

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
16200

Primeira edição  
19.04.2013

Válida a partir de  
19.05.2013

---

**Elevadores de canteiros de obras para pessoas  
e materiais com cabina guiada verticalmente —  
Requisitos de segurança para construção  
e instalação**

*Builders hoists for persons and materials with vertically guided cages —  
Safety requirements for construction and installation of lifts*

ICS 91.140.90; 91.200

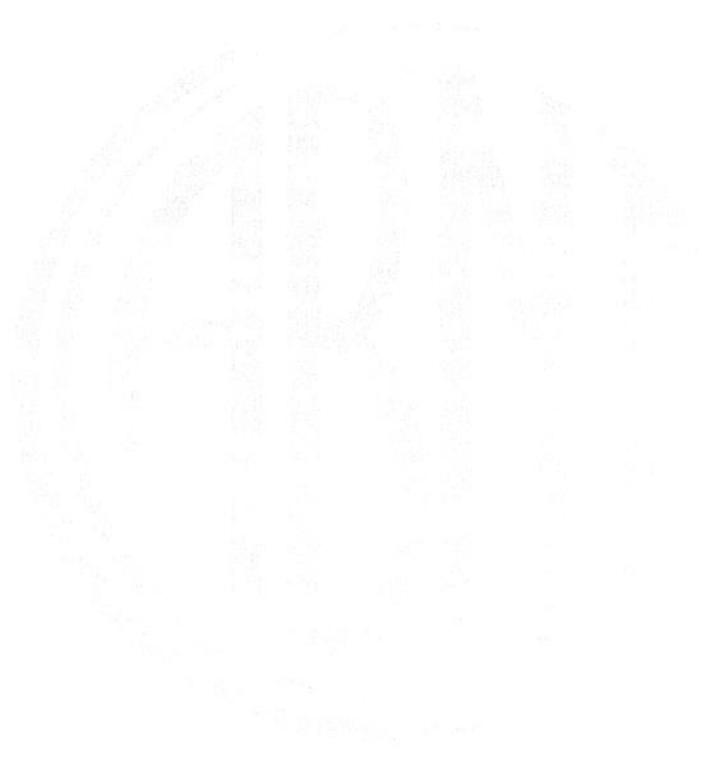
ISBN 978-85-07-04181-8



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA  
DE NORMAS  
TÉCNICAS

Número de referência  
ABNT NBR 16200:2013  
62 páginas

© ABNT 2013



© ABNT 2013

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 .....	vi
Introdução .....	viii
1 Escopo .....	1
2 Referências normativas .....	2
3 Termos e definições .....	4
4 Lista de perigos .....	7
5 Requisitos e/ou medidas de segurança .....	10
5.1 Geral .....	10
5.2 Combinações e cálculos de carga .....	11
5.2.3 Coeficientes de segurança .....	15
5.2.4 Casos de carga – Combinações diferentes de cargas e forças a serem calculadas .....	17
5.2.5 Estabilidade .....	18
5.2.6 Análise da tensão de fadiga dos componentes do sistema de acionamento e freada .....	19
5.3 Estrutura básica .....	19
5.4 Torre, amarrações e para-choques .....	19
5.4.1 Estruturas de guiamento e torres .....	19
5.4.2 Amarrações da torre .....	20
5.4.3 Para-choques .....	20
5.5 Proteção da caixa de corrida e acesso ao pavimento .....	20
5.5.1 Geral .....	20
5.5.2 Fechamento da base do elevador .....	20
5.5.3 Acesso ao pavimento .....	21
5.5.4 Materiais para o fechamento e proteção .....	22
5.5.5 Dispositivos de travamento da porta de pavimento .....	23
5.5.6 Folgas .....	24
5.6 Cabina .....	24
5.6.1 Requisitos gerais .....	24
5.6.2 Freios de segurança contra queda da cabina .....	27
5.6.3 Dispositivo de detecção de sobrecarga .....	28
5.7 Unidade de acionamento .....	29
5.7.1 Requisitos gerais .....	29
5.7.2 Proteção e acessibilidade .....	29
5.7.3 Sistema de suspensão .....	29
5.7.4 Sistema de freada .....	36
5.7.5 Contrapeso (quando existir) .....	37
5.8 Instalações hidráulicas .....	38
5.9 Instalações e aparelhagens elétricas .....	39
5.9.1 Geral .....	39
5.9.2 Proteção contra falhas elétricas .....	39

5.9.3	Proteção contra efeitos de influências externas.....	40
5.9.4	Fiação elétrica .....	40
5.9.5	Contactores e contactores de relés .....	40
5.9.6	Dispositivos elétricos de segurança .....	40
5.9.7	Contatos de segurança.....	41
5.9.8	Iluminação.....	41
5.10	Dispositivos de controle e limitadores.....	41
5.10.1	Geral .....	41
5.10.2	Interruptores limitadores de viagem .....	41
5.10.3	Dispositivo de cabo frouxo .....	42
5.10.4	Acessórios de montagem.....	42
5.10.5	Dispositivos de parada .....	42
5.10.6	Parada da máquina.....	42
5.10.7	Modos de controle .....	43
5.11	Condições de avarias.....	44
5.11.1	Dispositivo de alarme .....	44
5.11.2	Saída de emergência.....	44
5.11.3	Operação de emergência por uma pessoa competente.....	44
5.12	Ruído .....	45
5.12.1	Geral .....	45
5.12.2	Redução de ruídos na fase de projeto .....	45
5.12.3	Medição de emissão de ruído .....	45
6	Verificação .....	45
6.1	Verificação do projeto.....	45
6.2	Ensaaios de verificação especiais .....	48
6.2.1	Introdução.....	48
6.2.2	Dispositivos de travamento para portas de pavimento e portas de cabina .....	49
6.2.3	Freio de segurança de sobrevelocidade e limitadores de velocidade.....	50
6.2.4	Para-choques do tipo de acumulação de energia com movimento de retorno amortecido e para-choques de dissipação de energia .....	52
6.2.5	Válvula de queda .....	52
6.3	Ensaaios de verificação em cada máquina antes da primeira utilização .....	52
7	Informação ao usuário.....	53
7.1	Manual de instruções.....	53
7.1.1	Informações incluídas.....	53
7.1.2	Conteúdo do manual de instruções .....	53
7.2	Marcações.....	59
7.2.1	Placas de características.....	59
7.2.2	Etiqueta de identificação da seção da torre ou guia .....	59
7.2.3	Etiqueta de informação básica do usuário .....	59
7.2.4	Etiqueta na cabina.....	60
7.2.5	Etiqueta no nível térreo .....	60

7.2.6	Etiqueta no dispositivo de sobrevelocidade .....	60
7.2.7	Etiqueta do motor de acionamento .....	60
7.3	Marcação dos elementos de controle .....	60
	Bibliografia.....	62

**Anexo**

<b>Anexo A (normativo) Dispositivos elétricos de segurança .....</b>	<b>61</b>
--	-----------

**Figuras**

Figura 1 – Exemplo de carregamento de acordo com 5.2.3 a).....	12
Figura 2 – Exemplo de carregamento de acordo com 5.2.3 b).....	12
Figura 3 – Carga da caixa igualmente distribuída.....	13
Figura 4 – Exemplo de forças durante o carregamento e descarregamento.....	14
Figura 5 – Exemplo de uma porta de pavimento de plena altura .....	22
Figura 6 – Entrosamento correto do dente do pinhão.....	31
Figura 7 – Entrosamento mínimo do dente do pinhão .....	32
Figura 8 – Engrenamento correto do dente.....	33
Figura 9 – Engrenamento mínimo do dente.....	33
Figura 10 – Terminais de cabos de aço .....	34

**Tabelas**

Tabela 1 – Perigos relacionados ao projeto e construção gerais de elevadores para pessoas e materiais .....	7
Tabela 2 – Perigos específicos relacionados à mobilidade e/ou à habilidade de levantamento de carga de elevadores de pessoas e materiais .....	9
Tabela 3 – Perigos específicos relacionados ao transporte de pessoas de elevadores de pessoas e materiais.....	10
Tabela 4 – Coeficientes de segurança para estruturas metálicas .....	16
Tabela 5 – Coeficientes de segurança para estruturas de alumínio.....	17
Tabela 6 – Casos de carga.....	17
Tabela 7 – Coeficientes de segurança $S_o$ para diversas forças de tombamento .....	18
Tabela 8 – Meios de verificação dos requisitos e/ou medidas de segurança .....	46
Tabela A.1 – Lista de dispositivos elétricos de segurança .....	61

## 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 16200 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos (ABNT/CB-04), pela Comissão de Estudo de Elevadores Elétricos (CE-04:010.13). O seu 1º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 07, de 13.07.2012 a 10.09.2012, com o número de Projeto 04:010.13-007. O seu 2º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 02, de 20.02.2013 a 21.03.2013, com o número de 2º Projeto 04:010.13-007.

Esta Norma é baseada na EN 12159, *Builders hoists for persons and materials with vertically guided cages*.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

## Scope

*This Standard deals with new power operated temporarily installed builders hoists (referred to as "elevadores" in this Standard) intended for use by persons who are permitted to enter sites of engineering and construction, serving landing levels, having a carrier*

- *designed for the transportation of persons or of persons and materials;*
- *guided;*
- *travelling vertically or along a path within 15° max. of the vertical;*
- *supported or sustained by drum driven wire rope, rack and pinion, hydraulic jack (direct or indirect), or an expanding linkage mechanism;*
- *where masts, when erected, may or may not require support from separate structures.*

*The Standard identifies hazards as listed in Clause 4 which arise during the various phases in the life of such equipment and describes methods for the elimination or reduction of these hazards when used as intended by the manufacturer.*

*This Standard does not specify the additional requirements for*

- *operation in severe conditions (e.g. extreme climates, strong magnetic fields);*
- *lightning protection;*

- operation subject to special rules (e.g. potentially explosive atmospheres);
- electromagnetic compatibility (emission, immunity);
- handling of loads the nature of which could lead to dangerous situations (e.g. molten metal, acids/bases, radiating materials, fragile loads);
- the use of combustion engines;
- the use of remote controls;
- hazards occurring during manufacture;
- hazards occurring as a result of mobility;
- hazards occurring as a result of being erected over a public road;
- earthquakes.

