



Ações para o cálculo de estruturas de edificações

APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto de Revisão foi elaborado pela Comissão de Estudo de Ações para o Cálculo de Estruturas de Edifícios (CE-002:124.011) do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), nas reuniões de:

02.12.2015	20.01.2016	29.02.2016
29.03.2016	24.05.2016	05.07.2016
13.09.2016	08.11.2016	07.02.2017
14.03.2017	04.07.2017	

a) é previsto para cancelar e substituir a edição anterior (ABNT NBR 6120:1980 Versão corrigida:2000), quando aprovado, sendo que nesse ínterim a referida norma continua em vigor;

b) não tem valor normativo.

2) Aqueles que tiverem conhecimento de qualquer direito de patente devem apresentar esta informação em seus comentários, com documentação comprobatória.

3) Tomaram parte na sua elaboração, participando em no mínimo 30 % das reuniões realizadas sobre o Texto-Base e aptos a deliberarem na Reunião de Análise da Consulta Nacional:

Participante

ABNT/CB-002

ABNT/CB-002

AMERICAN TOWER

AMERICAN TOWER

AMERICAN TOWER

CONSTRUQUÍMICA

Representante

Paulo Eduardo F. Campos

Rose de Lima

Flavia Artuni

Eduardo Rossi

Mery Ellem Baraviera

André Nogueira

© ABNT 2018

Todos os direitos reservados. Salvo disposição em contrário, nenhuma parte desta publicação pode ser modificada ou utilizada de outra forma que altere seu conteúdo. Esta publicação não é um documento normativo e tem apenas a incumbência de permitir uma consulta prévia ao assunto tratado. Não é autorizado postar na internet ou intranet sem prévia permissão por escrito. A permissão pode ser solicitada aos meios de comunicação da ABNT.



ABNT/CB-002
PROJETO DE REVISÃO ABNT NBR 6120
AGO 2018

ENGEORPS	Iberê M. Silva
ENGEMOLD	João Do Couto Filho
ENGETI	Julio Timerman
ENGETRIX	Andreas G. Matthes
EPUSP	Ricardo Leopoldo E Silva França
FESP/ABECE/VENDRAMINI	João Alberto Vendramini
FRANÇA & ASSOCIADOS	Odinir Klein Júnior
GRIFA ENGENHARIA	Társis Rafael S. T. Oliveira
GTP	Jose Laginha
JKMF	Suely Bueno
LAJES DOM BOSCO	Aderbal C. Sanchez
LPE	Breno Macedo Faria
LPE	Daniel Farias S. Bernardo
LPE	Fagner Lopes Fernandes
LPE	Igor Henrique Donisete
LUCCOL ENGENHARIA	Daniel de Luccas
MARKO	Raphael Costa Laredo
METRÔ-SP	Tatiana de Cassia C. S. da Fonseca
MONOBETON	Marjorie Tofetti
MONOBETON	Henrique Zin
MONOBETON	Paulo Bina
MOREST ENGENHARIA E CONSULTORIA	Willian Moraes
PEDREIRA ENGENHARIA	Melina Baruki E Haack
PEREIRA & PILLON	Ricardo A. P. Candelaria
POLI-USP	Valdir Pignatta E Silva
PÖYRY TECNOLOGIA	Juan Alberto Gadea
SAC ENGENHARIA	Tiago Pinheiro Cunha
SINDUSCON-SP	Fernando Teixeira Filho
SIS ENGENHARIA	Luiz Aurélio Fortes da Silva
TQS INFORMÁTICA	Nelson Covas
ZAMARION E MILLEN CONSULTORES	Mateus Fram Zóboli



Ações para o cálculo de estruturas de edificações

Design loads for structures

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 pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

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

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 6120 foi elaborada no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Ações para o Cálculo de Estruturas de Edifícios (CE-002:124.011). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 6120:1980 Versão corrigida:2000), a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

Scope

This Standard provides minimum loads for the design of structures, regardless their class and destination, except for the cases covered by specific Brazilian standards (ABNT NBR 6123, ABNT NBR 15421, ABNT NBR 14323 e ABNT NBR 15200).



Ações para o cálculo de estruturas de edificações

1 Escopo

Esta Norma estabelece as ações mínimas a serem consideradas no projeto de estruturas de edificações, qualquer que seja sua classe e destino, salvo os casos previstos em Normas Brasileiras específicas (ABNT NBR 6123, ABNT NBR 15421, ABNT NBR 14323 e ABNT NBR 15200).

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. 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 5590, *Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados – Requisitos*

ABNT NBR 6122, *Projeto e execução de fundações*

ABNT NBR 6123, *Forças devidas ao vento em edificações*

ABNT NBR 7188, *Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas*

ABNT NBR 7190, *Projeto de estruturas de madeira*

ABNT NBR 8334, *Paletes – Classificação*

ABNT NBR 8681, *Ações e segurança nas estruturas – Procedimento*

ABNT NBR 14323, *Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio*

ABNT NBR 15200, *Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio*

ABNT NBR 15421, *Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento*

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

Eurocode 1 Part 4, Silos and Tanks

AS 3774, *Loads on bulk solids containers.*

3 Termos e definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1 ações

causas que provocam esforços que atuam sobre a estrutura, capazes de produzir ou alterar as deformações ou o estado de tensão nos elementos estruturais. Do ponto de vista prático, as forças e as deformações impostas pelas ações são consideradas como se fossem as próprias ações



3.2

ações de construção

ações transitórias que devem ser consideradas nas estruturas em que haja risco de ocorrência de estado limite durante a fase de construção

3.3

ações dinâmicas

ações cuja forma de atuação não permite desconsiderar seus efeitos dinâmicos

3.4

ações estáticas

ações cuja forma de atuação permite desconsiderar seus efeitos dinâmicos

3.5

ações excepcionais

ações que têm duração extremamente curta e probabilidade muito baixa de ocorrência ao longo da vida da edificação, podendo provocar efeitos catastróficos

EXEMPLOS Choque de veículos e equipamentos, explosões e enchentes, entre outros.

NOTA São também consideradas ações excepcionais aquelas decorrentes de incêndios e sismos, tratadas em Normas Brasileiras específicas.

3.6

ações móveis

ações variáveis que se deslocam relativamente à estrutura em que atuam, conservando-se a posição relativa das forças que a compõem

3.7

ações permanentes

ações que atuam com valores praticamente constantes, ou com pequena variação em torno de sua média, durante a vida da edificação ou que aumentam com o tempo, tendendo a um valor-limite constante

EXEMPLOS Peso próprio da estrutura e demais elementos construtivos, pesos de equipamentos fixos, empuxos devido ao peso próprio de terras e outros materiais granulosos quando forem admitidos como não removíveis, peso da água em piscinas e reservatórios que permanecem cheios durante a maior parte da vida da edificação.

3.8

ações variáveis

ações cujos valores, estabelecidos por consenso, apresentam variações significativas em torno de sua média durante a vida da edificação. Seus valores possuem de 25 % a 35 % de probabilidade de serem ultrapassados no sentido desfavorável em um período de 50 anos (o que corresponde a um período médio de retorno de 174 a 117 anos, respectivamente). Em função da probabilidade de ocorrência durante a vida da edificação, as ações variáveis são classificadas como normais ou especiais

EXEMPLOS Ações de uso e ocupação da edificação atuantes sobre pisos, coberturas, barreiras, guarda-corpos e parapeitos, divisórias móveis, pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas (exceto o peso da água em piscinas e reservatórios que permanecem cheios durante a maior parte da vida da edificação), forças devido à ação do vento e variação de temperatura.



3.8.1

ações variáveis especiais

ações transitórias com duração muito pequena em relação ao período de referência da edificação, tendo período de atuação e valores nominais normalmente bem definidos e controlados, sendo utilizados em verificações específicas, como a passagem de um veículo ou equipamento específico sobre uma parte da estrutura

3.8.2

ações variáveis normais

ações variáveis com probabilidade de ocorrência suficientemente grande para que sejam obrigatoriamente consideradas no projeto das estruturas de determinado tipo de edificação

3.9

ângulo de atrito interno

ângulo que o talude de um monte de determinado material apresenta com o plano horizontal sem ocorrer deslizamento à medida que mais material é adicionado ao monte

3.10

áreas com acesso público sem acesso controlado

áreas sem nenhum controle de acesso a pessoas, ou com possibilidade de reunião de pessoas

EXEMPLOS *Lobbies* e entradas de edificações em geral, áreas de uso comum de edificações em geral, corredores de áreas comerciais de livre acesso público, escadas que possam servir como rota de fuga etc.

3.11

áreas sem acesso público com acesso controlado

áreas onde o acesso de pessoas é controlado por algum meio, como portarias ou catracas

EXEMPLOS Corredores de edifícios residenciais e comerciais, corredores de hotéis, escadas privativas de unidades residenciais, passagens de uso técnico, barriletes etc.

