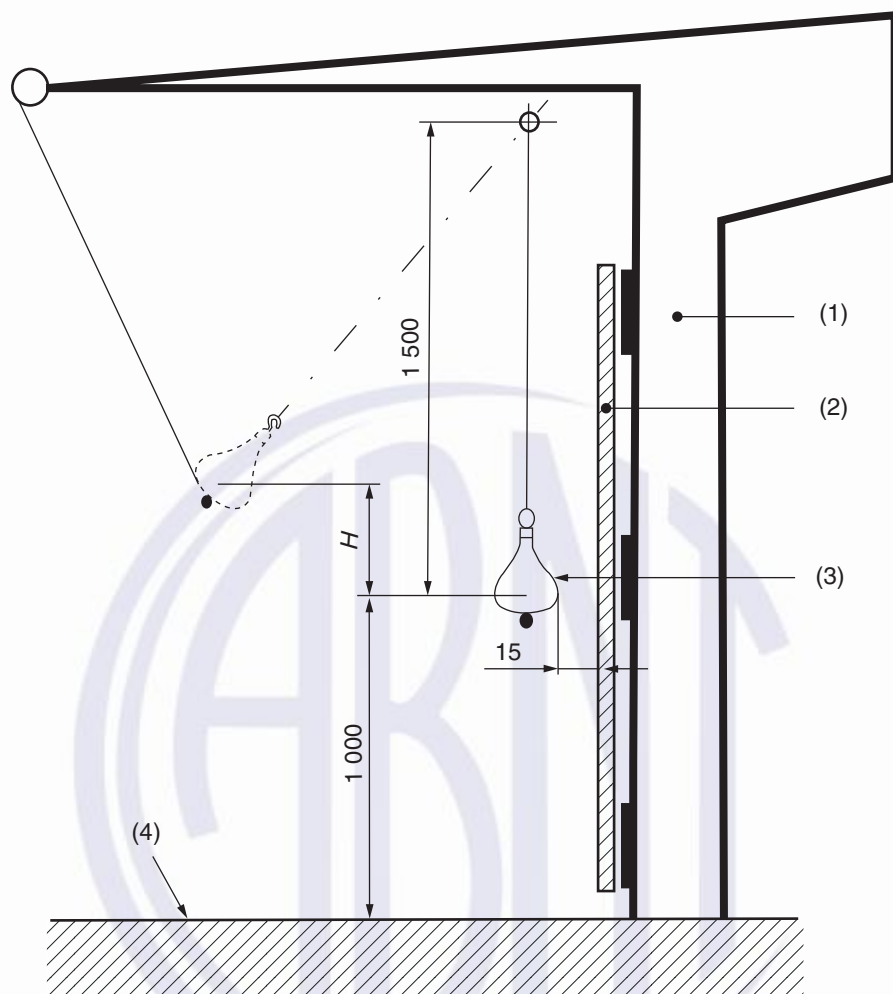
Figura I.1 – Dispositivo de impacto com pêndulo duro

**Legenda**

- 1 tirante roscado
- 2 ponto de referência para a medida da altura de queda no plano do diâmetro máximo
- 3 saco de couro
- 4 discos de aço
- 5 ligação do dispositivo de disparar