*This Standard is not applicable to*

- builders hoists for the transport of goods only; EN 12158-1:2000 e 12158-2:2000;
- lifts according to ABNT NBR NM 207, ABNT NBR NM 267, ABNT NBR 14712;
- work cages suspended from lifting appliances;
- work platforms carried on the forks of fork trucks;
- lifting platforms; EN 1495;
- funiculars;
- lifts specially designed for military purposes;
- mine lifts;
- theatre elevators;
- special purpose lifts.

*This Standard deals with the hoist installation. It includes the base frame and base enclosure but excludes the design of any concrete, hard core, timber or other foundation arrangement. It includes the design of mast ties but excludes the design of anchorage bolts to the supporting structure. It includes the landing gates and their frames but excludes the design of any anchorage fixing bolts to the supporting structure.*

## Introdução

Esta Norma não se aplica a elevadores de canteiro de obras instalados antes de sua publicação.

# Elevadores de canteiros de obras para pessoas e materiais com cabina guiada verticalmente — Requisitos de segurança para construção e instalação

## 1 Escopo

**1.1** Esta Norma aborda os elevadores elétricos novos instalados e operados temporariamente (designados como “elevadores” nesta Norma), utilizados por pessoas autorizadas a entrar em locais de engenharia e construção, atendendo níveis de pavimentos de serviços, contendo uma cabina,

- projetada para o transporte de pessoas ou materiais;
- guiadas;
- que se deslocam verticalmente ou em uma inclinação de no máximo de 15° com a vertical;
- suportada ou suspensa por meio de cabos de aço acionados por tambor, pinhão e cremalheira, pistão hidráulico (direto ou indireto), ou por um mecanismo articulado expansível;
- na qual torres, após montadas, podem ou não necessitar de apoio de estruturas separadas.

**1.2** Esta Norma identifica perigos relacionados na Seção 4 que surgem durante as diversas fases na vida do equipamento e descreve os métodos para a eliminação ou redução desses perigos quando utilizado conforme pretendido pelo fabricante.

**1.3** Esta Norma não especifica requisitos adicionais para:

- operação sob condições severas (por exemplo, climas extremos, campos magnéticos fortes);
- proteção contra descargas atmosféricas;
- operação sujeita a regras especiais (por exemplo, atmosferas potencialmente explosivas);
- compatibilidade eletromagnética (emissão, imunidade);
- manuseio de cargas que poderiam levar a situações perigosas (por exemplo, metal derretido, ácidos/bases, materiais radioativos, cargas frágeis);
- utilização de motores à combustão;
- utilização de controles remotos;
- perigos que ocorrem durante a fabricação;
- perigos que ocorrem devido à mobilização;
- perigos que ocorrem devido à montagem sobre via pública;
- terremotos.

**1.4** Esta Norma não se aplica a:

- elevadores para o transporte somente de materiais;
- elevadores abrangidos pelas ABNT NBR NM 207, ABNT NBR NM 267 e ABNT NBR 14712;
- cabinas de trabalho suspensas por aparelhos de içamento;
- plataformas de trabalho suspensas por empilhadeira manual ou empilhadeira motorizada;
- plataformas de trabalho cobertas pela EN 1495:1997;
- funiculares;
- elevadores especialmente projetados para finalidades militares;
- elevadores de minas;
- elevadores de palco;
- elevadores para finalidades especiais.

**1.5** Esta Norma aborda a instalação do elevador. Ela inclui a armação da base e o fechamento da base, mas não inclui o leiaute da fundação de concreto, com estacas, com madeira ou qualquer outro. Esta Norma inclui o projeto das amarrações da torre, mas não inclui o projeto de parafusos de fixação à estrutura de suporte. Ela inclui as portas de pavimentos e seus batentes, mas não inclui o projeto de quaisquer parafusos de fixação à estrutura de suporte.

## **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 6123, *Forças devidas aos ventos em edificações;*

ABNT NBR 11375, *Tambor para cabo de aço – Padronização*

ABNT NBR 14153, *Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto;*

ABNT NBR 14712, *Elevadores elétricos – Elevadores de carga, monta-carga e elevadores de maca – Requisitos de segurança para projeto, fabricação e instalação;*

ABNT NBR IEC 60529, *Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)*

ABNT NBR ISO 2408, *Cabos de aço para uso geral – Requisitos mínimos*

ABNT NBR ISO 4309, *Equipamentos de movimentação de carga – Cabos de aço – Cuidados, manutenção, instalação, inspeção e descarte*

ABNT NBR ISO 9000, *Sistemas de gestão de qualidade – Fundamentos e vocabulários*

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

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

ABNT NBR NM 267, *Elevadores hidráulicos de passageiros – Requisitos de segurança para a construção e instalação*

ABNT NBR NM 273, *Segurança de máquinas – Dispositivos de intertravamento associados a proteções – Princípios para projeto e seleção*

ABNT NBR NM ISO 213-1, *Segurança de máquinas – Conceitos fundamentais, princípios gerais de projeto Parte 1: Terminologia básica e metodologia*

ABNT NBR NM ISO 213-2, *Segurança de máquinas – Conceitos fundamentais, princípios gerais de projeto Parte 2: Princípios técnicos e especificações*

ABNT NBR NM ISO 272, *Segurança de máquinas – Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis*

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

ABNT NBR NM ISO 13853, *Segurança de máquinas – Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros inferiores*

ABNT NBR NM ISO 13854, *Segurança de máquinas – Folgas mínimas para evitar esmagamento de partes do corpo humano*

ISO 3864-2, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

ISO 6336-1, *Calculation of load capacity of spur and helical gears – Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors*

ISO 6336-2, *Calculation of load capacity of spur and helical gears – Part 2: Calculation of surface durability (pitting)*

ISO 6336-3, *Calculation of load capacity of spur and helical gears – Part 3: Calculation of tooth bending strength*

ISO 6336-5, *Calculation of load capacity of spur and helical gears – Part 5: Strength and quality of materials*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

EN 894-1, *Safety of machinery – Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 1: General principles for human interactions with displays and control actuators*

EN 1495, *Lifting platforms. Mast climbing work platforms*

EN 12158-1, *Builders' hoists for goods – Part 1: Hoists with accessible platforms*

EN 12158-2, *Builders' hoists for goods – Part 2: Inclined hoists with non-accessible load carrying devices*

## ABNT NBR 16200:2013

EN 60204-1 *Safety of machinery. Electrical equipment of machines. General requirements*

EN 60204-32, *Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Requirements for hoisting machines*

EN 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4.1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

EN 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5.1: Control/circuit devices and switching elements. Electromechanical control circuit devices*

EN 1037, *Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

EN 982, *Safety of machinery. Safety requirements for fluid power systems and their components Hydraulics*

EN ISO 4871, *Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment*

EN ISO 11201, *Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions in an essentially free field over a reflecting plane with negligible environmental corrections*

EN ISO 11688-1, *Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment – Part 1: Planning*

EN ISO 11688-2, *Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment – Part 2: Introduction to the physics of low-noise design*

EN ISO 13850, *Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

### 3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR NM 207, ABNT NBR NM 267, ABNT NBR NM 196 e ABNT NBR 6123 e os seguintes

#### 3.1

##### **elevador de canteiro de obras**

instalação de elevação temporária atendendo níveis de pavimentos em locais de engenharia e construção com cabina

#### 3.2

##### **carga nominal**

carga de trabalho

carga máxima que o elevador foi projetado para carregar em serviço

#### 3.3

##### **velocidade nominal**

velocidade da cabina para a qual o equipamento foi projetado

#### 3.4

##### **elevador a cabo de aço**

elevador que utiliza cabo de aço como sistema de suspensão de carga

**3.5**

**acionamento positivo**

acionamento que não utiliza o atrito

**3.6**

**elevador hidráulico**

elevador que utiliza pistão hidráulico para transportar direta ou indiretamente a carga

**3.7**

**elevador de pinhão e cremalheira**

elevador que utiliza pinhão e cremalheira como sistema de suspensão da carga

**3.8**

**mecanismo articulado expansível**

sistema mecânico articulado (por exemplo, tesouras) que suporta e guia a cabina por meio de expansão e contração sob o controle de um atuador

**3.9**

**armação da base**

estrutura mais baixa do elevador sobre a qual são montados todos os demais componentes

**3.10**

**guias**

elementos rígidos que determinam a trajetória da cabina ou do contrapeso (quando existente)

**3.11**

**torre**

estrutura que suporta e guia a cabina e o contrapeso (quando existente)

**3.12**

**seção da torre**

peça indivisível da torre, entre duas juntas adjacentes da torre

**3.13**

**amarração da torre**

sistema de conexão entre a torre e a estrutura do edifício que provê suporte lateral para a torre

**3.14**

**caixa de corrida**

espaço total percorrido pela cabina e sua carga

**3.15**

**trajetória do contrapeso**

espaço total percorrido pelo contrapeso

**3.16**

**cabina**

carregador constituído de piso, paredes, portas e teto

**3.17**

**contrapeso**

qualquer massa utilizada para a compensação de peso

**3.18**

**distância de parada**

distância que a cabina percorre até atingir plena parada quando o controle ou o circuito de segurança é aberto

**3.19**

**freio de segurança de sobrevelocidade**

dispositivo mecânico para parar e manter travada a cabina ou contrapeso na eventualidade de sobrevelocidade

**3.20**

**cabo frouxo**

cabo, normalmente sob tensão, do qual foram retiradas todas as cargas externas

**3.21**

**fixador de cabo**

adaptação na extremidade do cabo de aço para permitir a sua fixação

**3.22**

**pavimento**

nível em edifício ou construção destinado ao carregamento ou descarregamento da cabina

**3.23**

**distância de segurança**

distância aceitável mínima entre qualquer parte móvel do elevador e qualquer ponto do acesso

**3.24**

**guarda-corpo**

equipamento fixo, que não tem portas, utilizado como proteção para evitar que pessoas caiam ou atinjam áreas perigosas

**3.25**

**operação normal**

condições de operação usuais do equipamento quando em uso para transportar cargas, exceto quando em manutenção de rotina, montagem, desmontagem etc.