3.12

barreiras de veículos

um sistema de componentes, incluindo suas ancoragens e fixações ao sistema estrutural, que atuam como restrição a veículos perto de aberturas ou paredes de pisos de garagens ou rampas

3.13

carga

esforço externo devido à ação da gravidade

3.14

coeficiente dinâmico

multiplicador de uma ação, considerada de maneira simplificada como estática, para levar em conta os efeitos dinâmicos dessa ação

3.15

edificação

qualquer construção que se eleva em uma determinada área ocupada pelo homem

3.16

edifício

estrutura geralmente limitada por paredes e cobertura, com um ou vários pavimentos, construída para proporcionar suporte ou abrigo para um determinado uso ou ocupação



3.17

guarda-corpo

elemento destinado a proteger pessoas que permaneçam ou circulem na sua proximidade contra o risco de queda fortuita sem, no entanto, impedir sua passagem forçada ou voluntária

3.18

peso bruto total

PBT

peso máximo total de um veículo carregado, incluindo o combustível, fluidos, acessórios, itens sobresalientes e carga útil máxima

3.19

peso específico aparente

peso médio dividido pelo volume de determinado material, na sua apresentação habitual sem compactação, incluindo os espaços vazios entre as partículas ou unidades do material

3.20

peso próprio

parte da ação permanente que corresponde ao peso exclusivamente da estrutura

3.21

tara

peso total de um equipamento ou veículo sem a carga útil

4 Simbologia

4.1 Generalidades

A simbologia adotada nesta Norma é constituída por símbolos-base (mesmo tamanho e no mesmo nível do texto corrente) e símbolos subscritos.

Os símbolos-base utilizados com mais frequência nesta Norma encontram-se estabelecidos em 4.2 e os símbolos subscritos em 4.3.

A simbologia geral encontra-se estabelecida nesta seção e a simbologia mais específica de algumas partes desta Norma é apresentada nas seções pertinentes, de forma a simplificar a compreensão e, portanto, a aplicação dos conceitos estabelecidos.

As grandezas e expressões desta Norma estão em conformidade com o Sistema Internacional de Unidades (SI). Admite-se $g = 10 \text{ kgf/cm}^2 = 1 \text{ MPa}$.

NOTA As unidades de força são $10 \text{ kN} = 1 \text{ tf} = 1\,000 \text{ kgf}$, e para tensão $1 \text{ MPa} = 10 \text{ kgf/cm}^2 = 100 \text{ tf/m}^2$.

4.2 Símbolos

4.2.1 Letras minúsculas

a – Distância ou dimensão

– Maior dimensão de um retângulo



- b* – Largura
- Dimensão ou distância paralela à largura
 - Menor dimensão de um retângulo
- d* – Dimensão
- Altura
- f* – Flecha
- g* – Carga permanente distribuída por unidade de comprimento ou de área
- Aceleração da gravidade
- h* – Dimensão
- Altura
- i* – Inclinação, declividade
- k* – Coeficiente
- l* – Altura total da estrutura ou de um lance de pilar
- Comprimento
 - Vão
- n* – Número
- Número de prumadas de pilares
- p* – Intensidade pluviométrica
- q* – Força variável distribuída por unidade de comprimento ou de área
- v* – Velocidade

4.2.2 Letras maiúsculas

- A* – Área
- E* – Módulo de elasticidade
- F* – Força concentrada
- G* – Força permanente concentrada
- K* – Coeficiente
- I* – Momento de inércia
- Q* – Força variável concentrada
- R* – Reação de apoio



V – Volume

W – Peso

4.2.3 Letras gregas

α – Ângulo

β – Ângulo

γ_n – Coeficiente de ajustamento

γ_{ap} – Peso específico aparente

γ_{ap-m} – Peso específico aparente médio

\varnothing – Ângulo de atrito interno

4.3 Símbolos subscritos

4.3.1 Letras minúsculas e abreviaturas

ap – aparente

ap-m – aparente médio

e – equivalente

g – ações permanentes

h – horizontal

inf – inferior

k – característico

lim – limite

m – média

máx – máximo

mín – mínimo

q – ações variáveis

sup – superior

tot – total

v – vertical

x e y – direções ortogonais

4.3.2 Letras maiúsculas

L – longitudinal

T – transversal

V – vertical

5 Ações permanentes

5.1 Generalidades

Na falta de determinação experimental mais rigorosa, as ações permanentes devem respeitar os valores mínimos indicados nesta seção. As ações permanentes advindas de materiais não especificados nesta seção devem ser definidas caso a caso e registradas nos documentos do projeto.

5.2 Peso próprio da estrutura

Os valores de peso próprio da estrutura devem ser calculados com as dimensões nominais dos elementos e com o valor médio do peso específico do material considerado.

5.3 Peso específico dos materiais de construção

Na falta de determinação experimental mais rigorosa, pode ser utilizada a Tabela 1 para os valores mínimos do peso específico aparente dos materiais de construção. Para os valores indicados por uma faixa de variação, na falta de determinação experimental mais rigorosa, pode-se considerar o valor médio (entre parênteses na Tabela 1).

Tabela 1 – Peso específico aparente dos materiais de construção (continua)

Material		Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³
1 Rochas naturais	Arenito	21 a 27 (24)
	Ardósia	28
	Basalto, diorito, gabro	27 a 31 (29)
	Calcário denso	20 a 29 (24,5)
	Gnaiss	30
	Granito, sienito, pórfiro	27 a 30 (28,5)
	Lava basáltica	24
	Mármore e calcário	28
	Outros calcários	20
	Taquilito	26
2 Blocos artificiais e pisos	Blocos vazados de concreto	14
	Blocos cerâmicos furados	13
	Blocos cerâmicos maciços	18
	Blocos de concreto celular autoclavado	6,5
	Blocos de vidro	9
	Blocos sílico-calcáreos	20
	Lajotas cerâmicas	18
	Porcelanato	25
	Terracota	21

Tabela 1 (continuação)

Material		Peso específico aparente γ_{ap} kN/m³
3 Argamassas e concretos	Argamassa de cal, cimento e areia	19
	Argamassa de cal	12 a 18 (15)
	Argamassa de cimento e areia	19 a 23 (21)
	Argamassa de gesso	12 a 18 (15)
	Argamassa autonivelante	24
	Concreto simples	24
	Concreto armado	25
	NOTA Os pesos específicos de argamassas e concretos são válidos para o estado endurecido.	
4 Metais	Aço	77 a 78,5 (77,8)
	Alumínio e ligas	28
	Bronze	83 a 85 (84)
	Chumbo	112 a 114 (113)
	Cobre	87 a 89 (88)
	Estanho	74
	Ferro forjado	76
	Ferro fundido	71 a 72,5 (71,8)
	Latão	83 a 85 (84)
	Zinco	71 a 72 (71,5)
5 Madeiras	Madeiras naturais (umidade U = 12 %)	
	Cedro	5
	Pinho, Quarubarana	6
	Louro, Imbuia, Pau-óleo	6,5
	Angelim Araroba, Angelim Pedra, Cafearana, Louro Preto	7
	Branquilha, Casca Grossa, Castelo, Guaiçara, Oiticica Amarela	8
	Guajuvirá, Guatambu, Grápia	8
	Canafístula, Capiúba, Guarapa Roraima, Guarucaia, Mandioqueira	9
	Eucalipto, Tatajuba	10
	Angico, Cabriúva	10
	Champanhe, Ipê, Jatobá, Sucupira	11
	Angelim Ferro, Angelim Pedra Verdadeiro, Catiúba, Maçaranduba	11
		12

Tabela 1 (conclusão)

	Material	Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³
5 Madeiras	Coníferas – classificação ABNT NBR 7190	
	Madeira maciça classe resistência C20	5
	Madeira maciça classe resistência C25	5,5
	Madeira maciça classe resistência C30	6
	NOTA Umidade U = 12 %	
	Dicotiledôneas – classificação ABNT NBR 7190	
	Madeira maciça classe resistência C20	6,5
	Madeira maciça classe resistência C30	8
	Madeira maciça classe resistência C40	9,5
	Madeira maciça classe resistência C60	10
	NOTA Umidade U = 12 %	
	Madeira laminada colada	
	Compensado de resinosas	5
	Compensado de painéis lamelados (<i>laminboard</i> e <i>blockboard</i>)	4,5
	Aglomerados de partículas	
ligados por resinas sintéticas	7 a 8 (7,5)	
ligados por cimento	12	
OSB e produtos similares (<i>flakeboard</i> e <i>waferboard</i>)	7	
Aglomerados de fibras		
duro (<i>hardboard</i>), corrente e temperado	10	
de média densidade (MDF)	8	
brando (<i>softboard</i>)	4	

5.4 Peso de componentes construtivos

Na falta de determinação experimental mais rigorosa, podem ser utilizadas as Tabelas 2 a 9 para os pesos mínimos de componentes construtivos, além do peso próprio da estrutura. Para os valores indicados por uma faixa de variação, na falta de determinação experimental mais rigorosa, pode-se considerar o valor médio (indicado entre parênteses).

Dependendo da probabilidade de atuação das ações permanentes, estas podem ser consideradas como ações variáveis em casos específicos (por exemplo, forros e instalações cuja instalação seja incerta).