Figura I.2 – Dispositivo de impacto com pêndulo macio

ABNT NBR 16042:2012



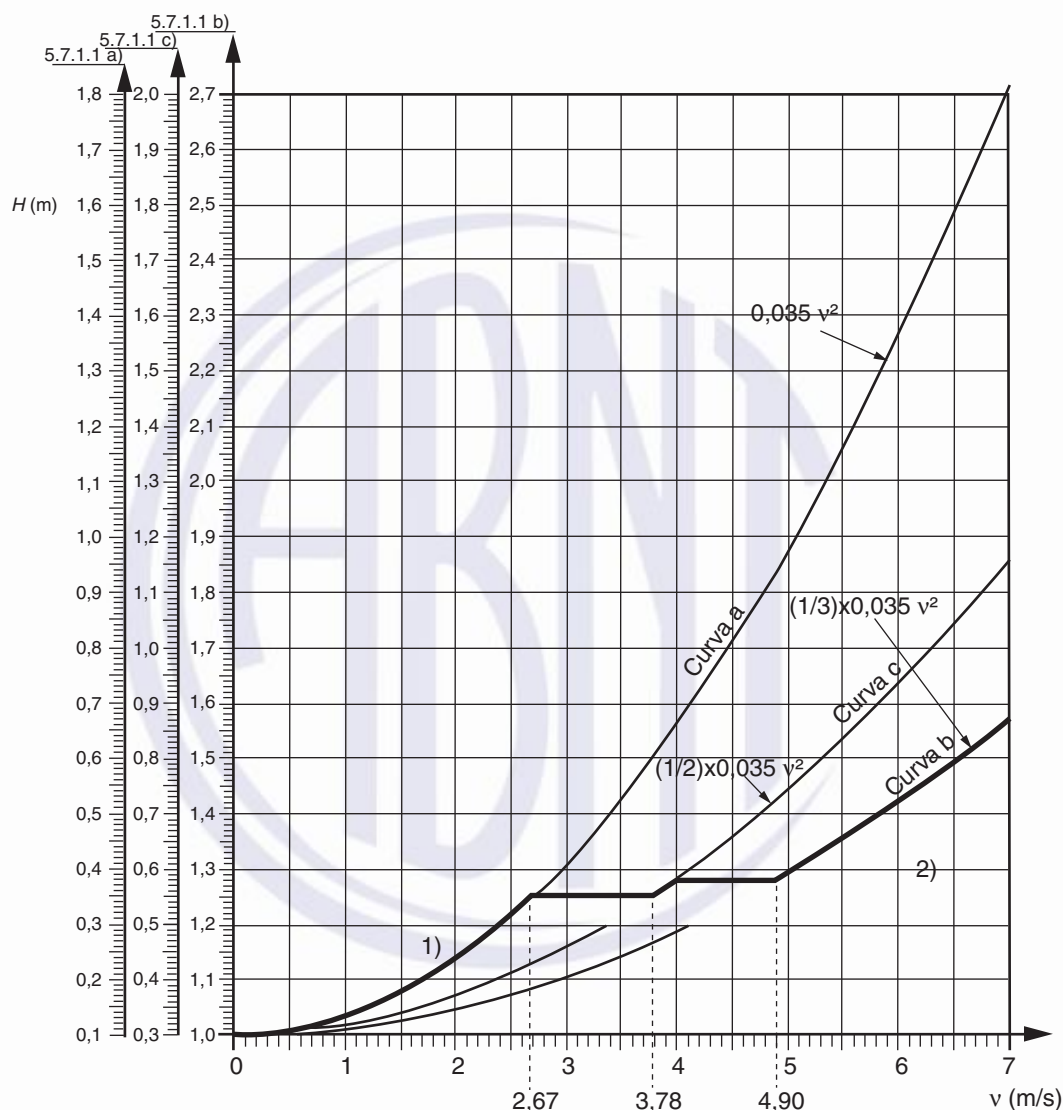
Legenda

- 1 armação
- 2 folha de vidro a ser ensaiada
- 3 dispositivo de impacto
- 4 nível do piso em relação à folha de vidro a ser ensaiada
- H altura de queda

Figura I.3 – Aparelhagem de ensaio

Anexo J (normativo)

Folgas superiores



Legenda

v velocidade nominal

H folgas superiores

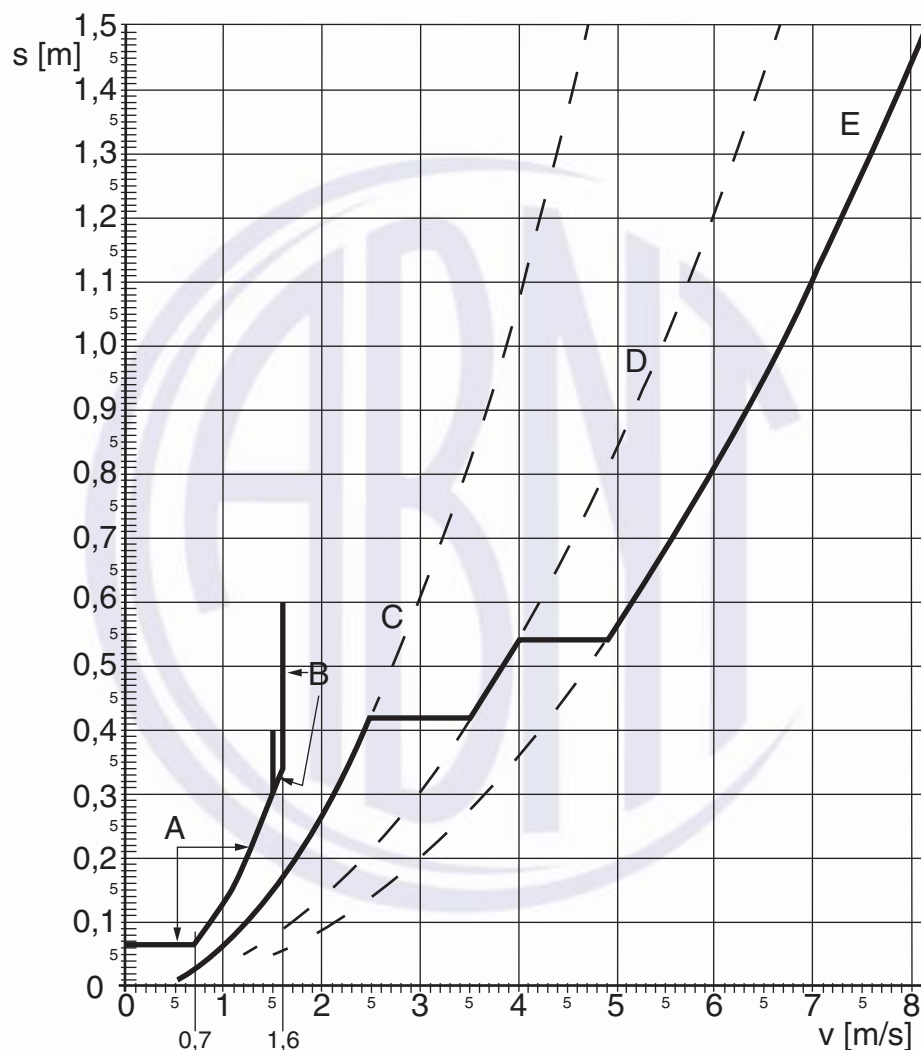
- A linha grossa “a” representa a folga de segurança mínima possível, considerando as vantagens mais favoráveis proporcionadas por 5.7.1.3.
- A área “b” contém os valores que podem ser obtidos pelo cálculo apresentado em 5.7.1.4, no caso de elevadores com polias de compensação instaladas com o dispositivo antipulo. Este dispositivo somente é exigido para velocidades nominais acima de 3,5 m/s, mas não é proibido para velocidades abaixo deste valor.