**3.26**

**em serviço**

condição durante o uso do elevador em que a cabina está em qualquer posição, carregada ou descarregada, movendo-se ou parada

**3.27**

**fora de serviço**

condição de instalação em que a cabina sem carga é posicionada de modo que fique melhor protegida contra o vento. Tal posição normalmente é, mas não necessariamente, no nível térreo

**3.28**

**pessoa competente**

pessoa designada, adequadamente treinada, qualificada por conhecimento e experiência prática, e instruída com as informações necessárias para permitir que os procedimentos requeridos sejam realizados

**3.29**

**polia de desvio**

polia que modifica a direção dos cabos de suspensão

**3.30****carga morta**

peso próprio do equipamento ou estrutura

**4 Lista de perigos**

As listas de perigos apresentadas nas Tabelas 1 a 3 são baseadas nas ABNT NBR NM ISO 213-1 e ABNT NBR NM ISO 213-2.

As Tabelas 1, 2 e 3 mostram os perigos que foram identificados e onde os requisitos correspondentes foram formulados nesta Norma, de modo que o risco seja limitado ou que situações perigosas sejam reduzidas em cada caso.

Perigos não aplicáveis ou não significativos para os quais não há requisitos formulados são mostrados na coluna de subseções pertinentes como n.a. (não aplicável).

**Tabela 1 – Perigos relacionados ao projeto e construção gerais de elevadores para pessoas e materiais**

Item	Perigos	Subseções pertinentes nesta Norma
<b>1</b>	<b>Perigos mecânicos</b>	
1.1	Esmagamento	5.5.2, 5.5.3, 5.5.6, 5.7.2, 7.1.2.7, 7.1.2.8
1.2	Corte	5.5, 5.6.1.2, 5.7.2, 7.1.2.7, 7.1.2.8
1.3	Cortes ou desmembramentos	5.5, 5.6.1.2, 5.7.2, 7.1.2.7, 7.1.2.8
1.4	Entrelaçamento	5.7.2
1.5	Estiramento ou prendimento	5.5.2, 5.5.3, 5.6.1.2, 5.7.2, 7.1.2.7
1.6	Impacto	5.4.3, 5.6.2, 7.1.2.7, 7.1.2.8
1.7	Perfurações e punções	n.a.
1.8	Atrito e abrasão	5.5.2, 5.5.3, 7.1.2
1.9	Ejeção de fluido sob alta pressão	5.7.3.5, 5.8
1.10	Ejeção de peças	5.6.1.2
1.11	Perda de estabilidade	5.2, 5.3, 5.4.1, 5.4.2, 5.6.3, 7.1.2.7.3
1.12	Escorregão, tropeção e queda	5.5, 5.6.1, 5.6.2, 5.7.3.5.8, 7.1.2.7.3
<b>2</b>	<b>Perigos elétricos</b>	
2.1	Contato elétrico	5.9, 7.1.2.7.3
2.2	Fenômenos eletrostáticos	n.a.
2.3	Radiação térmica	n.a.

Tabela 1 (continuação)

Item	Perigos	Subseções pertinentes nesta Norma
2.4	Influências externas	5.7.4.11, 5.9.3
<b>3</b>	<b>Perigos térmicos</b>	
3.1	Queimaduras e escaldaduras	n.a.
3.2	Efeitos de danos à saúde	n.a.
<b>4</b>	<b>Perigos gerados por ruídos</b>	
4.1	Perda de audição	5.12, 7.1.2.2
4.2	Interferência com a fala	5.12, 7.1.2.2
<b>5</b>	<b>Perigos gerados por vibração</b>	n.a.
<b>6</b>	<b>Perigos gerados por radiação</b>	
6.1	Arcos elétricos	n.a.
6.2	Lasers	n.a.
6.3	Fontes de radiação de ionização	n.a.
6.4	Utilização de campos eletromagnéticos de alta frequência (HF)	Perigo não abordado nesta Norma
<b>7</b>	<b>Perigos gerados por materiais e substâncias processados, utilizados ou descarregados por maquinarias</b>	
7.1	Contato ou inalação de fluidos perigosos, gases, névoas, fuligens e poeiras	n.a.
7.2	Fogo ou explosão	n.a.
7.3	Biológico ou microbiológico	n.a.
<b>8</b>	<b>Perigos gerados por negligência aos princípios ergonômicos da maquinaria</b>	
8.1	Posturas não saudáveis ou esforços excessivos	5.1, 5.6.1.3.2, 7.1.2.7.3
8.2	Consideração inadequada da anatomia humana de mãos/braços ou pés/pernas	5.5, 5.7.2, 7.1.2.7
8.3	Negligência no uso de equipamento de proteção individual	n.a.
8.4	Iluminação inadequada de área	5.9.8, 7.1.2.7.3
8.5	Sobrecarga ou inatividade mental, estresse	5.10
8.6	Erro humano	5.6.3, 5.10, 7.1.2.7, 7.1.2.8, 7.2, 7.3
<b>9</b>	<b>Combinações de perigos</b>	Não abordado
<b>10</b>	<b>Perigos causados por falha de fornecimento de energia, quebra de peças de maquinaria e outros desarranjos funcionais</b>	
10.1	Queda de energia elétrica	5.7.4.1, 5.9.2, 5.11, 7.1.2.4.1, 7.1.2.5

Tabela 1 (continuação)

Item	Perigos	Subseções pertinentes nesta Norma
10.2	Ejeção inesperada de peças ou fluidos da máquina	5.7.2.3, 5.7.3.5 5.8
10.3	Falha ou mau funcionamento do sistema de controle	5.10.2.2, 5.10.3, 5.10.6
10.4	Erros de ajustes	5.4.1, 7.1.2.7
10.5	Tombamento, perda inesperada de estabilidade da máquina	5.2, 5.3, 5.4, 7.1.2.7
<b>11</b>	<b>Perigos causados por medidas/meios ausentes e/ou incorretamente posicionados relacionados à segurança</b>	
11.1	Proteções	5.5, 5.6.1.2, 7.1.2.7, 7.1.2.10
11.2	Dispositivos (de proteção) relacionados à segurança	5.5.1, 5.6.1.2, 7.1.2.7, 7.1.2.10
11.3	Dispositivos de partida e parada	5.10.5, 5.10.7, 7.1.2.7, 7.1.2.8
11.4	Avisos e sinalizações de segurança	7.2
11.5	Dispositivos de advertência ou de informação	5.6.3, 7.2
11.6	Dispositivos de desligamento do fornecimento de energia	5.10.6
11.7	Dispositivos de emergência	5.6.2, 5.11, 7.1.2.5, 7.1.2.7, 7.1.2.10
11.8	Meios de alimentação/remoção de peças trabalhadas	n.a.
11.9	Equipamento e acessórios essenciais para ajuste e/ou manutenção com segurança	7.1.2.5, 7.1.2.7, 7.1.2.10
11.10	Gases liberados por equipamentos	n.a.

Tabela 2 – Perigos específicos relacionados à mobilidade e/ou à habilidade de levantamento de carga de elevadores de pessoas e materiais

Item	Perigos	Subseções pertinentes nesta Norma
	<b>Perigos devido à mobilidade</b>	
12	<b>Iluminação inadequada de área de movimentação/trabalho</b>	Perigo não abordado nesta Norma
13	<b>Perigos devido à instabilidade repentina de movimento durante o manuseio</b>	Perigo não abordado nesta Norma
14	<b>Projeto inadequado/não ergonômico da posição de operação</b>	Perigo não abordado nesta Norma
15	<b>Perigos mecânicos</b>	Perigo não abordado nesta Norma
16	<b>Perigos devido a operações de levantamento</b>	

**Tabela 1** (continuação)

Item	Perigos	Subseções pertinentes nesta Norma
16.1	Falta de estabilidade	5.2.5, 5.3, 5.4.1, 5.4.2, 7.1.2.7
16.2	Descarrilamento da cabina	5.4.1, 5.6.1, 5.10.7.2.2
16.3	Perda de resistência mecânica de maquinaria e acessórios de levantamento	5.2, 5.3, 5.5.4, 5.6, 5.7, 7.1.2.10
16.4	Perigos causados por movimento descontrolado	5.5.3, 5.6.2, 7.1.2.8
17	Vista inadequada de trajetórias de peças móveis	5.5, 5.6.1, 7.1.2.8
18	Perigos causados por iluminação	Perigo não abordado nesta Norma
19	Perigos causados por carregamento/sobrecarga	5.2, 5.6, 7.1.2.8

**Tabela 3 – Perigos específicos relacionados ao transporte de pessoas de elevadores de pessoas e materiais**

Item	Perigos a pessoas que utilizam o elevador	Subseções pertinentes nesta Norma
20	Cabina sobrecarregada ou superlotada	5.6, 5.7.3, 7.1.2.8
21	Movimento inesperado da cabina causado por controles externos ou outros movimentos da máquina	5.7, 5.10.7.1.2, 5.10.7.2.3, 5.11.3
22	Velocidade excessiva	5.4.3, 5.6.2, 5.7
23	Queda de pessoas da cabina	5.6.1
24	Queda ou tombamento da cabina	5.4.1, 5.6.2, 5.7, 5.10.7.2.2
25	Aceleração ou freada excessiva da cabina	5.4.3, 5.6.2, 5.7.4.5, 7.1.2.10
26	Perigos devido a marcações imprecisas	7.3

## 5 Requisitos e/ou medidas de segurança

### 5.1 Geral

O projeto do elevador deve considerar a utilização, montagem, desmontagem e manutenção. Deve ser possível montar o elevador utilizando métodos de acesso seguro, tais como aqueles oferecidos pelo teto da cabina ou instalações equivalentes.