Tabela 2 – Alvenarias

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso Espessura de revestimento por face kN/m ²		
		0 cm	1 cm	2 cm
Blocos de concreto vazados	6,5	1,0	1,3	1,7
	9	1,2	1,5	1,9
	11,5	1,4	1,7	2,1
	14	1,5	1,8	2,2
	19	2,0	2,3	2,7
Blocos cerâmicos vazados	6,5	0,7	1,0	1,4
	9	0,8	1,1	1,5
	11,5	0,9	1,2	1,6
	14	1,1	1,4	1,8
	19	1,3	1,6	2,0
Blocos cerâmicos maciços	9	1,5	1,8	2,2
	11,5	2,0	2,3	2,7
	14	2,4	2,7	3,1
	19	3,2	3,5	3,9
Blocos de concreto celular autoclavado	7,5	0,5	0,8	1,2
	10	0,7	1,0	1,4
	12,5	0,9	1,2	1,6
	15	1,1	1,4	1,8
	17,5	1,2	1,5	1,9
	20	1,4	1,7	2,1
Blocos sílico-calcários vazados	9	1,2	1,5	1,9
	14	1,7	2,0	2,4
	19	1,9	2,2	2,6
Blocos sílico-calcários perfurados	11,5	1,8	2,1	2,5
	14	2,1	2,4	2,8
	17,5	2,7	3,0	3,4
Blocos de vidro (decorativo)	8	0,9	–	–
Blocos de vidro (resistente ao fogo)	16	2,3	–	–

NOTA Na composição de pesos de alvenarias desta tabela foi considerado o seguinte:

- argamassa de assentamento vertical e horizontal com 1 cm de espessura e peso específico de 17 kN/m³;
- revestimento com peso específico médio de 17 kN/m³;
- proporção de um meio bloco para cada três blocos inteiros;
- sem preenchimento de vazios (com graute etc.).

Tabela 3 – Divisórias e caixilhos

Material	Espessura nominal do elemento cm	Peso kN/m ²
<i>Drywall</i> (composição: montantes metálicos, quatro chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lã de rocha ou lã de vidro com 50 mm de espessura)	7 a 30	0,5
Divisórias retráteis (exceto divisórias com vidro)	7 a 12	0,6
Caixilhos, incluindo vidro simples (espessura 4 mm):		
— de alumínio,	—	0,2
— de ferro,		0,3
— que vão de piso a piso, com $h \leq 4,0$ m		0,5
Fachadas com pele de vidro, fachadas unitizadas	Validar conforme o caso	

Tabela 4 – Revestimentos de pisos e impermeabilizações

Material	Espessura cm	Peso kN/m ²
Impermeabilização com manta asfáltica simples (apenas manta com 15 % de sobreposição e pintura asfáltica, sem camada de regularização nem proteção mecânica)	0,3	0,08
	0,4	0,10
	0,5	0,11
Piso elevado interno com placas de aço, sem revestimento (até 30 cm de altura)	—	0,5
Piso elevado interno com placas de polipropileno, sem revestimento (até 30 cm de altura)	—	0,15
Revestimentos de pisos de edifícios residenciais e comerciais ($\gamma_{ap-m} = 20$ kN/m ³)	5	1,0
	7	1,4
Revestimentos de pisos de edifícios industriais ($\gamma_{ap-m} = 34$ kN/m ³)	5	1,7
	7	2,4
Impermeabilizações em coberturas com manta asfáltica e proteção mecânica, sem revestimento ($\gamma_{ap-m} = 18$ kN/m ³)	10	1,8
	15	2,7
NOTA Calcular caso a caso, considerando a espessura dos componentes do revestimento de pisos e seus respectivos pesos específicos. Na falta de informações mais precisas, podem ser considerados os pesos específicos médios indicados.		

Tabela 5 – Telhas

Material	Peso na superfície inclinada kN/m ²
Telha cerâmica em geral (exceto tipo germânica e colonial)	0,45
Telha cerâmica tipo germânica ou colonial	0,60
Telha de fibrocimento ondulada com espessura 4 mm	0,14
Telha de fibrocimento ondulada com espessura 5 mm	0,16
Telha de fibrocimento ondulada com espessura 6 mm	0,18
Telha de fibrocimento ondulada com espessura 8 mm	0,24
Telha de fibrocimento modulada com espessura 8 mm	0,26
Telha de fibrocimento tipo canaleta com espessura 8 mm	0,25
Telha de alumínio com espessura 0,6 mm	0,025
Telha de alumínio com espessura 0,8 mm	0,035
Telha plástica em geral (exceto tipo colonial)	0,05
Telha plástica tipo colonial	0,15
Telha de aço ondulada ou trapezoidal com espessura 0,5 mm	0,06
Telha de aço ondulada ou trapezoidal com espessura 0,8 mm	0,10
Telha de aço ondulada ou trapezoidal com espessura 1,25 mm	0,14
Telha de vidro	0,45

NOTA Peso por metro quadrado de telhas, na superfície inclinada, incluindo a superposição, elementos de fixação e absorção de água.

Tabela 6 – Telhados

Composição	Peso na superfície horizontal kN/m ²
Com telhas cerâmicas em geral (exceto tipo germânica e colonial) e estrutura de madeira com inclinação ≤ 40 %	0,7
Com telhas de fibrocimento onduladas (com espessura até 5 mm) e estrutura de madeira	0,4
Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de aço	0,3
Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de alumínio	0,2
Com telhas de fibrocimento tipo canaleta (com espessura 8 mm) e estrutura de madeira	0,35

NOTA Peso por metro quadrado de telhado, na superfície horizontal, incluindo a estrutura de suporte (tesouras, terças, caibros e ripas).

Tabela 7 – Enchimentos

Material	Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³
Entulho de obra, calça	15
Blocos de concreto celular autoclavado	6,5
Argila expandida	5 a 7 (6)
Concreto leve (com argila expandida)	17 a 19 (18)
Solo	16 a 20 (18)
Poliestireno expandido (EPS) de alta densidade	0,3

Tabela 8 – Forros, dutos e *sprinkler*

Material	Peso kN/m ²
Forro de fibra mineral, inclui estrutura de suporte	0,10
Forro de gesso acartonado, inclui estrutura de suporte	0,25
Forro de gesso em placas, inclui estrutura de suporte	0,15
Forro de PVC, inclui estrutura de suporte	0,10
Forro de placas de alumínio, inclui estrutura de suporte	0,10
Dutos de ventilação, sem isolamento térmico	0,20
Dutos de ar-condicionado, com isolamento térmico	0,30
Rede de distribuição de chuveiros automáticos (<i>sprinkler</i>) com diâmetro nominal de até 65 mm	0,10
Rede de distribuição de chuveiros automáticos (<i>sprinkler</i>) com diâmetro nominal de até 80 mm	0,15

Tabela 9 – Tubos de aço cheios d'água (continua)

Diâmetro nominal mm	Peso do tubo cheio d'água N/m		
	<i>Schedule 10</i>	<i>Schedule 20</i>	<i>Schedule 40</i>
6	3,1	–	4,0
8	5,4	–	6,8
10	7,1	–	9,2
15	11,8	–	14,5
20	15,9	–	20,0
25	25,8	–	29,9
32	34,9	–	41,9
40	43,7	–	53,1
50	58,9	–	74,0
65	85,8	–	119,5
80	114,9	–	163,2
90	137,7	–	199,3

Tabela 9 (conclusão)

Diâmetro nominal mm	Peso do tubo cheio d'água N/m		
	<i>Schedule 10</i>	<i>Schedule 20</i>	<i>Schedule 40</i>
100	162,2	–	239,2
125	238,3	–	340,4
150	315,0	–	459,3
200	513,9	647,3	739,7
250	768,7	908,4	1 093,8
300	1 066,7	1 204,0	1 503,9
350	1 509,0	1 641,1	1 907,6

NOTA 1 Diâmetros e pesos conforme a ABNT NBR 5590.
NOTA 2 Para tubos com bitolas maiores que 350 mm, analisar conforme o caso.
NOTA 3 1 kgf = 10 N.

5.5 Ações permanentes devido a materiais de armazenagem

Na falta de determinação experimental mais rigorosa, podem ser utilizados os valores indicados no Anexo A para o peso específico aparente médio dos materiais de armazenagem.

Devido à variabilidade do peso específico destes materiais, recomenda-se validação cuidadosa dos valores para as condições específicas do projeto em questão.

Para o projeto de silos, funis e outros equipamentos similares para armazenamento de materiais a granel, recomenda-se consultar o *Eurocode 1 Part 4, Silos and Tanks* e *AS 3774, Loads on bulk solids containers*.

5.6 Empuxos e pressões hidrostáticas

O nível d'água adotado para o cálculo de reservatórios, tanques, decantadores, piscinas e outros deve ser igual ao máximo possível compatível com o sistema de extravasão. A carga pode ser considerada permanente ou variável, de acordo com o tempo de atuação em relação à vida da edificação (conforme as definições da Seção 3). Os coeficientes de ponderação correspondentes devem ser considerados conforme a ABNT NBR 8681.