Estes valores dependem do projeto do dispositivo antipulo e do percurso do elevador.

Figura J.1 – Gráfico ilustrando as folgas superiores (5.7.1)

Anexo K (normativo)

Percursos requeridos dos para-choques



Legenda

s percurso dos para-choques

v velocidade nominal

A acumulação de energia (ver 10.4.1.1)

B acumulação de energia com movimento de retorno amortecido (ver 10.4.2)

C dissipação de energia sem redução do percurso (ver 10.4.3.1)

D dissipação de energia com redução para 0,5 (ver 10.4.3.2 a))

E dissipação de energia com redução para 0,33 (ver 10.4.3.2 b))

NOTA A linha grossa representa o percurso mínimo possível, considerando todas as vantagens de 10.4.3.

Figura K.1 – Gráfico ilustrando os percursos requeridos dos para-choques (10.4)

Anexo L (informativo)

Avaliação da tração para suspensão com cabos de aço

L.1 Introdução

Convém que a tração seja assegurada durante todo o tempo, levando-se em conta:

- a) viagem normal;
- b) carregamento da cabina ao nível do piso;
- c) desaceleração devido a uma parada de emergência.

Contudo, considerações devem ser feitas para permitir que o deslizamento ocorra se o carro estiver 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, de acordo com a experiência, seguros tendo em vista as margens de segurança embutidas. Assim, os elementos seguintes não necessitam ser levados em consideração em detalhes:

- a) construção do cabo;
- b) tipo e quantidade de lubrificação;
- c) material de polias e cabos;
- d) tolerâncias de fabricação.

L.2 Cálculo da tração

Aplicam-se as seguintes equações:

- 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 para-choques e máquina girando no sentido de subida):

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

onde

f é o coeficiente de atrito aparente;

ABNT NBR 16042:2012

α é o ângulo de abraçamento dos cabos na polia motriz, expresso em radianos (rad);

T_1, T_2 são as forças nos cabos em ambos os lados da polia motriz.

L.2.1 Avaliação de T_1 e T_2 **L.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 e com 125 % da carga nominal.

L.2.1.2 Condição de freada de emergência

A relação dinâmica 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).

Convém que cada elemento em movimento seja considerado com sua própria taxa de aceleração, levando em conta o efeito de tração da instalação.

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

- a) 0,5 m/s² para casos normais;
- b) 0,8 m/s² quando são usados para-choques de percurso reduzido.

L.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).

L.2.2 Avaliação do coeficiente de atrito**L.2.2.1 Considerações sobre ranhuras****L.2.2.1.1 Ranhuras U (semicirculares e ranhuras semicirculares recortadas)**

Para o cálculo do coeficiente de atrito aparente, convém que a seguinte equação seja usada:

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

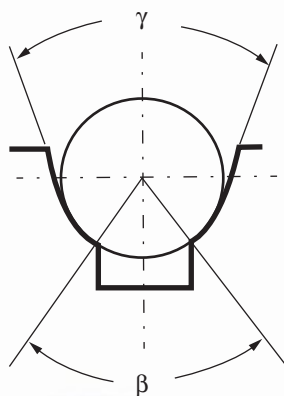
onde

β é o valor do ângulo do recorte, expresso em radianos (rad) (ver Figura M.1);

γ é o valor do ângulo da ranhura, expresso em radianos (rad) (ver Figura M.1);

μ é o coeficiente de atrito entre a polia de aço/ferro fundido e o cabo de aço;

f é o coeficiente de atrito aparente.