O projeto de todos os componentes que precisam ser manipulados durante a montagem, por exemplo, das seções da torre, deve ser avaliado quanto ao manuseio. Onde o peso permissível de peças instaladas manualmente for excedido, o fabricante deve fazer recomendações, em manuais de instruções, relativas a equipamentos adequados de levantamento. Todas as tampas removíveis e destacáveis devem ser retidas por fixadores do tipo prisioneiro.

## 5.2 Combinações e cálculos de carga

**5.2.1** A estrutura do elevador deve ser projetada e construída de modo que sua resistência seja satisfatória sob todas as condições previstas de operação, incluindo montagem e desmontagem e, por exemplo, ambientes de baixa temperatura.

O projeto da estrutura como um todo e de cada parte dela deve ser baseado nos efeitos de qualquer combinação de cargas especificadas em 5.2. As combinações de carga devem ser consideradas nas posições menos favoráveis da cabina e da carga em relação à torre e suas amarrações, durante a passagem vertical e qualquer movimento horizontal da cabina. As amarrações entre a torre e a estrutura de suporte são consideradas parte integrante da estrutura do elevador.

**5.2.2** Ao calcular as estruturas do elevador e de cada componente associado, as seguintes forças devem ser consideradas de acordo com o descrito em 5.2.2.1 a 5.2.2.15.

**5.2.2.1** Todas as cargas mortas, com exceção da cabina e equipamentos que se movem juntamente com a cabina.

**5.2.2.2** Cargas mortas de cabina descarregada e de todos os equipamentos que se movem juntamente com a cabina.

**5.2.2.3** Carga morta das plataformas e portas de pavimento, se suportadas pelo elevador.

**5.2.2.4** Carga nominal na cabina; o efeito das forças exercidas na cabina e na torre, resultantes da aplicação da carga nominal, deve ser admitido em uma das maneiras a seguir, que refletem a densidade selecionada de carregamento sobre o piso da cabina:

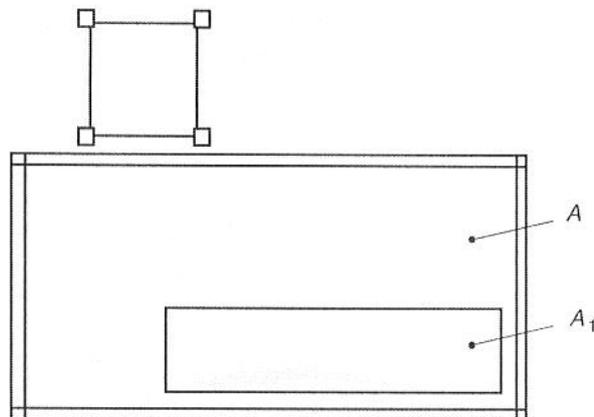
a) se  $\frac{F}{0,8A} < 4,0 \text{ kN/m}^2$

onde

$F$  é a carga nominal, expressa em quilonewtons (kN);

$A$  é a área total do piso, expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

então deve-se assumir que a carga nominal é distribuída sobre uma área reduzida ( $A_1$ ) que resulta em uma distribuição de 4,0 kN/m<sup>2</sup>. O formato e a localização dessa área devem ser considerados de modo que forneçam a menor tensão favorável tanto à torre como à cabina. Um exemplo é mostrado na Figura 1.



**Legenda**

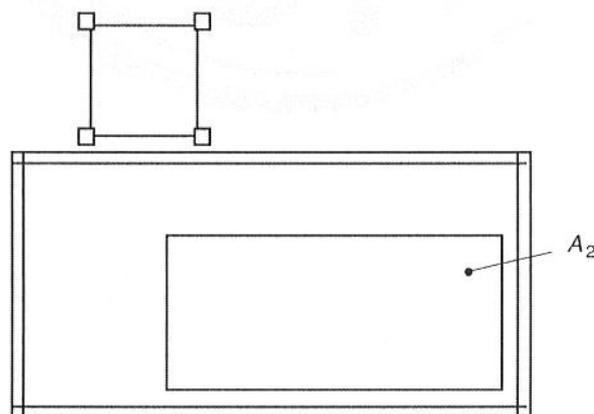
A é a área total do piso (m<sup>2</sup>)

$$A_1 = \frac{F \text{ (kN)}}{4 \left( \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right)}$$

**Figura 1 – Exemplo de carregamento de acordo com 5.2.3 a)**

b) se  $\frac{F}{0,8A} \geq 4,0 \text{ kN/m}^2$

então a carga nominal deve ser considerada distribuída sobre uma área (A<sub>2</sub>) equivalente a 80 % da área total do piso da cabine. O formato e a localização desta área devem ser considerados de modo que forneçam a menor tensão favorável tanto à torre como à cabine. Um exemplo é mostrado na Figura 2.

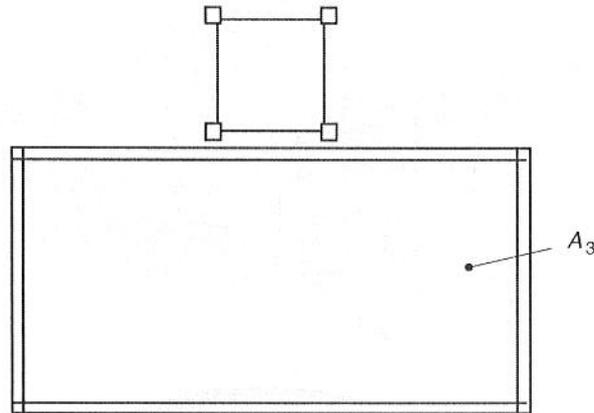


**Legenda**

$$A_2 = 0,8 A$$

**Figura 2 – Exemplo de carregamento de acordo com 5.2.3 b)**

**5.2.2.5** Onde a distribuição uniforme da carga nominal sobre a área total do piso da cabine for menor que 4,0 kN/m<sup>2</sup>, então, para finalidades de cálculo, deve ser colocado um mínimo de 4,0 kN/m<sup>2</sup> sobre toda a área (A<sub>3</sub>) do piso da cabine. Ver Figura 3.



### Legenda

$A_3$  é a área total da cabina

**Figura 3 – Carga da caixa igualmente distribuída**

**5.2.2.6** As forças durante o carregamento e descarregamento (ver a Figura 4) devem ser consideradas como efeito simultâneo de uma força vertical e de uma força horizontal, cada uma delas calculada como a seguir:

- uma força vertical  $F_V$  de 50 % da carga nominal, mas não menor que 2,0 kN, ou, para cargas nominais maiores que 20 kN, calculada de acordo com a seguinte equação:

$$F_V = 4 + 0,3 F$$

onde

$F_V$  é a força vertical, expressa em quilonewtons (kN);

$F$  é a carga nominal, expressa em quilonewtons (kN);

- uma força horizontal  $F_H$  de 20 % da carga nominal, mas não menor que 0,5 kN e não maior que 2,5 kN,

ambas as forças atuando em 1/3 da largura da entrada da cabina, no nível do piso, na direção e localização menos favoráveis. As tensões na torre e também na cabina devem ser calculadas no mínimo para os seguintes pontos de aplicação de forças de carregamento e descarregamento:

- na soleira da cabina;
- na borda de ataque de qualquer rampa ou outra extensão que não seja suportada pelo pavimento.

Ao mesmo tempo, qualquer parte remanescente da carga nominal  $F_{V1} = F - F_V$  deve ser aplicada no centro do piso da cabina.

Forças equivalentes devem ser utilizadas para projetar a soleira de pavimento e todas as estruturas de suporte pertinentes. Informações sobre estas forças devem ser dadas no manual de instruções.

**5.2.2.7** O efeito de cargas móveis deve ser determinado considerando os pesos de todas as cargas reais (cabina, carga nominal, contrapeso, cabos de aço etc.) e multiplicando-os por um fator  $\mu = (1,1 + 0,264v)$ , onde  $v$  é a velocidade nominal em metros por segundo (m/s). A utilização de fatores alternativos pode ser considerada quando tais fatores forem comprovadamente mais precisos.