Nas estruturas em que a água possa ficar retida, no caso de entupimento do sistema principal de drenagem, deve-se considerar as cargas devido ao nível d'água extra, limitando-se a lâmina d'água ao nível máximo admitido pelos extravasores. Em caso de inexistência de extravasores, a lâmina d'água considerada será correspondente ao nível de drenagem efetivamente garantida pela construção. Em ambos os casos, essa carga extra pode ser considerada como especial, considerando os coeficientes de ponderação indicados na ABNT NBR 8681.

No projeto de estruturas enterradas, devem ser consideradas as pressões atuantes na estrutura devido ao empuxo do solo, empuxo hidrostático e eventuais sobrecargas sobre o terreno adjacente. Os diagramas desses esforços devem ser fornecidos pelo projetista de fundações, conforme as recomendações da ABNT NBR 6122.

Em certos casos, empuxos e pressões hidrostáticas menores podem resultar em esforços mais críticos. Por isso, recomenda-se que a atuação de empuxos e pressões hidrostáticas com seus valores favoráveis sejam avaliados, com os coeficientes de ponderação conforme a ABNT NBR 8681.



A critério do projetista e dependendo das características da estrutura, pode ser necessário considerar casos adicionais de ações em função da possibilidade de modificação dos empuxos ao longo da vida útil da edificação, como a retirada de solo ou reaterro dos terrenos vizinhos.

No caso da possibilidade de atuação de subpressão, esta deve ser considerada com seu valor total aplicado sobre toda a área. O valor da subpressão deve ser tomado a partir da face inferior da estrutura. Outras forças ascendentes devem ser consideradas no projeto, se existirem.

6 Ações variáveis

6.1 Generalidades

De maneira geral, os valores das ações são verificados caso a caso, conforme as particularidades do projeto. As ações variáveis devem respeitar os valores mínimos indicados nesta seção, observadas as reduções permitidas em 6.12, reduções estas que devem ser registradas nos documentos do projeto.

6.2 Cargas variáveis

As estruturas devem ser projetadas para suportar as cargas variáveis indicadas na Tabela 10. Áreas sujeitas a várias categorias de utilização devem ser calculadas para a categoria que produzir os efeitos mais desfavoráveis. Exceto onde especificado, os pavimentos devem ser projetados para as cargas uniformemente distribuídas e verificados para a atuação isolada das cargas concentradas, o que for mais desfavorável. Exceto onde especificado, as cargas concentradas indicadas são assumidas atuando uniformemente distribuídas em uma área de 75 cm × 75 cm e localizadas de modo a produzir os efeitos mais desfavoráveis.

Os valores informados na Tabela 10 não incluem o peso próprio de estruturas de arquibancadas, plataformas, passarelas, mezaninos etc., exceto onde indicado.

As cargas variáveis devem ser consideradas como quase-estáticas. Para cargas que possam induzir efeitos de ressonância ou outra resposta dinâmica significativa da estrutura (por exemplo: danças, saltos, movimentos de máquinas etc.), esses efeitos devem ser levados em consideração por meio de fatores dinâmicos ou análise dinâmica específica.

Exceto onde indicado, as cargas variáveis uniformemente distribuídas da Tabela 10 podem ser multiplicadas por um coeficiente de redução, conforme descrito em 6.12.



Tabela 10 – Cargas variáveis (continua)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Aeroportos ^a	Áreas de acesso público, circulações, sanitários	5	–
	Lojas, <i>duty free</i>	5	–
	Controle de passaportes, segurança, raios X	5	–
	Restituição de bagagens (não inclui o peso próprio dos equipamentos)	5	–
	Áreas administrativas	5	–
	Manipulação de bagagens (não inclui o peso próprio dos equipamentos)	10	–
	Áreas sujeitas ao tráfego de veículos (ver 6.6)		
Arquibancadas e tribunas ^{a, b}	Com assentos fixos	4	–
	Com assentos móveis	5	–
Áreas técnicas ^{a, c} As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Barrilete	1,5	d
	Áreas técnicas em geral (fora da projeção dos equipamentos), exceto barrilete	3	–
	Sala de ventiladores, pressurização, exaustores	3	–
	Sala de ar-condicionado (<i>fan coil</i>)	5	–
	Sala de painéis elétricos de baixa tensão	4	–
	Sala de gerador e transformador (com leiaute)	3	–
	Sala de gerador e transformador (sem leiaute)	10	–
	Sala de <i>no-breaks</i>	7,5	–
	Sala de baterias	10	–
	CPD (centro de processamento de dados)	5	–
	Casa de máquinas de elevador de passageiros ($v \leq 1,0$ m/s)	30 ^{e, f}	g
	Casa de máquinas de elevador de passageiros ($v > 1,0$ m/s)	50 ^{e, f}	g
	Poço de elevador de passageiros	50 ^f	–
Poço de plataforma de elevação motorizada para pessoas com mobilidade reduzida	2,5 ^h	–	



Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Balcões, sacadas, varandas e terraços ^{i,j}	Residencial	2,5	—
	Comercial, corporativos e escritórios	3	—
	Com acesso público (hotéis, hospitais, escolas, teatros etc.)	4	—
Bancos, agências bancárias, instituições financeiras ^a	Escritórios	2,5	—
	Sanitários	2	—
	Salas de diretoria e de gerência	2,5	—
	Cofre (validar caso a caso, respeitando o valor mínimo indicado nesta Tabela)	30	—
	Agência (área de atendimento ao público)	3	—
	Regiões de arquivos deslizantes	5	—
	Região de terminais de autoatendimento, caixas eletrônicos	12	k
	Áreas técnicas (ver item Áreas Técnicas nesta Tabela) Centro de processamento de dados (ver Áreas técnicas)		
Bibliotecas ^a	Sala de leitura (sem estantes)	3	—
	Sala de leitura (com estantes)	4	—
	Sala com estantes de livros ^l	6 kN/m ² para estantes até 2,2 m de altura + 2 kN/m ² por metro de altura de estante que ultrapassar 2,2 m	—
	Salas administrativas	2,5	—
	Sanitários	2	—
	Corredores	3	—
Centros de convenções e locais de reunião de pessoas ^a , teatros ^a , igrejas ^a	Plateia com assentos fixos	4	—
	Plateia com assentos móveis	5	—
	Sanitários	2	—
	Acessos, corredores	5	—
	Plataformas (assembleia)	5	—
	Palco (área de apresentação)	5	—

Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Centros de exposição ^a As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Acesso exclusivo de pessoas	5	–
	Área de estandes de exposição	10 ^m	–
	Área de exposição de veículos e equipamentos	30 ^m	–
Cinemas ^a (não inclui cinemas de <i>shopping centers</i>)	Plateia com assentos fixos	4	–
	Sanitários	2	–
	Acessos, corredores	5	–
Clubes ^a	Refeitórios	3	–
	Sala de assembleia com assentos fixos	4	–
	Sala de assembleia com assentos móveis	5	–
	Academia	5	–
	Salão de esportes	5	–
	Salão de danças	5	–
	Salão de bilhar, sala de jogos	3	–
	Pista de boliche	4	–
	Sanitários, vestiários	2	–
	Cozinhas	3	–
	Depósitos	5	–
	Salas administrativas	2,5	–
	Corredores	3	–
	Quadras esportivas	5	–
Lavanderias (ver item nesta Tabela)			
Coberturas ^{a,g,n,o} Cargas para estruturas de concreto armado, mistas de aço e concreto e alvenaria estrutural. Outras coberturas: ver 6.4	Com acesso apenas para manutenção ou inspeção	1	g
	Com placas de aquecimento solar ou fotovoltaicas	1,5	g
	Outros usos: conforme o item pertinente desta Tabela.		



Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Cozinhas não residenciais ^a	Validar caso a caso, respeitando o valor mínimo indicado nesta Tabela	3	—
	Câmara fria	5	—
Depósitos de uso geral ^a As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Validar caso a caso, respeitando o valor mínimo indicado nesta Tabela	7,5 kN/m ² até 2,5 m de altura de estoque + 3 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^p	q
	Locais sujeitos ao acúmulo de mercadorias, incluindo zonas de acesso Materiais de armazenagem (ver 6.9) Supermercados (ver item nesta Tabela)	7,5	q
Edifícios residenciais	Dormitórios	1,5	—
	Sala, copa, cozinha	1,5	—
	Sanitários	1,5	—
	Despensa, área de serviço e lavanderia	2	—
	Quadras esportivas	5 ^a	—
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	—
	Áreas de uso comum	3 ^a	—
	Academia	3 ^a	—
	Forro acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1 ^{a,r}	—
	Sótão	2 ^a	—
	Corredores dentro de unidades autônomas	1,5	—
	Corredores de uso comum	3	—
	Depósitos	3	—
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
Jardins (ver item nesta Tabela)			



Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Edifícios comerciais, corporativos e de escritórios	Salas de uso geral e sanitários	2,5	—
	Regiões de arquivos deslizantes	5	—
	<i>Call center</i>	3	—
	Corredores dentro de unidades autônomas	2,5	—
	Corredores de uso comum	3	—
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
	Jardins (ver item nesta Tabela)		
Edificações industriais ^{a,s} As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Leve	5	—
	Médio	10	—
	Pesado	20	—
	Refeitórios	3	—
	Sanitários, vestiários	2	—
	Cozinhas	3	—
	Salas administrativas	2,5	—
	Corredores	3	—
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
Escadas e passarelas ^t	Com acesso público, exceto casos específicos a seguir	3	—
	Sem acesso público	2,5	—
	Hospitais	3	—
	Residenciais, hotéis (dentro de unidades autônomas)	2,5	—
	Residenciais, hotéis (uso comum)	3	—
	Edifícios comerciais, clubes, escritórios, bibliotecas	3	—
	Centros de convenções e locais de reunião de pessoas, teatros, igrejas, escolas	5	—
	Cinemas, centros comerciais, <i>shopping centers</i>	5	—
	Servindo arquibancadas	5	—



Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Escolas, instituições de ensino ^a	Auditório com assentos fixos	4	—
	Auditório com assentos móveis	5	—
	Corredor	3	—
	Sala de aula	3	—
	Salas administrativas	2,5	—
	Dormitórios	2,5	—
	Cafés, restaurantes	3	—
	Salão de esportes, academia	5	—
	Salão de danças	5	—
	Sanitários, vestiários	2	—
	Cozinhas	3	—
	Depósitos	5	—
	Corredores	3	—
	Laboratórios	3	—
	Regiões de arquivos deslizantes	5	—
	Quadras esportivas	5	—
	Biblioteca (ver item nesta Tabela)		
Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)			
Estações de passageiros ^a	Acessos, escadas, corredores e plataformas (estações de trens, metrô, ônibus, portos)	5	q
	Aeroportos (ver item nesta Tabela)		
	Áreas sujeitas ao tráfego de veículos (ver 6.6)		
Forros	Acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1 ^{a,r}	—
Garagens, estacionamentos ^a	Ver 6.6.1	—	—
Ginásios de esportes ^a		5	—
Helipontos ^a	Ver 6.7	—	—

Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Hospitais As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Dormitórios, enfermaria, sala de recuperação, sanitários	2	—
	Sala de raios X, sala de cirurgia	3 ^a	—
	Laboratório	3 ^a	—
	Corredores	3	—
	Sala de refeições, café, restaurante	3 ^a	—
	Depósitos	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 5 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^{a,p}	—
	Salas administrativas Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)	2,5	—
Hotéis	Dormitórios	1,5	—
	Sanitários dentro de unidades autônomas	1,5	—
	Demais sanitários, vestiários	2	—
	Salão de esportes, academia	5 ^a	—
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	—
	Áreas de uso comum	3 ^a	—
	Corredores de unidades autônomas	1,5	—
	Corredores de uso comum	3	—
	Restaurante	3 ^a	—
	Sala de assembleia com assentos fixos	4 ^a	—
	Sala de assembleia com assentos móveis	5 ^a	—
	Cozinhas	3 ^a	—
	Depósitos	5 ^a	—
	Salas administrativas Áreas técnicas (ver item nesta Tabela) Lavanderias (ver item nesta Tabela)	2,5	—
Instituições penais ^a	Celas	3	—
	Corredores	3	—
	Sanitários	2	—
	Salas administrativas	2,5	—
Jardins ^{a,u}	Com possibilidade de acesso de pessoas	3	—
	Sem possibilidade de acesso de pessoas (somente acesso de manutenção)	1	—



Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Laboratórios ^a	Incluindo equipamentos. Validar caso a caso, respeitando o valor mínimo indicado nesta Tabela	3	–
Lavanderias não residenciais ^a	Incluindo equipamentos. Validar caso a caso, respeitando o valor mínimo indicado nesta Tabela	3	–
Lojas ^a , centros comerciais ^a , <i>shopping centers</i> ^a	Circulações e lojas em geral	4	–
	Lojas com mezanino metálico	7,5	20 ^v
	Mezanino metálico (apenas carga de uso)	2	–
	Praça de alimentação – área de público	6	–
	Praça de alimentação – área de cozinhas e serviços	7,5	–
	Cinema e teatro (apenas carga de uso, plateia com assentos fixos)	4	–
	Cinema e teatro (acessos e corredores)	5	–
	Cinema e teatro (piso que o suporta)	12,5 ^w	50 ^v
	Sanitários	2	–
	Depósitos	5	–
	Salas administrativas	2,5	–
	Região de terminais de autoatendimento, caixas eletrônicos	12	k
	Supermercados (ver item nesta Tabela)		
Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)			
Museus ^a , galerias de arte ^a	Validar caso a caso, respeitando o valor mínimo indicado nesta Tabela	3	–
	Sanitários	2	–
	Depósitos	5	–
	Salas administrativas	2,5	–
	Acessos e corredores	5	–
Restaurantes ^a	Salão	3	–
	Sanitários	2	–
	Depósitos	5	–
	Salas administrativas	2,5	–
	Cozinha (ver item nesta Tabela)		

Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Supermercados ^{a,y}	Salão de vendas com gôndolas, balcões com ou sem refrigeração	8	q
	Salão de vendas com porta-paletes	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 3 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^p	q,z
	Depósitos (com ou sem porta-paletes)	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 5 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^p	q,z
	Padaria, açougue, peixaria, frios e demais áreas de manipulação de alimentos	8	q
	Área de caixas (<i>check outs</i>)	4	q
	Sanitários	2	—
	Salas administrativas	2,5	—
	Região de terminais de autoatendimento, caixas eletrônicos	12	k
	Salas-cofre, salas-forte	10 ^x	—
Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)			
Vestíbulos (acessos) ^a	Sem acesso público	1,5	—
	Com acesso público	3	—
	Residenciais, hotéis, hospitais (uso comum)	3	—
	Edifícios comerciais, clubes, escritórios, escolas, bibliotecas	3	—
	Centros de convenções e locais de reunião de pessoas, teatros, igrejas	5	—
	Cinemas, centros comerciais, <i>shopping centers</i>	5	—
	Servindo arquibancadas	5	—
^a Redução de cargas variáveis não permitida. ^b Deve-se considerar forças horizontais conforme 6.3. Devem ser verificados os efeitos dinâmicos.			



Tabela 10 (continuação)

- c Deve-se verificar o trajeto dos equipamentos até o local definitivo, para instalação ou manutenção. A carga móvel correspondente ao equipamento e veículo de transporte podem ser consideradas como especiais, conforme a ABNT NBR 8681. Deve ser avaliada a possibilidade de movimentação dos equipamentos e seus componentes dentro da área técnica. Caso se disponha do leiaute dos equipamentos, é possível substituir a carga distribuída indicada pela carga máxima em operação dos equipamentos e suas bases, juntamente com a carga uniformemente distribuída indicada fora da projeção dos equipamentos. Para elevadores sem casa de máquinas, deve-se considerar o peso máximo em operação dos equipamentos atuando nos seus pontos de apoio, conforme o projeto do elevador.
- d Prever cargas devido a tanques, reservatórios, bombas etc. (com suas respectivas bases), distribuídas na área da projeção desses itens.
- e Carga na projeção do poço do elevador.
- f As forças impostas pelo motor, guias, para-choques, polias etc., a serem fornecidas pelo fabricante do elevador de passageiros, devem ser calculadas conforme a ABNT NBR NM 207.
- g Para o teto da casa de máquinas de elevadores, verificar a necessidade de prever cargas concentradas variáveis para os ganchos de suspensão dos equipamentos (mínimo 40 kN por gancho).
- h Carga variável, não inclui o peso próprio da plataforma elevatória.
- i Conforme o caso, deve-se prever cargas adicionais devido a mudanças futuras, por exemplo: fechamento com vidro, nivelamento do piso, mudança de uso etc.
- j Nas bordas de balcões, varandas, sacadas e terraços com guarda-corpo, prever carga variável de 2 kN/m, além do peso próprio do guarda-corpo. Considerar também forças horizontais variáveis conforme 6.3.
- k Deve-se verificar a ação dos equipamentos como carga concentrada, representada por uma carga uniformemente distribuída de 18,5 kN/m² apenas na projeção dos equipamentos (0,9 m × 0,6 m).
- l A carga se aplica a salas de estantes com dupla face, não móveis e: a) profundidade máxima de 30 cm em cada face; b) linhas paralelas de estantes separadas por corredor com no mínimo 90 cm de largura.
- m Carga mínima, devendo ser aumentada conforme a expectativa de peso dos itens a serem expostos e eventual tráfego de veículos.
- n Inclui tampas de reservatórios de concreto armado no topo de edifícios.
- o Verificar possibilidade de acúmulo de água, conforme 5.5.
- p Altura de estoque corresponde ao pé-direito máximo disponível para empilhamento de produtos. Pode ser limitado por forros ou outros dispositivos que impeçam o empilhamento de produtos além da altura prevista.
- q Pode ser necessária verificação específica para ações de equipamentos especiais, conforme o caso. Havendo possibilidade de tráfego de empilhadeiras ou similares, a estrutura deve ser verificada conforme 6.6.2.
- r Para forros inacessíveis e sem possibilidade de estoque de materiais, não é necessário considerar cargas variáveis devido ao uso.
- s Devido à grande variabilidade de cargas em edificações industriais, é imprescindível validar as cargas efetivas que atuarão sobre a estrutura. Os termos Leve, Médio e Pesado não possuem significado relevante, são apenas categorias de cargas.
- t Nas escadas com trechos em balanço, devem ser verificados os efeitos da alternância das cargas. Para degraus isolados em balanço ou biapoiados, calcular o degrau com carga concentrada de 2,5 kN aplicada na posição mais desfavorável. A verificação com carga concentrada deve ser feita separadamente, sem consideração simultânea da carga variável uniformemente distribuída.
- u Para cargas de uso, além das cargas permanentes (impermeabilização, solo e plantio). Deve ser previsto sistema de drenagem adequado.
- v Pode-se considerar a carga concentrada aplicada em uma área de 20 cm × 20 cm ($Q_k \leq 20$ kN) ou 30 cm × 30 cm ($Q_k > 20$ kN). O valor da carga concentrada pode ser alterado conforme o caso.
- w Inclui carga de uso, estrutura da arquibancada e outros usos sob a arquibancada. Validar conforme o projeto e expectativas de utilização.
- x Caso as salas-forte ou salas-cofre estejam detalhadas em projeto (incluindo as espessuras de piso, teto e paredes), a carga variável devido ao uso pode ser adotada como 2,5 kN/m².