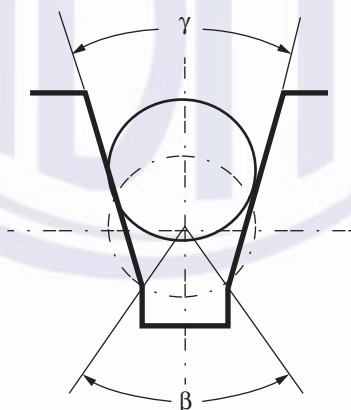
**Figura L.1 – Ranhura semicircular recortada**

Convém que o valor máximo do ângulo do recorte β não exceda 106° (1,83 rad), o qual corresponde a 80 % do recorte.

Convém que o valor do ângulo da ranhura γ seja dado pelo fabricante, de acordo com o projeto das ranhuras. Convém que em nenhum caso ele seja menor que 25° (0,43 rad).

L.2.2.1.2 Ranhuras V

Se a ranhura (ver Figura M.2) não for submetida a um processo adicional de endurecimento, com o objetivo de limitar a redução da tração pelo desgaste, é necessário o recorte.

**Figura L.2 – Ranhura V recortada**

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

a) no caso de carregamento do carro e freada de emergência:

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

— Para ranhuras endurecidas (temperadas):
$$f = \mu \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

ABNT NBR 16042:2012

b) no caso da condição carro retido:

— Para ranhuras endurecidas e não endurecidas

$$f = \mu \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

onde

β é o valor do ângulo do recorte, expresso em radianos (rad);

γ é o valor do ângulo da ranhura, expresso em radianos (rad);

μ é o coeficiente de atrito entre o cabo de aço e a polia de aço/ferro fundido;

f é o fator de atrito.

Convém que o valor máximo do ângulo de recorte β não exceda 106° (1,83 rad), o qual corresponde a 80 % do recorte.

Convém que em nenhum caso, o ângulo γ seja menor que 35° para elevadores.

L.2.2.2 Considerações sobre o coeficiente de atrito

Ver Figura M.3.

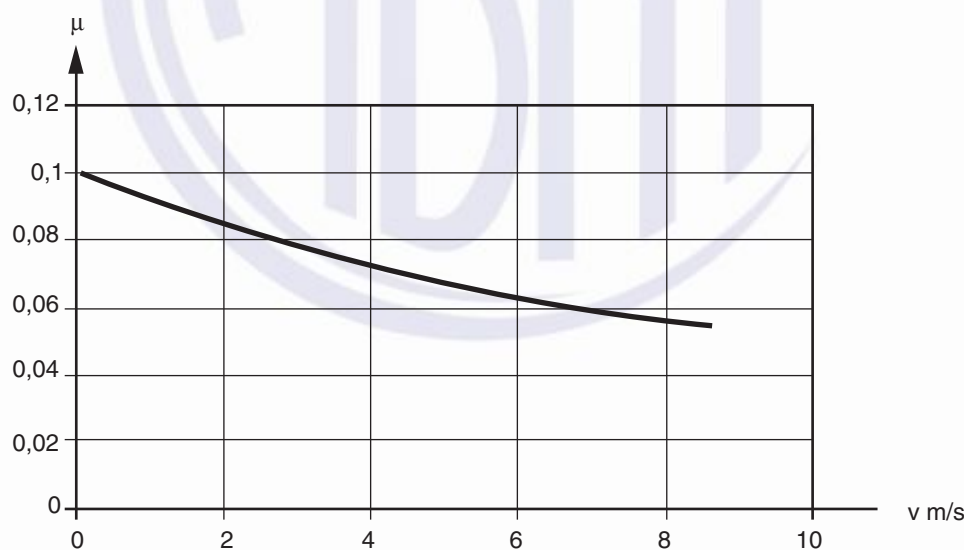


Figura L.3 – Coeficiente de atrito mínimo

Aplicam-se os valores seguintes:

a) condição de carregamento:

$$\mu = 0,1$$

b) condição de freada de emergência:

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

c) condição de carro parado:

$$\mu = 0,2$$

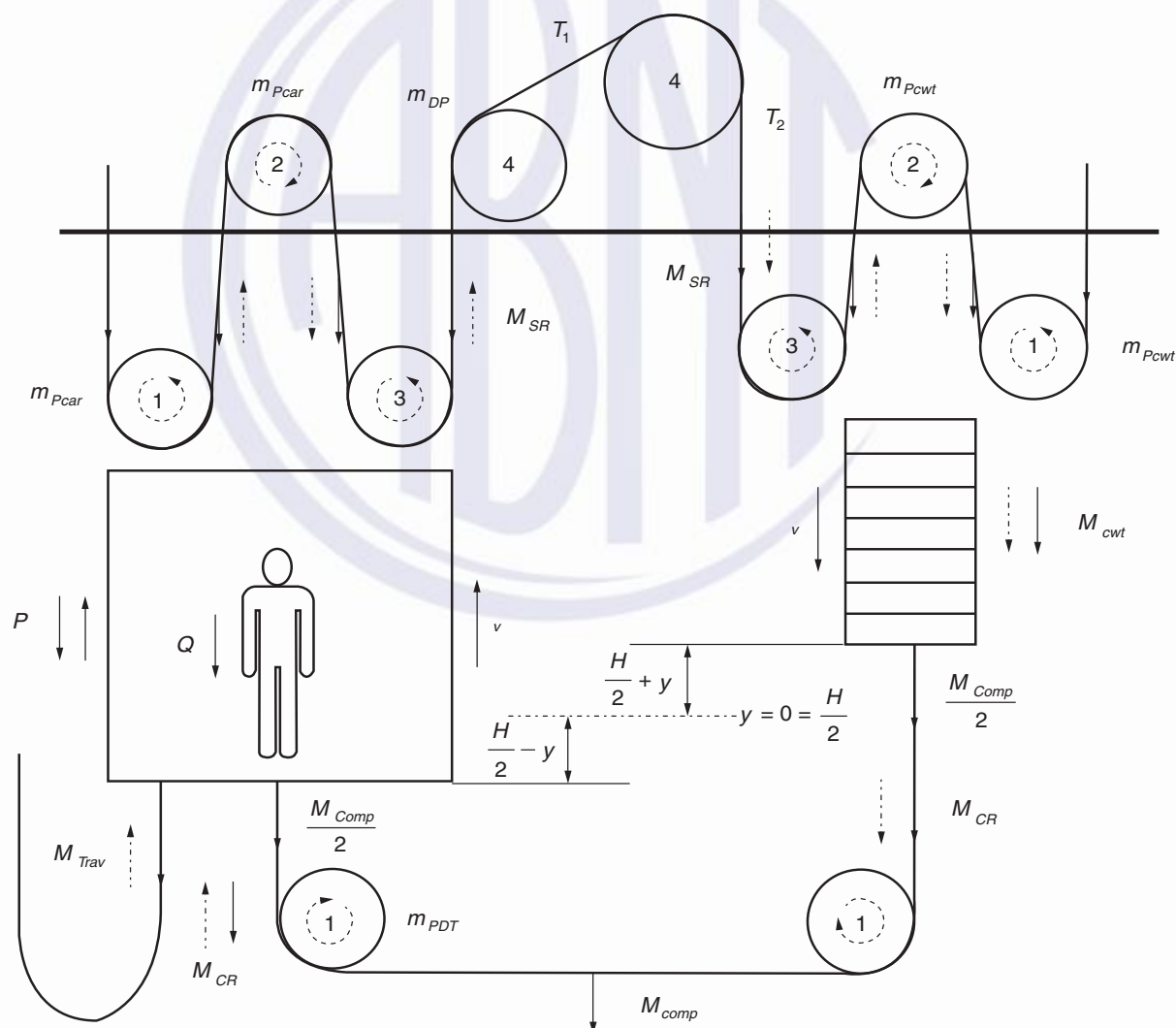
onde

μ é o coeficiente de atrito;

v é a velocidade do cabo com o carro na velocidade nominal.

L.3 Exemplo prático

Ver Figura M.4.



Legenda

1, 2, 3, 4 fator de velocidade das polias (por exemplo, $2 = 2 \cdot v_{car}$)

Figura L.4 – Caso geral

ABNT NBR 16042:2012

O seguinte se aplica:

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

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

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

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

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

Condições:

- I somente para o carro na posição extrema superior;
- II polia defletora do lado do carro ou do contrapeso;
- III somente para o efeito de tração > 1;
- IV somente para o contrapeso na posição extrema mais alta;
- V somente para o efeito de tração > 1.

onde

- m_{Pcar} é a massa reduzida da polia do lado da cabina J_{Pcar}/R^2 , expressa em quilogramas (kg);
- m_{Pcwt} é a massa reduzida da polia do lado do contrapeso J_{Pcar}/R^2 , expressa em quilogramas (kg);
- m_{PTD} é a massa reduzida da polia para o dispositivo de tensão (duas polias) J_{Pcar}/R^2 , expressa em quilogramas (kg);
- m_{DP} é a massa reduzida da polia defletora do lado da cabina/contrapeso J_{Pcar}/R^2 , expressa em quilogramas (kg);
- n_S é o número de cabos de suspensão;
- n_C é o número de cabos/corrente de compensação;
- n_t é o número de cabos de comando;
- P são as massas do carro vazio e de componentes suportados pelo carro, por exemplo, parte do cabo de comando, cabos/correntes de compensação (se existentes) etc., expressas em quilogramas (kg);