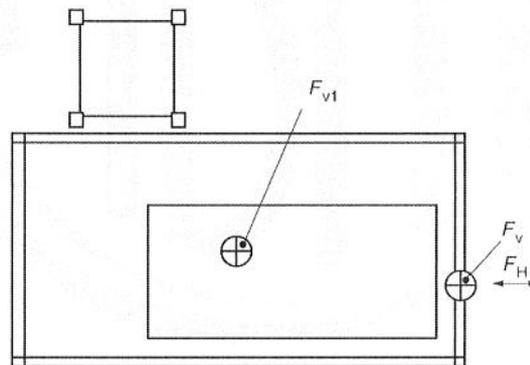
**5.2.2.8** Para determinar as forças produzidas por uma operação do freio de segurança de sobrevelocidade, o total da soma da carga viajando deve ser multiplicado pelo fator 2,5.

Pode ser utilizado um fator menor, mas não menor que 1,2, desde que verificado por ensaio sob todas as condições de carregamento de até 1,3 vez a carga nominal, incluindo quaisquer efeitos de inércia do sistema de acionamento.

**5.2.2.9** O teto da cabina, se for previsto como acesso para montagem, desmontagem, manutenção ou refúgio de emergência, deve ser projetado para suportar uma carga total de pelo menos 3,0 kN posicionada na área quadrada menos favorável de 1,0 m<sup>2</sup>. O teto deve suportar uma carga de 1,2 kN aplicada em uma área de 0,1 m × 0,1 m.

**5.2.2.10** O teto da cabina, quando instalado sem a finalidade de suportar pessoas, deve ser projetado para uma carga de 1,0 kN aplicada em uma área de 0,1 m × 0,1 m.

**5.2.2.11** A superfície do piso da cabina deve ser projetada para suportar, sem deformação permanente, uma força estática de 1,5 kN ou 25 % da carga nominal, aquela que for maior, mas em nenhum caso maior que 3 kN, sendo a força aplicada na área quadrada menos favorável de 0,1 m × 0,1 m.



**Legenda**

- $F_{V1}$  é a força remanescente da força nominal, expressa em quilonewtons (kN)
- $F_V$  é a força vertical durante o carregamento e o descarregamento, expressa em quilonewtons (kN)
- $F_H$  é a força horizontal durante o carregamento e o descarregamento, expressa em quilonewtons (kN)

**Figura 4 – Exemplo de forças durante o carregamento e descarregamento**

**5.2.2.12** Para o projeto quanto às condições do vento, a pressão aerodinâmica  $q$  é dada pela equação geral:

$$q = 0,613 V_k^2$$

onde

- $q$  é a pressão, expressa em newtons por metro quadrado (N/m<sup>2</sup>);
- $V_k$  é a velocidade do vento, expressa em metros por segundo (m/s).

Em todos os casos, deve-se assumir que o vento possa soprar horizontalmente em qualquer direção e a direção menos favorável deve ser levada em consideração.

O cálculo deve ser feito de acordo com a ABNT NBR 6123 conforme os seguintes requisitos:

#### 5.2.2.12.1 Ação do vento na cabina

Ao calcular a pressão do vento na cabina, deve-se assumir que suas paredes sejam sólidas, aplicando um coeficiente aerodinâmico  $c = 1,2$ . O fator 1,2 cobre tanto o fator de forma quanto o de anteparo.

Se o projeto da cabina permitir que materiais sejam carregados fora da cabina, de acordo com 5.6.1.3.3, então uma área adicional de serviço sujeita à ação do vento deve ser considerada sendo, pelo menos equivalente a uma caixa sólida com o tamanho do plano do alçapão estendendo-se 2 m acima do teto da cabina.

#### 5.2.2.12.2 Pressão do vento

Quanto ao vento, três condições de projeto devem ser consideradas para o cálculo da pressão do vento sobre o elevador, levando-se em consideração a ABNT NBR 6123.

##### 5.2.2.12.2.1 Vento com o elevador em serviço

Independentemente da altura, o valor mínimo da pressão do vento deve ser igual a  $q = 550 \text{ N/m}^2$ , o que corresponde a uma velocidade do vento de  $V_k = 30 \text{ m/s}$ .

##### 5.2.2.12.2.2 Vento com o elevador em posição fora de serviço

A pressão do vento com o elevador em posição fora de serviço a ser considerada no projeto deve ser calculada de acordo com a ABNT NBR 6123, em função da altura da cabina acima do solo e da região do país onde o elevador deve ser instalado.

##### 5.2.2.12.2.3 Ação do vento na montagem e desmontagem

Independentemente da altura, o valor mínimo da pressão do vento deve ser igual a  $q = 550 \text{ N/m}^2$ , o que corresponde a uma velocidade do vento de  $V_k = 30 \text{ m/s}$ .

**5.2.2.13** O cálculo deve levar em consideração erros de montagem de pelo menos 0,5°;

**5.2.2.14** Durante a montagem e desmontagem, não é permitido considerar a vantagem proporcionada pelo contrapeso;

**5.2.2.15** As forças criadas pela reação dos para-choques devem ser calculadas permitindo um retardamento de 1 g, a não ser que um valor inferior de retardamento possa ser verificado.

### 5.2.3 Coeficientes de segurança

#### 5.2.3.1 Estruturas de aço

a) Tensões admissíveis

$$\sigma_0 = \frac{f_y}{S_y}$$

onde

$f_y$  é o limite de escoamento, expresso em newtons por milímetro quadrado ( $\text{N/mm}^2$ );

$S_y$  é o coeficiente de segurança para o limite de escoamento.

b) Cálculos de acordo com a teoria de segunda ordem

A deflexão de uma estrutura deve ser considerada no cálculo das tensões. Isso é muito importante ao calcular um projeto que considera a esbelteza do material ou ao utilizar materiais com baixo módulo de elasticidade. Isso pode ser feito utilizando a teoria de segunda ordem.

$$\sigma_0 = \frac{f_y}{S_y} \text{ ou } \sigma_0 = \frac{f'_y}{S_u}, \text{ aquele valor que resultar menos favorável,}$$

onde

$f'_y$  é o limite de escoamento aparente, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm<sup>2</sup>);

$S_u$  é e coeficiente de segurança para o limite de resistência à tração.

Os coeficientes de segurança referidos a  $f_y$  e  $f'_y$  devem ser pelo menos iguais àqueles dados na Tabela 4, que é correlacionada com a Tabela 5 – casos de carga.

**Tabela 4 – Coeficientes de segurança para estruturas metálicas**

Casos de carga	Coeficiente de segurança ( $S_y$ )
A	1,5
B	1,33
C	1,25

### 5.2.3.2 Estruturas de alumínio

a) Tensões admissíveis

$$\sigma_0 = \frac{f_y}{S_y} \text{ ou } \sigma_0 = \frac{f_u}{S_u}, \text{ aquele valor que resultar menor,}$$

onde

$f_u$  é o limite de resistência à tração, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm<sup>2</sup>);

$S_u$  é e coeficiente de segurança para o limite de resistência à tração.

b) Cálculos de acordo com a teoria de segunda ordem

A deflexão de uma estrutura deve ser considerada no cálculo das tensões. Isso é muito importante ao calcular um projeto que considera a esbelteza do material ou ao utilizar materiais com módulo de elasticidade baixo. Isso pode ser feito utilizando a teoria de segunda ordem.

$$\sigma_0 = \frac{f_y}{S_y} \text{ ou } \sigma_0 = \frac{f_u}{S_u}, \text{ aquele valor que resultar menor.}$$

Os coeficientes de segurança referidos a  $f_y$  e  $f_u$  devem ser pelo menos iguais àqueles dados na Tabela 5, que é correlacionada com a Tabela 6 – casos de carga.

Tabela 5 – Coeficientes de segurança para estruturas de alumínio

Casos de carga	Coeficiente de segurança $S_y$ para o limite de escoamento	Coeficiente de segurança $S_u$ para o limite de resistência à tração
A	1,70	2,50
B	1,55	2,25
C	1,41	2,05

## 5.2.4 Casos de carga – Combinações diferentes de cargas e forças a serem calculadas

Conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Casos de carga

Número do caso de carga	Finalidade do caso de carga	Forças e efeitos de acordo com a 5.2.2.(X) <sup>a</sup>	Caso de carga <sup>b</sup>
I a	Utilização normal: peças estruturais, incluindo a torre, amarrações da torre, estrutura básica e todas as demais partes estáticas da estrutura	(1) <sup>c</sup> , (3), (12.2.1), (13) (2) multiplicados por (7) (4) multiplicados por (7)	A
I b	Utilização normal: cabina	(12.2.1) (2) multiplicados por (7) (4) multiplicados por (7)	A
II a	Carregamento normal da cabina: torres	(1), (2), (3) (6), (12.2.1)	A
II b	Carregamento normal da cabina: cabina	(2), (6) (12.2.1)	A
III a	Forças excepcionais: torre	(1) <sup>c</sup> , (3), (12.2.1), (13) (2) multiplicados por (7) (5) multiplicados por (7)	C
III b	Forças excepcionais: cabina	(12.2.1) (2) multiplicados por (7) (5) multiplicados por (7)	C
IV a	Efeitos excepcionais do dispositivo de segurança: torre	(1) <sup>c</sup> , (3), (12.2.1), (13) (2) multiplicados por (8) (4) multiplicados por (8)	C
IV b	Efeitos excepcionais do dispositivo de segurança: cabina	(12.2.1) (2) multiplicados por (8) (4) multiplicados por (8)	C
IV c	Efeitos excepcionais do dispositivo de segurança: dispositivo de segurança	(2) multiplicados por (8) (4) multiplicados por (8)	C
V a	Utilização ocasional: teto da cabina para pessoas	(9) multiplicados por (7)	B
V b	Utilização excepcional: teto da cabina sem pessoas	(10)	C
VI	Posição fora de serviço ocasional: torre	(1), (3), (12.2.2), (13)	B

Tabela 6 (continuação)

Número do caso de carga	Finalidade do caso de carga	Forças e efeitos de acordo com a 5.2.2.(X) <sup>a</sup>	Caso de carga <sup>b</sup>
VII	Forças excepcionais dos para-choques Efeitos dos para-choques inferiores na cabina	(2), (4), (15)	C
VIII	Estrutura de suporte separada para os pavimentos — normal — ocasional	(3), (6), (12.2.1) (3), (12.2.2)	A B
IX	Montagem (peças estruturais, incluindo a torre, amarrações da torre, estrutura de base e todas as demais partes estáticas da estrutura)	(1) <sup>c</sup> , (3), (12.2.3), (13) (2) multiplicados por (7) (4) multiplicados por (7)	B

<sup>a</sup> X refere-se à subseção pertinente de 5.2.2. Por exemplo, para caso de carga II b (carregamento normal da cabina: cabina), as seguintes forças e cargas devem ser consideradas: 5.2.2.20, 5.2.2.6 e 5.2.2.12.2.1. Essas informações são, portanto, referenciadas na tabela de forma abreviada (2), (6), (12.2.1).