Tabela 10 (conclusão)

y	Para supermercados e hipermercados com salões de vendas com gôndolas e balcões com ou sem refrigeração, supõe-se a venda de produtos alimentícios e outros produtos típicos desses locais. Lojas de equipamentos pesados, materiais de construção (<i>home centers</i>) etc. devem ter as cargas de projeto definidas caso a caso.
z	Considera-se a utilização de paletes médios (carga de utilização de 8 kN a 12 kN, com valor médio de 10 kN) e dimensões em planta de 1,00 m × 1,20 m, conforme a ABNT NBR 8334. Para estruturas sujeitas ao uso de paletes pesados (carga de utilização superior a 12 kN), deve ser realizado estudo específico. As cargas desta Norma não se aplicam ao projeto de porta-paletes e afins, que devem ser projetados conforme critérios específicos. Devem ser verificados os efeitos das reações de apoio dos porta-paletes (forças e momentos concentrados, se houver).

Quando forem previstas paredes divisórias sem posição definida em projeto, sobre estruturas com adequada capacidade de distribuição dos esforços, pode-se considerar, além dos demais carregamentos, uma carga uniformemente distribuída adicional conforme a Tabela 11. A consideração dessa carga adicional pode ser dispensada para pavimentos cuja carga variável de projeto seja maior ou igual a 4,0 kN/m².

Tabela 11 – Cargas variáveis adicionais para consideração de paredes divisórias sem posição definida em projeto

Peso próprio (p.p.) da parede acabada kN/m	Carga adicional kN/m ²
p.p. ≤ 1,0	0,5
1,0 < p.p. ≤ 2,0	0,75
2,0 < p.p. ≤ 3,0	1,0
p.p. > 3,0	Não permitido

6.3 Forças horizontais variáveis

As estruturas que suportam guarda-corpos, parapeitos, portões ou qualquer outra barreira destinada a reter, parar, guiar ou prevenir quedas de pessoas, sejam estas barreiras permanentes ou temporárias, devem resistir às forças da Tabela 12. A barreira em si deve ser projetada para forças indicadas em Normas Brasileiras específicas ou, quando estas Normas não existirem, devem ser consideradas as forças da Tabela 12.

Independentemente da altura da barreira, as forças da Tabela 12 devem ser consideradas atuando a 1,1 m acima do piso acabado e perpendiculares ao eixo longitudinal da barreira.

Tabela 12 – Forças horizontais em guarda-corpos e outras barreiras destinadas à proteção de pessoas (continua)

Localização da barreira	Força horizontal kN/m
Passarelas acessíveis apenas para inspeção e manutenção	0,4
Áreas privativas de unidades residenciais, escritórios, quartos de hotéis, quartos e enfermarias de hospitais Coberturas, terraços, passarelas etc. sem acesso público	1,0

Tabela 12 (conclusão)

Localização da barreira	Força horizontal kN/m
Escadas privativas ou sem acesso público, escadas de emergência em edifícios	1,0
Escadas panorâmicas	2,0
Áreas com acesso público (exceto os casos descritos nos itens a seguir)	1,0 ^b
Zonas de fluxo de pessoas ^a em áreas de acesso público, barreiras paralelas à direção do fluxo das pessoas	2,0 ^b
Zonas de fluxo de pessoas ^a em áreas de acesso público, barreiras perpendiculares à direção do fluxo das pessoas	3,0 ^b
Áreas de possível acolhimento de multidões, galerias e <i>shopping centers</i> (exceto dentro das lojas), plataformas de passageiros	3,0 ^b
Arquibancadas, escadas, rampas e passarelas em locais de eventos esportivos NOTA Por se tratar de projeto especial, é necessário consultar Normas específicas (ver Bibliografia [4])	2,0
Áreas de estoque (incluindo livros e documentos) e atividades industriais	2,0
^a Compreende todas as áreas com acesso público e delimitadas por barreiras destinadas ao tráfego de pessoas em fluxo direcionado, incluindo rampas, passarelas e escadas. ^b Para barreiras sujeitas a eventos extremos (como superlotação, manifestações, tumultos etc.), recomenda-se considerar uma força horizontal mínima de 5,0 kN/m, aplicada da mesma forma que as forças da Tabela 12.	

Onde houver pontos de ancoragem de cadeira suspensa (balancim individual) ou cabos de segurança para o uso de proteção individual a serem utilizados nos serviços de limpeza, manutenção e restauração de fachadas, a estrutura deve resistir a uma força concentrada de 15 kN atuando em qualquer direção em cada ponto de ancoragem, conforme a legislação em vigor (ver Bibliografia [3]). Esta força não precisa atuar concomitantemente com as forças da Tabela 12.

As forças horizontais atuantes durante a construção são apresentadas em 6.5.

As forças horizontais devido ao impacto de veículos são apresentadas em 6.6.1.

6.4 Cargas variáveis em coberturas

As orientações desta subseção são válidas para coberturas e telhados em geral, acessíveis apenas para manutenção. Para coberturas com uso definido ou possibilidade de uso, as cargas variáveis devem ser consideradas conforme a Tabela 10 desta Norma, porém com um valor mínimo conforme esta subseção. Para lajes de cobertura de estruturas de concreto armado, mistas de aço e concreto e alvenaria estrutural, devem ser consideradas as cargas variáveis da Tabela 10.

Coberturas apoiadas sobre lajes de estruturas de concreto armado, mistas de aço e concreto e alvenaria estrutural devem ser projetadas conforme os critérios desta subseção.

As cargas variáveis definidas nesta subseção não incluem os pesos de instalações em geral, forros, isolamentos térmicos ou acústicos, redes de dutos e equipamentos de ar-condicionado, ventilação

ou exaustão, redes de chuveiros automáticos (*sprinkler*), tubulações em geral, painéis fotovoltaicos, painéis de aquecimento solar etc. Esses elementos devem ser considerados como cargas permanentes, conforme a seção 5 desta Norma. As cargas variáveis definidas nesta subseção não contemplam o acúmulo não controlado de materiais durante a construção ou manutenção.

De modo geral, as cargas variáveis são consideradas atuando em projeção sobre o plano horizontal. Os documentos do projeto devem informar as cargas consideradas e ressaltar, se necessário, a diferença entre as cargas de projeto e as cargas admissíveis informadas pelos fabricantes das telhas.

As coberturas devem ter no mínimo 1 % de inclinação. Não são recomendadas coberturas com inclinações inferiores a 2 %, devido à maior probabilidade de acúmulo de água, granizo, pó etc. que resultam em cargas adicionais potencialmente perigosas.

As coberturas tensionadas cobertas com elementos flexíveis (tecidos, filmes sintéticos, lonas, telas etc.) devem ser projetadas para suportar uma carga variável uniformemente distribuída de 0,25 kN/m².

As demais coberturas devem ser projetadas para suportar uma carga variável uniformemente distribuída conforme a expressão a seguir:

$$q = 0,50 \times \alpha \quad \text{onde} \quad 0,25 \text{ kN/m}^2 \leq q \leq 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = \begin{cases} 1,0 & 1\% < i \leq 2\% \\ 2,0 - 0,5 \times i & 2\% < i < 3\% \\ 0,5 & i \geq 3\% \end{cases}$$

onde

i é a inclinação da cobertura, medida entre a cumeeira e a extremidade mais baixa, expressa em porcentagem (%);

h é a altura, expressa em metro (m);

L é o vão, expresso em metro (m).

As cargas citadas anteriormente são apresentadas na Figura 1.

Caso a cobertura possua sistema de drenagem suficiente e rigidez adequada que impeçam a ocorrência do fenômeno de empoçamento progressivo, pode-se considerar carga variável uniformemente distribuída de 0,25 kN/m² (independente da inclinação da cobertura, mas respeitando-se o mínimo de 1 %), desde que seja feita a verificação conforme o Anexo D. Coberturas com inclinações maiores ou iguais a 5 % não precisam ser verificadas para esse fenômeno.