Q	é a carga nominal, expressa em quilogramas (kg);
M_{cwt}	é a massa do contrapeso, incluindo a massa da polia, expressa em quilogramas (kg);
M_{SR}	é a massa real dos cabos de suspensão $[(0,5H \pm y) \times n_s \times \text{peso do cabo por unidade de comprimento}]$, expressa em quilogramas (kg);
M_{Srcar}	é a massa M_{SR} do lado do carro, expressa em quilogramas (kg);
M_{SRcwt}	é a massa M_{SR} do lado do contrapeso, expressa em quilogramas (kg);
M_{CR}	é a massa dos cabos/correntes de compensação $[(0,5H \pm y) \times n_c \times \text{peso do cabo por unidade de comprimento}]$, expressa em quilogramas (kg);
M_{CRcar}	é a massa M_{CR} do lado do carro, expressa em quilogramas (kg);
M_{CRcwt}	é a massa M_{CR} do lado do contrapeso, expressa em quilogramas (kg);
M_{Trav}	é a massa do cabo de comando $[(0,25H \pm 0,5y) \times n_t \times \text{peso do cabo de comando por unidade de comprimento}]$, expressa em quilogramas (kg);
M_{Comp}	é a massa do dispositivo tensor, incluindo as massas das polias, expressa em quilogramas (kg);
FR_{car}	é a força de atrito nos componentes da caixa (rendimento dos mancais do lado do carro e atrito nas guias etc.), expressa em newtons (N);
FR_{cwt}	é a força de atrito nos componentes da caixa (rendimento dos mancais do lado do contrapeso e atrito nas guias etc.), expressa em newtons (N);
H	é o comprimento do percurso, expresso em metros (m);
y	é a cota indicativa da posição do carro no percurso, expressa em metros (m), sendo $(0,5H \rightarrow y = 0)$;
T_1, T_2	são as forças exercidas sobre o cabo, expressas em newtons (N);
r	é o efeito de tração;
a	é a desaceleração do carro, expressa em metros por segundo ao quadrado (m/s^2);
g_n	é a aceleração-padrão da gravidade, expressa em metros por segundo ao quadrado (m/s^2);
i_{Pcar}	é o número de polias do lado do carro (sem polias defletoras);
i_{Pcwt}	é o número de polias do lado do contrapeso (sem polias defletoras);
\rightarrow	é a força estática;
\longrightarrow	é a força dinâmica;
f	é o coeficiente de atrito aparente;
α	é o ângulo de abraçamento dos cabos na polia motriz.

Anexo M

(normativo)

Avaliação do coeficiente de segurança para suspensão com cabos de aço

M.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 de aço. Este método leva em consideração:

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

M.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 deslocamento do cabo sobre uma ranhura semicircular, onde o raio desta 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

$N_{equiv(t)}$ é o número equivalente de polias motrizes;

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

M.2.1 Avaliação de $N_{equiv(t)}$

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

Tabela M.1 – Número equivalente de polias

Ranhuras V	ângulo γ	-	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 β	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: $N_{\text{equiv}(t)} = 1$.

M.2.2 Avaliação de $N_{\text{equiv}(p)}$

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

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

onde

N_{ps} é o número de polias com flexões simples;

N_{pr} é o número de polias com flexões reversas;

K_p é o fator de relação entre os diâmetros das polias motriz e de desvio.

com

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

onde

D_t é o diâmetro da polia motriz;

D_p é o diâmetro médio de todas as polias, excluída a polia motriz.

M.3 Coeficiente de segurança

Para um dado projeto de cabo de suspensão, o valor mínimo do coeficiente de segurança pode ser selecionado no gráfico da Figura M.1, levando-se em conta a correta relação de D_t/d_r e o N_{equiv} calculado.

As curvas da Figura M.1 são baseadas nas seguintes equações:

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

onde

S_f é o coeficiente de segurança;

N_{equiv} é o número equivalente de polias;

D_t é o diâmetro da polia motriz;

d_r é o diâmetro dos cabos.