<sup>b</sup> Ver Tabelas 4 e 5.

<sup>c</sup> Se a cabina for guiada por um mecanismo articulado expansível, a carga morta do mecanismo articulado deve ser multiplicada pelo fator de impacto de acordo com 5.2.2.7.

5.2.5 Estabilidade

Para os elevadores em montagem, enquanto estiverem na condição desamarrada, e para os elevadores que estão em serviço na condição desamarrada, devem ser utilizados os casos de carga e coeficientes de segurança da Tabela 7.

Todas as forças estabelecidas possuem o coeficiente = 1,0.

Tabela 7 – Coeficientes de segurança  $S_o$  para diversas forças de tombamento

Cargas ou forças	De acordo com 5.2.2.(X) <sup>a</sup>	Coeficiente de segurança $S_o$
Cargas mortas, estática	(1), (3)	1,1
Cargas mortas, móveis	(2)	1,5
Cargas nominais	(4), (5), (6)	1,5
Forças do vento em serviço	(12.2.1)	1,2
Forças do vento em posição fora de serviço	(12.2.2)	1,2
Forças do vento na montagem e desmontagem	(12.2.3)	1,2
Erros de montagem	(13)	1,0

NOTA  $\Sigma$  Momentos de estabilização  $\geq \Sigma$  Momentos de tombamento multiplicados por  $S_o$ .

<sup>a</sup> Ver NOTA da Tabela 6.

## 5.2.6 Análise da tensão de fadiga dos componentes do sistema de acionamento e freada

**5.2.6.1** A análise da tensão de fadiga deve ser feita para todos os componentes de apoio e juntas que sejam críticos à fadiga, como eixos e engrenagens. Essa análise deve levar em conta o grau de flutuação da tensão e o número de ciclos de tensão que pode ser um múltiplo do número de ciclos de carga.

Para determinar o número de ciclos de tensão, o fabricante deve levar em conta o seguinte:

- 165 000 movimentos com 50 % da carga nominal na cabina;
- 165 000 movimentos com a cabina vazia.

Para o cálculo dos acionadores deve-se levar em conta um comprimento de percurso de 20 m para cada movimento (aceleração a partir do repouso até a velocidade nominal – percurso em velocidade nominal – desaceleração até uma parada total) (ver também 7.1.2.10).

Para cada componente, deve ser considerada a combinação menos favorável de subidas e descidas.

**NOTA** O número de movimentos de um elevador de passageiros é baseado em um trabalho intermitente de  $3,3 \times 10^5$  (por exemplo, 5 anos, 50 semanas por ano, 44 horas por semana, 30 movimentos por hora).

**5.2.6.2** Cada eixo deve possuir um coeficiente de segurança mínimo igual a 2,0 com base no limite de resistência à fadiga do material, considerando todos os efeitos de entalhe.

## 5.3 Estrutura básica

**5.3.1** A estrutura básica deve ser projetada para acomodar todas as forças geradas pelo elevador que atuam nela e ser capaz de transferi-las para a superfície de suporte.

**5.3.2** Os dispositivos de transferência de forças para a superfície de suporte não podem depender de quaisquer apoios com molas ou rodas com pneumáticos.

**5.3.3** Onde forem disponibilizados meios de ajuste para a transferência de forças para a terra, as sapatas devem estar livres para servirem de pivô em todos os planos a um ângulo de pelo menos  $15^\circ$  com a horizontal, de modo a evitar tensões de flexão na estrutura. Se a sapata não atuar como pivô, o caso de pior tensão de flexão resultante deve ser considerado.

## 5.4 Torre, amarrações e para-choques

### 5.4.1 Estruturas de guiamento e torres

**5.4.1.1** As guias podem fazer parte da torre ou podem ser um mecanismo articulado expansível. As guias devem ser rígidas. Elementos flexíveis como cabos de aço ou correntes não podem ser utilizados.

A deflexão de qualquer parte da torre ou cabina deve ser limitada de modo a evitar colisões que possam ocorrer (por exemplo, com os pavimentos).

**5.4.1.2** As guias ou torres devem ser projetadas de tal forma que possam suportar todos os casos de carga estipulados em 5.2.

**5.4.1.3** As conexões entre os comprimentos individuais da torre, guias ou braços de ligação devem proporcionar uma transferência de carga efetiva e manter o alinhamento. Desapertos só devem ser possíveis por uma ação manual intencional.

**5.4.1.4** Os pontos de pivô no mecanismo articulado expansível devem ser projetados para facilitar a verificação externa.

**5.4.1.5** As fixações de elementos de acionamento (por exemplo, cremalheira) à guia/torre devem garantir que o elemento de acionamento seja mantido na posição correta de modo que as cargas estipuladas possam ser transferidas para a torre, devendo ser assegurado que as fixações não se tornem frouxas, por exemplo, utilizando uma contraporca.

#### **5.4.2 Amarrações da torre**

As amarrações devem suportar os casos de carga citados em 5.2. Atenção especial deve ser dada às forças geradas durante a montagem e desmontagem.

#### **5.4.3 Para-choques**

**5.4.3.1** Os percursos da cabina e do contrapeso devem ser limitados na parte inferior de seus percursos por para-choques.

**5.4.3.2** Com carga nominal na cabina e velocidade igual à velocidade nominal mais 0,2 m/s, o retardamento médio da cabina durante a ação dos amortecedores não pode exceder 1 g, com nenhum pico excedendo 2,5 g por mais de 0,04 s (ver 5.2.2.15).

**5.4.3.3** Os para-choques a óleo devem ser providos de meios de verificação do nível de óleo. Um interruptor elétrico de segurança deve monitorar o percurso do para-choque a óleo, de modo que a cabina não possa ser acionada pelos meios normais de operação quando os para-choques estiverem comprimidos.

### **5.5 Proteção da caixa de corrida e acesso ao pavimento**

#### **5.5.1 Geral**

Um elevador, quando instalado para uso, deve ter:

- fechamento da base;
- proteção da caixa de corrida;
- portas de pavimento a cada ponto de acesso.

Isso deve evitar que pessoas sejam atingidas por partes móveis e caiam na caixa de corrida. O projeto desses elementos é abordado em 5.5. As instruções para a aplicação correta dos elementos estão contidas na Seção 7 e a verificação da unidade é abordada na Seção 6.

#### **5.5.2 Fechamento da base do elevador**

**5.5.2.1** O fechamento da base do elevador deve proteger todos os lados até uma altura de pelo menos 2,0 m e deve atender ao estabelecido em 5.5.4 da ABNT NBR NM ISO 13852:2003, Tabela 1.

**5.5.2.2** Qualquer contrapeso móvel deve ser posicionado dentro do fechamento da base do elevador.

**5.5.2.3** Quando, com o propósito de manutenção, o fechamento da base for acessado pela sua porta, ela deve permitir abertura pelo lado de dentro e ser Intertravada com fecho eletromecânico.

### 5.5.3 Acesso ao pavimento

**5.5.3.1** Quando o elevador estiver montado, ele deve estar provido de portas de pavimento na proteção da caixa de corrida, em cada ponto de entrada, incluindo o fechamento da base.

**5.5.3.2** As portas dos pavimentos não podem abrir para dentro da caixa de corrida.

**5.5.3.3** As portas dos pavimentos devem estar em conformidade com os requisitos de 5.5.4. Quando a porta for feita de material não perfurado, o usuário deve ser capaz de saber que a cabina está no pavimento (ver 5.6.1.4.1.2).

**5.5.3.4** Portas corredeiras horizontais e verticais devem ser guiadas e seus movimentos devem ser limitados por batentes mecânicos.

**5.5.3.5** As folhas das portas corredeiras verticais devem ser suportadas por pelo menos dois elementos de suspensão independentes. Elementos de suspensão flexíveis devem ser calculados com um coeficiente de segurança pelo menos igual a 6 referido à sua resistência à ruptura mínima. Devem ser providos meios adequados para retê-los em suas polias ou pinhões.

As polias utilizadas juntamente com as portas corredeiras verticais devem ter um diâmetro de pelo menos 15 vezes o diâmetro do cabo. As extremidades dos cabos de aço devem atender ao estabelecido em 5.7.3.2.1.6.

Qualquer contrapeso utilizado contrabalançando uma porta deve ser guiado e deve ser impedido de correr fora das guias, mesmo no caso de falha de sua suspensão.

A diferença de peso entre a folha da porta e seu contrapeso não pode exceder 5,0 kg.

Deve haver meios adequados para evitar que dedos fiquem presos entre as folhas das portas.