Todo elemento isolado de coberturas (ripas, terças, barras de banzo superior de treliças) deve ser projetado para suportar, na posição mais desfavorável, uma carga concentrada de 1 kN, além do carregamento permanente. Essa carga concentrada deve ser considerada atuando isolada das demais forças variáveis. Coberturas sujeitas a receber outras cargas concentradas (talhas, itens de comunicação visual etc.) devem ser verificadas conforme o caso.

Havendo forro sob a cobertura, deve ser considerada a carga variável sobre o forro conforme a Tabela 10. A carga variável do forro pode ser somada à carga variável da cobertura, a critério do projetista.

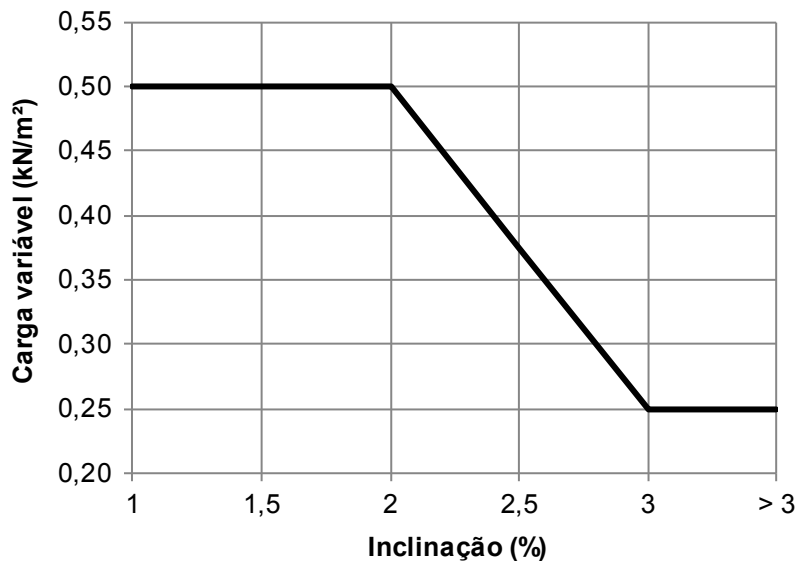


Figura 1 – Carga variável para coberturas

Para coberturas em regiões suscetíveis à ocorrência de neve ou granizo, podem ser consideradas cargas variáveis adicionais. Essas cargas podem ser consideradas como especiais, conforme a ABNT NBR 8681. A consideração dessas cargas e seus valores devem ser determinados caso a caso.

Para coberturas em regiões suscetíveis ao acúmulo de pó (por exemplo, indústrias siderúrgicas, fábricas de cimento etc.), deve-se considerar cargas variáveis adicionais para levar em conta esse fenômeno.

6.5 Ações de construção

As ações de construção devem ser consideradas nas estruturas em que haja risco de ocorrência de estados limites durante esse período. As combinações de ações e respectivos coeficientes de ponderação devem ser considerados conforme a ABNT NBR 8681.

Exemplos de alguns itens cujas ações podem ser significativas durante a fase de construção são listados a seguir:

- áreas de estoque ou manuseio de materiais (inclusive nos andares);
- áreas de estoque ou manuseio de paletes (inclusive nos andares);
- áreas sujeitas ao tráfego de caminhões, empilhadeiras e outros veículos em geral (ver 6.6);
- reações de apoio e fixações de elevadores, gruas, guinchos, guindastes, mastro de concretagem, silos, tanques etc.;
- esforços aplicados pelas contenções, devido à desprotensão de parte dos tirantes ou outros motivos;
- reações de apoio de andaimes e plataformas de trabalho (simplesmente apoiados, suspensos, em balanço etc.);
- reações de apoio de bandejas de proteção, linhas de vida e outros dispositivos de segurança;

- ações devido à montagem ou ao apoio temporário de partes da estrutura (escoramentos etc.);
- reações de apoio de formas trepantes.

As ações analisadas (tipo, intensidade, localização, duração etc.) devem ser informadas pelo responsável pela construção.

6.6 Ações de veículos

6.6.1 Ações em garagens e demais áreas de circulação de veículos

As orientações desta subseção são válidas para estruturas sujeitas ao tráfego de veículos cujo peso e dimensões atendam aos limites estabelecidos pela legislação em vigor (ver Bibliografia [2]).

A seleção da categoria de projeto de garagens e demais áreas de circulação de veículos deve ser feita em função da altura livre disponível do acesso de veículos (coluna 4 da Tabela 13). Caso o usuário da edificação disponha de meios para controle dos tipos de veículos que acessam a edificação, é possível projetar para categorias diferentes daquela em função da altura disponível. Na documentação do projeto devem constar as categorias para as quais a estrutura foi projetada.

Para o projeto de garagens e demais áreas de circulação de veículos, devem ser consideradas as cargas uniformemente distribuídas (coluna 3 da Tabela 13) para análises globais da estrutura e dimensionamento dos seus elementos. Os elementos estruturais do pavimento devem também ser verificados para a atuação isolada das cargas concentradas (coluna 5 da Tabela 13), além das cargas uniformemente distribuídas. Os pilares sujeitos ao impacto acidental de veículos devem ser verificados para as forças horizontais (colunas 6, 7 e 8 da Tabela 13). As cargas indicadas não podem ser reduzidas.

Além do dimensionamento para as ações indicadas na Tabela 13, cada região da garagem deve ser sinalizada quanto à velocidade máxima permitida, PBT admissível e altura máxima dos veículos. A velocidade máxima sugerida em garagens, baseada na prática usual, deve ser 10 km/h. Exemplos de sinalização são apresentados no Anexo B desta Norma.

As orientações apresentadas não contemplam o uso de elevadores duplicadores de vagas. A consideração desses equipamentos deve ser feita conforme o caso específico.

Tabela 13 – Ações em garagens e demais áreas de circulação de veículos (continua)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Categoria	PBT kN	Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Altura máx. m	Cargas concentradas Q _k kN	Força horizontal F _x ^e kN	Força horizontal F _y ^e kN	Altura H de aplicação das forças F _x e F _y ^e m
I ^a	≤ 30	3	2,3	12 ^b	100	50	0,5
II ^f	≤ 90	5	2,6	60 (Figura 2)	180	90	0,5
III	≤ 160	7	3,0	100 (Figura 3)	240	120	1,0

Tabela 13 (conclusão)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Categoria	PBT kN	Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Altura máx. m	Cargas concentradas Q_k kN	Força horizontal F_x^e kN	Força horizontal F_y^e kN	Altura H de aplicação das forças F_x e F_y^e m
IV	> 160	10	> 3,0	170 (Figura 4) 255 (Figura 5)	320	160	1,0
V^c	≤ 230	10	≥ 4,5	170 (Figura 4)	320 ^d	160 ^d	1,0 ^d

- ^a As ações da Categoria I são adequadas também para veículos de passeio blindados, desde que a blindagem corresponda a um acréscimo de no máximo 15 % do PBT do veículo.
- ^b A carga concentrada deve ser considerada atuando em uma região de 10 cm × 10 cm.
- ^c Categoria correspondente a viaturas de bombeiros. As cargas podem ser consideradas especiais, conforme a ABNT NBR 8681, se atuarem apenas em situações de combate a incêndio. Em outras situações, devem ser consideradas como ações variáveis normais, conforme a ABNT NBR 8681. A verificação das cargas concentradas contempla a atuação de patolas de caminhões auto-escada.
- ^d A verificação das forças horizontais, neste caso, só precisa ser feita caso a atuação das viaturas de bombeiros seja considerada uma ação variável normal, conforme a ABNT NBR 8681.
- ^e As forças horizontais devem ser consideradas como excepcionais, conforme a ABNT NBR 8681. O índice x indica uma força atuando na direção paralela ao fluxo dos veículos, o índice y indica uma força atuando na direção perpendicular ao fluxo dos veículos. As forças horizontais podem ser consideradas atuando de forma não concomitante em uma faixa de 25 cm de altura e 150 cm de largura ou a largura da face do pilar em questão, o que for menor (Figura 6). Alternativamente, podem-se prever barreiras que resistam aos mesmos valores de forças horizontais da categoria.
- ^f As ações da Categoria II são adequadas também para carros-fortes e UTI móveis.