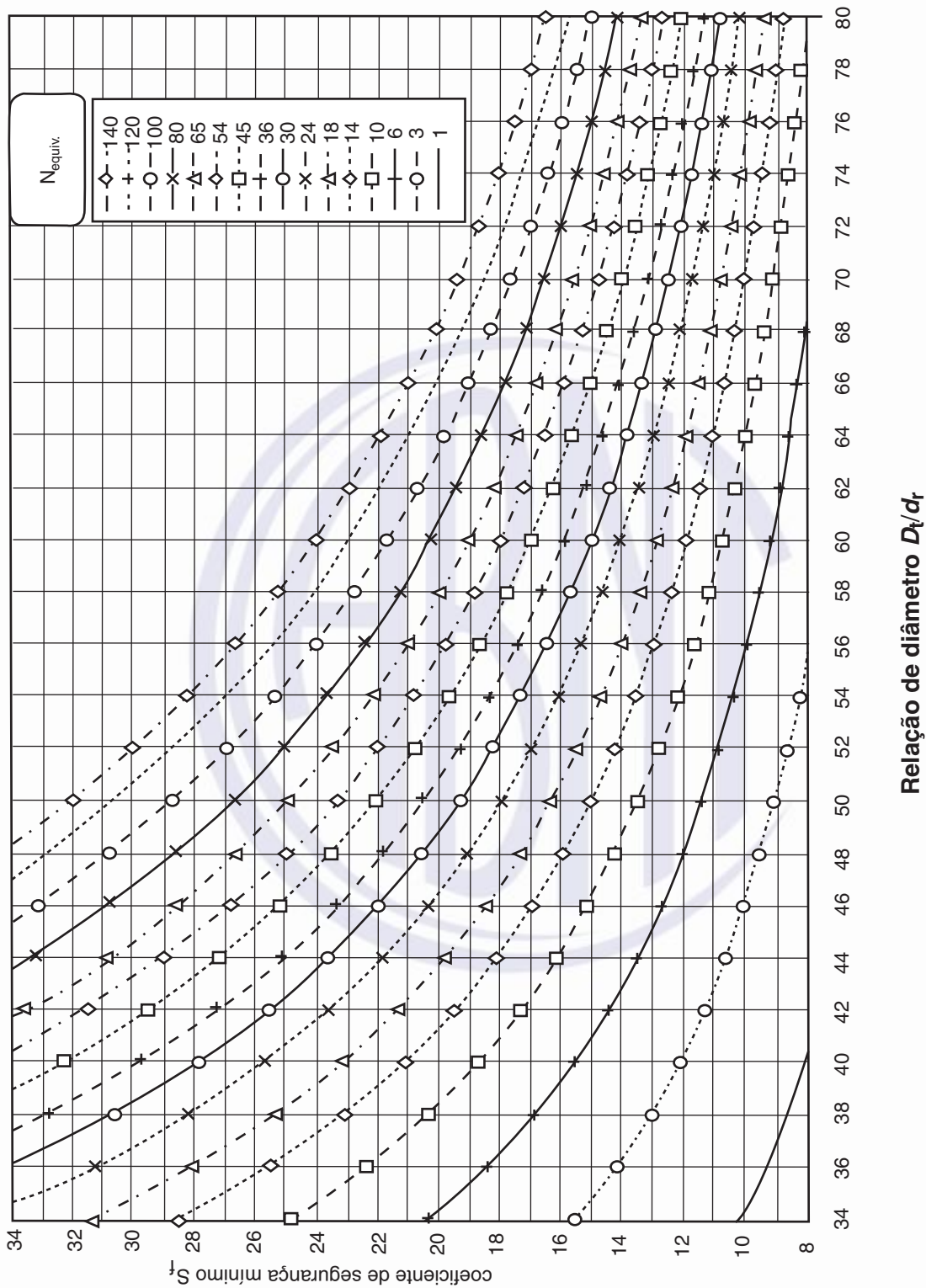
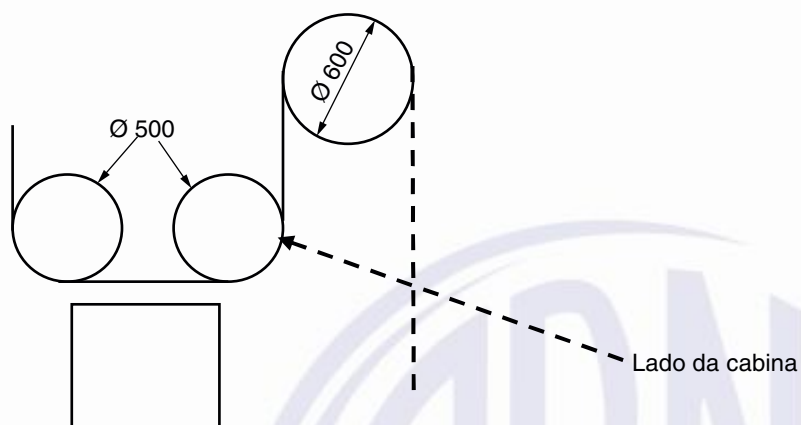


Figura M.1 – Avaliação do coeficiente de segurança mínimo

M.4 Exemplos

Exemplos de cálculo do número equivalente de polias N_{equiv} são dados na Figura M.2.

Exemplo 1



$$V_{\text{ranhura}}, \gamma = 40^\circ$$

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

$$K_p = 2,07$$

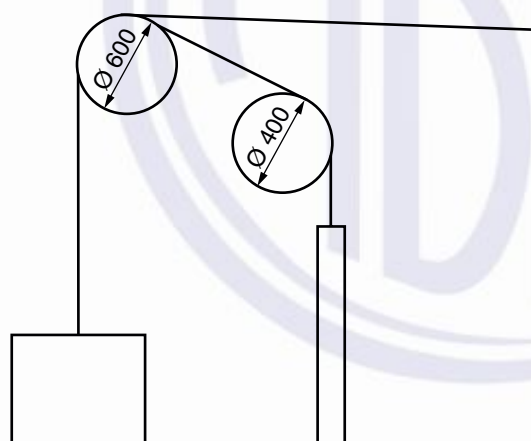
$$N_{\text{equiv}(p)} = 2 \times 2,07 = 4,1$$

$$N_{\text{equiv}} = 11,2$$

Lado da cabina

NOTA Nenhuma flexão reversa devido à polia móvel.