**5.5.3.6** Quando forem providas portas de pavimentos motorizadas, a operação e controle delas devem ser feitos de acordo com as partes aplicáveis da Seção 7 da ABNT NBR NM 207:1999. Efeitos ambientais de chuva, gelo etc. devem ser levados em conta.

**5.5.3.7** As portas de pavimentos não podem ser abertas ou fechadas por um dispositivo que seja operado mecanicamente ou de qualquer outra forma pelo movimento da cabina.

**5.5.3.8** Para portas de altura plena, seguir o descrito em 5.5.3.8.1 a 5.5.3.8.6 (ver Figura 5).

**5.5.3.8.1** A altura da abertura livre da armação da porta no pavimento não pode ser menor que 2,0 m acima da soleira de pavimento. Excepcionalmente, quando a altura livre do acesso ao edifício for menor que 2,0 m, então é permitida uma armação de porta de pavimento com altura reduzida, porém, em nenhum caso a altura livre pode ser menor que 1,8 m acima da soleira de pavimento.

**5.5.3.8.2** Devem ser providos meios para reduzir automaticamente qualquer distância horizontal entre a soleira da cabina e a soleira do pavimento, assim como qualquer abertura entre a cabina e a proteção lateral do acesso ao pavimento de modo a não ultrapassarem 150 mm antes de se obter acesso entre a cabina e o pavimento.

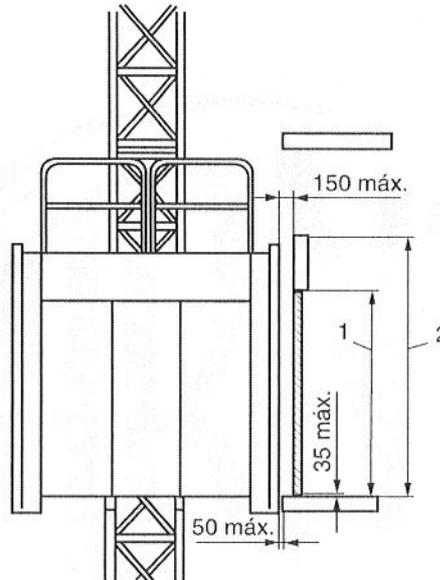
**5.5.3.8.3** A distância horizontal entre a soleira da cabina e a soleira do pavimento não pode ultrapassar 50 mm durante o carregamento e o descarregamento.

**5.5.3.8.4** A distância horizontal entre a porta fechada da cabina e as portas fechadas do pavimento ou a distância do acesso entre as portas durante toda a sua operação não pode exceder 200 mm.

**5.5.3.8.5** Quando fechadas, as portas do pavimento devem preencher as aberturas da caixa de corrida.

**5.5.3.8.6** Quaisquer aberturas em volta das extremidades de cada porta ou entre as folhas de porta devem estar em conformidade com a ABNT NBR NM ISO 13852:1992, Tabela 5, exceto debaixo da porta, onde a abertura não pode exceder 35 mm.

Dimensões em milímetros



**Legenda**

- 1 Porta mín. 2,0 m
- 2 Proteção mín. 2,5 m

**Figura 5 – Exemplo de uma porta de pavimento de plena altura**

**5.5.4 Materiais para o fechamento e proteção**

**5.5.4.1** As portas do pavimento de altura plena devem possuir resistência mecânica, de forma que na posição travada e quando aplicada às portas uma força de 300 N em ângulos retos em qualquer ponto e em qualquer face, a força sendo aplicada utilizando uma face plana rígida quadrada ou redonda de 5 000 mm<sup>2</sup>, elas:

- resistam sem deformação permanente;
- resistam sem deformação elástica maior que 30 mm;
- operem satisfatoriamente após este ensaio.

Quando aplicada às portas uma força de 600 N em ângulos retos em qualquer ponto e em qualquer uma das faces utilizando uma face quadrada rígida ou redonda plana de 5 000 mm<sup>2</sup>, elas podem falhar quanto aos critérios citados acima, porém as portas devem permanecer seguras.

**5.5.4.2** A proteção da caixa de corrida deve suportar a mesma força e alcançar a mesma resistência exigida em 5.5.4.1 e 5.5.4.2.

**5.5.4.3** O tamanho de qualquer perfuração ou abertura na proteção e nas portas da caixa de corrida, quando fechadas, relacionadas às folgas das peças móveis adjacentes, deve estar de acordo com a ABNT NBR NM ISO 13852:2003, Tabela 5, exceto onde a distância entre a proteção e portas da caixa de corrida e qualquer parte móvel do elevador em operação normal não for menor que 0,85 m, se a velocidade nominal exceder 0,7 m/s, ou 0,5 m, se a velocidade nominal não for superior a 0,7 m/s.

### **5.5.5 Dispositivos de travamento da porta de pavimento**

#### **5.5.5.1 Portas de pavimentos atendendo ao estabelecido em 5.5.3.8 (portas com alturas plenas)**

Sob condições normais de operação, não pode:

- a) abrir qualquer porta de pavimento, a não ser que o piso da cabina esteja dentro de  $\pm 25$  mm desse pavimento;
- b) partir ou manter a cabina em movimento, a não ser que todas as portas dos pavimentos estejam na posição fechada, exceto quanto ao caso indicado em 5.7.3.5.8, no qual é utilizado renivelamento como meio antideslize.

Com relação ao destravamento de emergência, cada uma das portas de pavimento deve poder ser destravada a partir do lado do pavimento com a ajuda de uma chave de destravamento de acordo com a ABNT NBR NM 207:1999, Anexo B.

#### **5.5.5.2 Projeto**

**5.5.5.2.1** Os contatos elétricos nos dispositivos de travamento das portas devem ser contatos de segurança. Ver 5.9.6.

**5.5.5.2.2** Todos os dispositivos de travamento instalados em portas de altura plena atendendo ao apresentado em 5.5.3.8, juntamente com qualquer mecanismo de atuação e contatos elétricos associados, devem ser instalados ou protegidos de forma a serem acessíveis a partir dos pavimentos somente por pessoas autorizadas.

**5.5.5.2.3** Todos os dispositivos de travamento de portas instalados em portas de altura reduzida atendendo ao estabelecido em 5.5.3.9 devem ser construídos de modo que seus dispositivos elétricos de segurança não possam ser desativados sem o uso de ferramentas.

**5.5.5.2.4** Todos os dispositivos de travamento devem ser instalados de modo seguro e as fixações devem ser travadas para não se afrouxarem durante o uso.

**5.5.5.2.5** Todos os dispositivos de travamento de porta e fixações devem ser capazes de resistir a uma força de 1 kN no nível do travamento no sentido de abertura da porta.

**5.5.5.2.6** Os dispositivos de travamento da porta devem ser projetados de modo a permitirem manutenção. As peças mecânicas que não forem tolerantes à poeira ou água devem ser protegidas no mínimo de acordo com grau de proteção IP 44 (ABNT NBR IEC 60529).

**5.5.5.2.7** A remoção de qualquer tampa destacável não pode atrapalhar nenhum mecanismo do travamento ou da fiação elétrica. Todas as tampas removíveis e destacáveis devem ser retidas por fixadores do tipo prisioneiro.

**5.5.5.2.8** O elemento de travamento deve ser mantido travado em posição por molas ou pesos. Onde forem utilizadas molas, elas devem ser de compressão e devem ser guiadas. A falha de uma mola não pode tornar o travamento inseguro.

**5.5.5.2.9** Não é permitido que a cabina continue se movimentando, a não ser que todos os elementos de travamento estejam engatados por pelo menos 7 mm.

**5.5.5.2.10** Os contatos elétricos em dispositivos de travamento de porta devem impedir o movimento da cabina se a folga produzida ao abrir qualquer porta de pavimento de altura plena de acordo com 5.5.3.8 tiver superado o valor permitido por 5.5.3.8.6.

**5.5.5.2.11** No caso de serem usados dispositivos de travamento do tipo aba-basculante, as abas, com as portas fechadas, devem sobrepor as folhas das portas em toda a largura, de modo a impedir que a porta abra durante a manutenção planejada pelo fabricante.

## **5.5.6 Folgas**

### **5.5.6.1 Geral**

Todas as distâncias de segurança ainda não estabelecidas nesta Norma devem estar em conformidade com as ABNT NBR NM ISO 13852 e ABNT NBR NM ISO 13853. Todos os espaçamentos devem estar em conformidade com a ABNT NBR NM ISO 13854.

### **5.5.6.2 Folgas embaixo da cabina**

De modo a prover um acesso seguro embaixo da cabina para fins de manutenção, devem ser providos meios de conseguir um espaço vertical mínimo (por meio de uma escora móvel ou equivalente) de pelo menos 1,8 m. A folga deve se estender por toda a área embaixo da cabina. Deve ser possível montar e desmontar os meios providos sem que nenhuma pessoa necessite permanecer embaixo da cabina.

## **5.6 Cabina**

### **5.6.1 Requisitos gerais**

A cabina deve ser totalmente fechada.

Para a definição do número máximo de pessoas na cabina, deve ser utilizada a proporção de 0,2 m<sup>2</sup> de área de piso por pessoa, cada pessoa pesando 80 kg.

A estrutura da cabina deve ser calculada de acordo com 5.2.

A cabina deve possuir guiamento rígido para evitar descarrilamento ou agarramento.

A cabina deve ser provida de dispositivos efetivos que retenham a cabina nas guias da cabina na eventualidade de falha dos cursores deslizantes ou de rolos.

A cabina deve ser provida de meios mecânicos que a impeçam de sair das guias. Esses meios devem estar ativos tanto durante a operação normal quanto durante a montagem, desmontagem e manutenção.

A cabina deve estar equipada de meios efetivos para detectar uma seção solta da torre e evitar que ela se movimente nesta seção ou assegurar que a cabina não se desprenda de seção fixada da torre.

### 5.6.1.1 Piso da cabina

O piso deve ser projetado para suportar forças de acordo com 5.2.2.11, ser resistente ao escorregamento (por exemplo, chapa xadrez) e de drenagem livre.

### 5.6.1.2 Paredes da cabina

A cabina deve ter paredes estendidas em toda a altura desde o piso até o teto e deve atender ao estabelecido em 5.5.4.1.

Com relação à perfuração, as paredes devem atender aos requisitos da ABNT NBR NM ISO 13852:2003, Tabela 4, mas as aberturas não podem permitir a passagem de uma esfera de 25 mm de diâmetro.

Qualquer projeção perigosa deve ser marcada de acordo com a ISO 3864-2.

### 5.6.1.3 Teto da cabina

**5.6.1.3.1** A cabina deve possuir teto.

**5.6.1.3.2** A altura mínima interior livre do teto deve ser 2,0 m.

**5.6.1.3.3** Se o teto for utilizado na montagem, desmontagem, manutenção ou inspeção do próprio elevador ou estiver provido de um alçapão, ele deve ser antiderrapante e protegido com uma balaustrada;

Esta balaustrada deve consistir em uma barra superior a uma altura não inferior a 1,1 m acima do teto, uma barra intermediária a meia altura e um rodapé de pelo menos 150 mm. A balaustrada deve conter aquela parte do teto da cabina que permita que a montagem, a manutenção ou a inspeção possam ser realizadas com segurança. A balaustrada não pode ser colocada além de 200 mm (horizontalmente) dentro da borda do teto.

**5.6.1.3.4** Se qualquer parte móvel de outra cabina ou contrapeso estiver dentro de 0,3 m da borda interna da balaustrada, deve ser provida uma proteção adicional proporcionando proteção por pelo menos 2 m de altura e se estender a largura a ser protegida mais 0,1 m em cada lado;

**5.6.1.3.5** A estrutura do teto deve ser calculada de acordo com 5.2.2.9 e 5.2.2.10;

**5.6.1.3.6** Se o teto for perfurado, as aberturas não podem permitir a passagem de uma esfera de 25 mm de diâmetro.

### 5.6.1.4 Porta da cabina

#### 5.6.1.4.1 Portas operadas manualmente

**5.6.1.4.1.1** A abertura da porta deve ter uma altura livre de pelo menos 2,0 m e uma largura livre de pelo 0,6 m.

A porta deve cobrir totalmente a abertura.

Quanto às perfurações, as portas devem atender à ABNT NBR NM ISO 13852, mas as aberturas não podem permitir a passagem de uma esfera de 25 mm de diâmetro.

**5.6.1.4.1.2** Portas não perfuradas, quando instaladas, devem conter um visor. Esse visor deve ter uma área de pelo menos 250 cm<sup>2</sup>, dimensionada e localizada de modo que seja possível ver a borda do pavimento.

**5.6.1.4.1.3** O projeto das portas devem estar em conformidade com o estabelecido em 5.5.3.3 a 5.5.3.7 e em 5.5.3.8.6.

**5.6.1.4.1.4** As portas devem ser montadas com travas mecânicas de modo que em operação normal elas não possam ser abertas, a menos que o piso da cabina esteja dentro da distância de um pavimento conforme descrita em 5.5.5.1.

**5.6.1.4.1.5** Não se pode, sob nenhuma condição normal de operação, dar partida ou manter a cabina em movimento, a não ser que todas as portas da cabina estejam na posição fechada.

**5.6.1.4.1.6** As portas da cabina devem ser capazes de suportar um empurrão de 300 N aplicado normalmente em qualquer posição, sem deformação permanente e sem que as portas saiam de suas guias. A deformação elástica não pode superar 30 mm. O empurrão de 300 N deve ser aplicado utilizando uma face plana rígida quadrada ou redonda de 5 000 mm<sup>2</sup>.

**5.6.1.4.1.7** Devem ser providos meios para reduzir qualquer distância horizontal entre a soleira da cabina e a soleira de pavimento, assim como para reduzir quaisquer aberturas entre a cabina e a proteção lateral do acesso ao pavimento para que não excedam 150 mm antes que a porta da cabina possa ser aberta, a não ser que isso já tenha sido conseguido pela ação da abertura da porta.

**5.6.1.4.1.8** Todos os dispositivos elétricos e mecânicos associados às entradas da cabina devem ser projetados atendendo ao estabelecido em 5.5.5.2.1 e 5.5.5.2.4 até 5.5.5.2.11.

**5.6.1.4.1.9** O dispositivo de travamento da porta da cabina, juntamente com qualquer mecanismo de atuação e contatos elétricos associados, deve estar situado ou protegido de modo a ser inacessível por pessoas não autorizadas de dentro da cabina, com todas as portas da cabina fechadas.

#### **5.6.1.4.2 Portas com operação motorizada**

Se a porta da cabina for acionada por motor, o sistema de operação motorizada deve estar em conformidade com as partes aplicáveis da ABNT NBR NM 207:1999, Seção 8. Efeitos ambientais de chuva, formação de gelo etc. devem ser considerados.

#### **5.6.1.5 Saída de emergência**

**5.6.1.5.1** A assistência aos passageiros na cabina deve sempre vir de fora, sendo provida em especial pela operação de emergência mencionada em 5.11.

**5.6.1.5.2** Deve haver pelo menos um alçapão na cabina capaz de servir como meio de fuga em caso de emergência e que possa ser aberto externamente sem chave e internamente com uma chave especial. Esses meios de fuga podem ser pela porta da cabina, pelo alçapão do teto da cabina ou por uma porta de fuga de emergência.

**5.6.1.5.3** O travamento de qualquer porta de fuga de emergência deve ser provido de dispositivos elétricos de segurança atendendo ao estabelecido em 5.9.6. Esses dispositivos devem causar a parada do elevador se o travamento deixar de ser efetivo. A recolocação do elevador em serviço deve ser possível somente depois de um retravamento deliberado.

**5.6.1.5.4** O fechamento de qualquer alçapão de emergência no teto deve ser comprovado por um dispositivo elétrico de segurança de acordo com 5.9.6. Esse dispositivo deve fazer com que o elevador pare se o fechamento deixar de ser efetivo.

**5.6.1.5.5** Quaisquer portas de escape de emergência em paredes devem ter dimensões mínimas de 0,4 m × 1,4 m e devem ser do tipo corrediça, abrir para dentro ou por outros meios que proporcionem acesso seguro à torre ou à estrutura.

**5.6.1.5.6** Qualquer alçapão no teto deve ter dimensões mínimas de 0,6 m × 0,6 m e não pode ser aberto para dentro. Uma escada de material incombustível, dando acesso a tal alçapão, deve estar permanentemente disponível dentro da cabina.

## **5.6.2 Freios de segurança contra queda da cabina**

Deve ser provido um freio de segurança para evitar que a cabina caia. Um dos seguintes tipos de freios de segurança deve ser utilizado:

- a) freios de segurança de sobrevelocidade ativados na ocorrência de sobrevelocidade;
- b) válvulas de queda.

**5.6.2.1** O freio de segurança deve estar sempre operacional, inclusive na montagem, desmontagem e durante a rearmação, se estiver desarmado. Nenhum dos componentes de acionamento normal, com exceção da cremalheira, pode ser utilizado como freio de segurança de sobrevelocidade. O freio de segurança não pode atuar em elemento flexível.

**5.6.2.2** O freio de segurança deve ser capaz de parar e manter a cabina parada com 1,3 vez a carga nominal. O freio de segurança deve ser calculado atendendo ao estabelecido em 5.2, especialmente em 5.2.2.8.

O retardamento do freio de segurança com qualquer carga na cabina até a carga nominal deve estar entre 0,05 g e 1,0 g, sem nenhum pico excedendo 2,5 g por mais de 0,04 s. Esses valores podem ser excedidos se o freio de segurança desarmar antes que a operação de rearmação esteja concluída.

**5.6.2.3** O movimento da cabina por meio dos controles normais deve ser automaticamente evitado por um dispositivo elétrico de segurança atendendo ao estabelecido em 5.9.6 no mais tardar quando o freio de segurança de sobrevelocidade for desarmado.

**5.6.2.4** O método de rearmação do freio de segurança deve requerer a intervenção de uma pessoa competente para repor o elevador em operação normal.

**5.6.2.5** Deve-se poder realizar ensaios de freios de segurança em uma distância de segurança adequada da cabina utilizando um controle remoto.

**5.6.2.6** Cada cabina, não diretamente suportada por pistões hidráulicos, deve estar equipada com freio de segurança fixado à armação da cabina e desarmado diretamente pela sobrevelocidade da cabina.

**5.6.2.7** O ajuste não autorizado da velocidade de desarme do limitador de velocidade deve ser evitado, por exemplo, por um lacre.

**5.6.2.8** As polias dos limitadores de velocidade devem ser montadas independentemente de qualquer eixo que suporte polias dos cabos de suspensão.

**5.6.2.9** O freio de segurança de sobrevelocidade não pode ser desarmado por nenhum dispositivo operado elétrica ou pneumáticamente.

**5.6.2.10** Sob todas as condições de carregamento, excluindo sobrecarga, quando o(s) freio(s) de segurança estiver(em) em operação, o piso da cabina não pode se inclinar mais que 5 % de sua posição normal e deve se restabelecer sem deformação permanente.