Exemplo 2



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

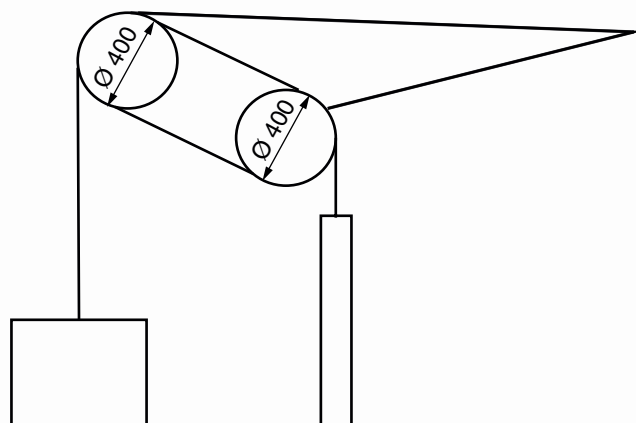
$$N_{\text{equiv}(t)} = 5$$

$$K_p = 5,06$$

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

$$N_{\text{equiv}} = 10,06$$

Exemplo 3



$$U_{\text{ranhura}}$$

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

$$K_p = 1$$

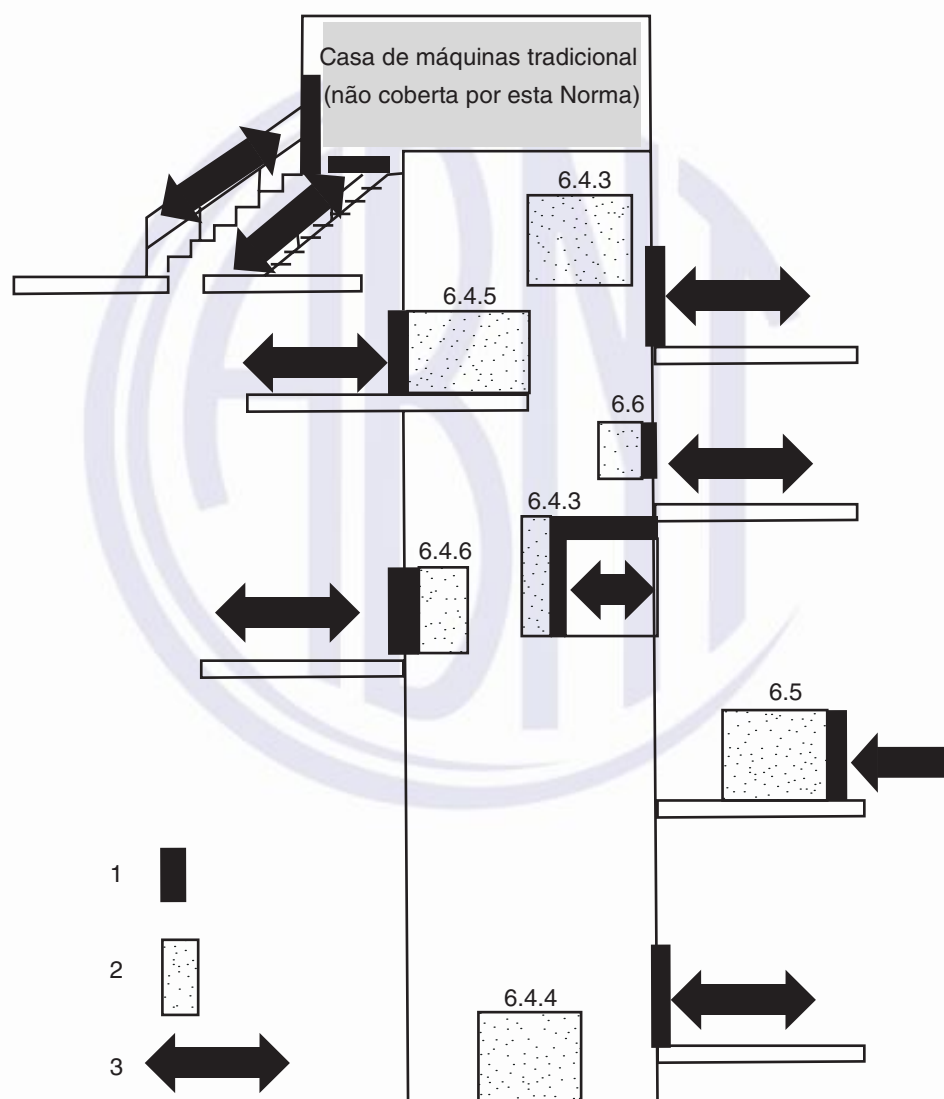
$$N_{\text{equiv}} = 4$$

Figura M.2 – Exemplos de cálculo do número equivalente de polias

Anexo N (informativo)

Espaços das maquinarias – Acessos

Ver Seção 6.



Legenda

- 1 portas e alçapões (ver 6.4.7)
- 2 espaços da maquinaria (ver Seção 6)
- 3 acessos (ver 6.2)

Figura N.1 – Espaços das maquinarias – Acessos (ver Seção 6)