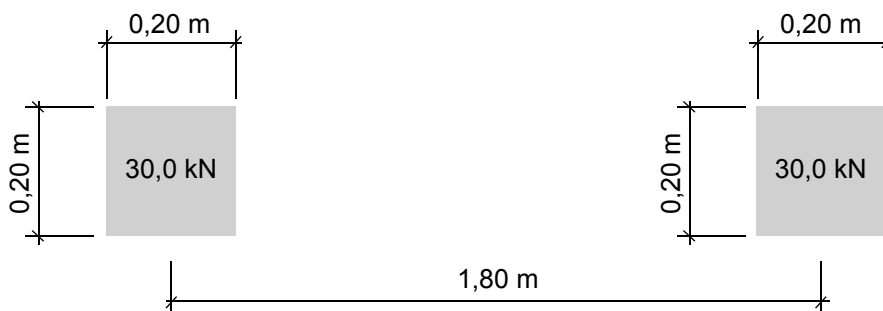


Figura 2 – Eixo-tipo simples para verificação de cargas concentradas – Categoria II

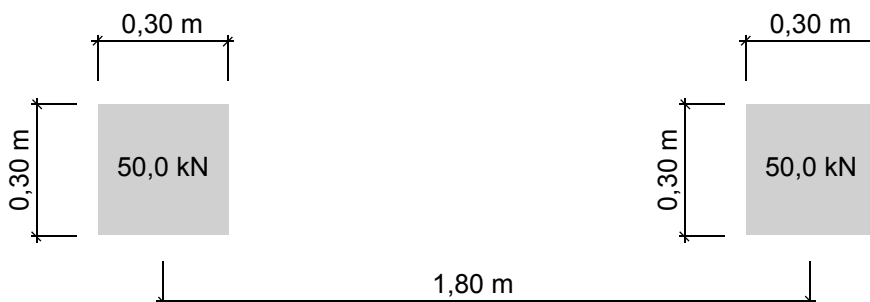


Figura 3 – Eixo-tipo simples para verificação de forças concentradas – Categoria III

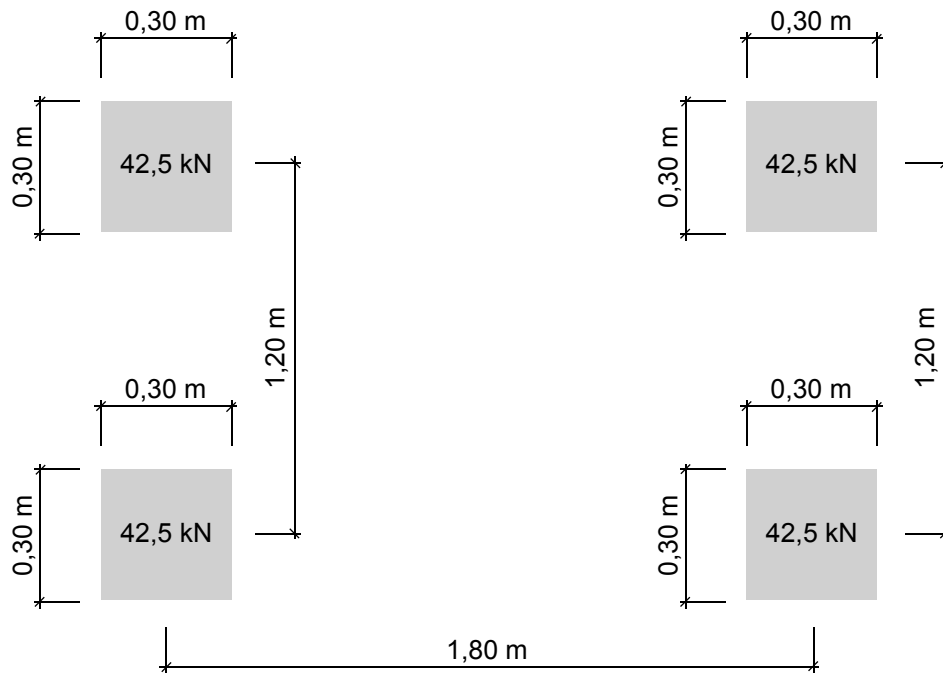


Figura 4 – Eixo-tipo duplo para verificação de forças concentradas – Categorias IV e V

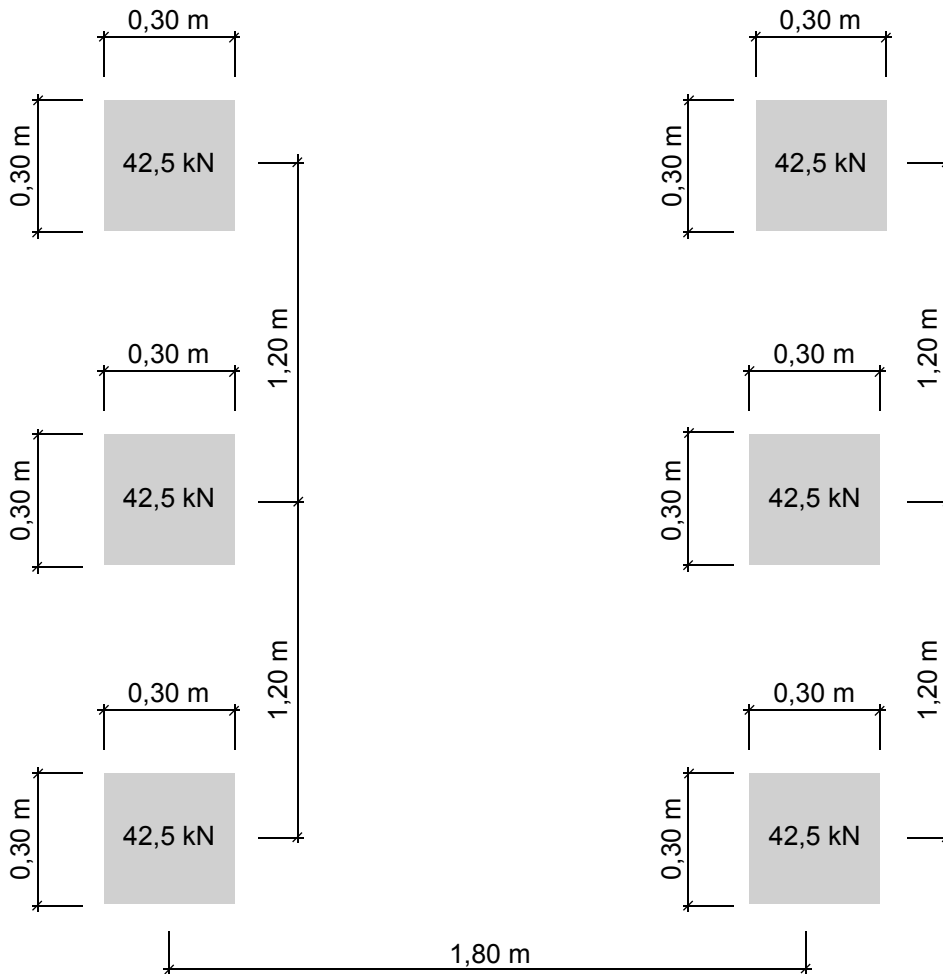


Figura 5 – Eixo-tipo triplo para verificação de forças concentradas – Categoria IV

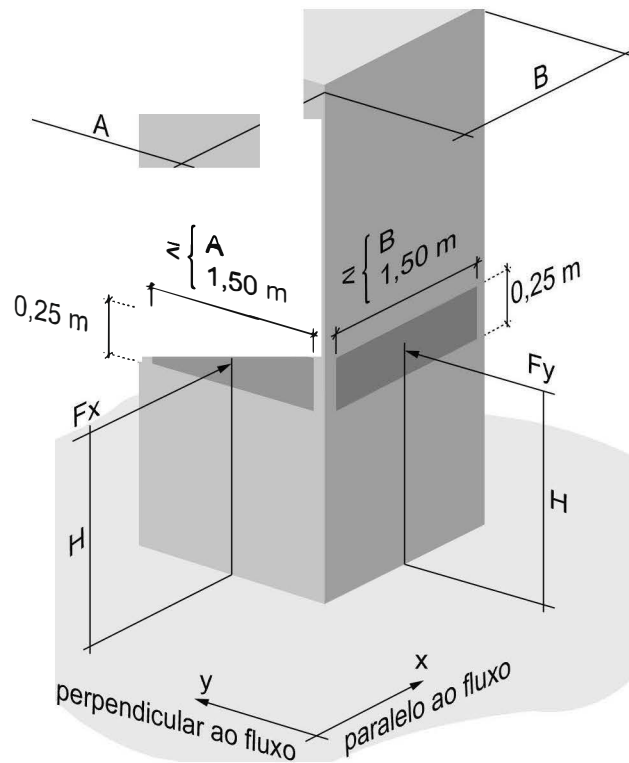


Figura 6 – Forças horizontais devido ao impacto acidental de veículos

Para pavimentos elevados que permitam o acesso de veículos até a parede ou guarda-corpo, essas barreiras devem resistir à uma força horizontal concentrada de 25 kN atuando a 50 cm acima do piso acabado. Essa força horizontal pode ser considerada distribuída em uma área de aplicação de 30 cm x 30 cm. Alternativamente, podem-se prever barreiras que impeçam o acesso dos veículos à parede ou guarda-corpo, sendo que estas devem resistir à mesma força horizontal especificada anteriormente. Para todos os casos, a força horizontal pode ser considerada excepcional, conforme a ABNT NBR 8681, e não concomitante com outras forças variáveis em barreiras ou guarda-corpos.

Pilares próximos a descidas de rampas (Figura 7) devem ser verificados para forças horizontais com o dobro do valor indicado nas colunas 6 e 7 da Tabela 13. Alternativamente, podem-se prever barreiras que resistam aos mesmos valores de forças horizontais indicadas para este caso.

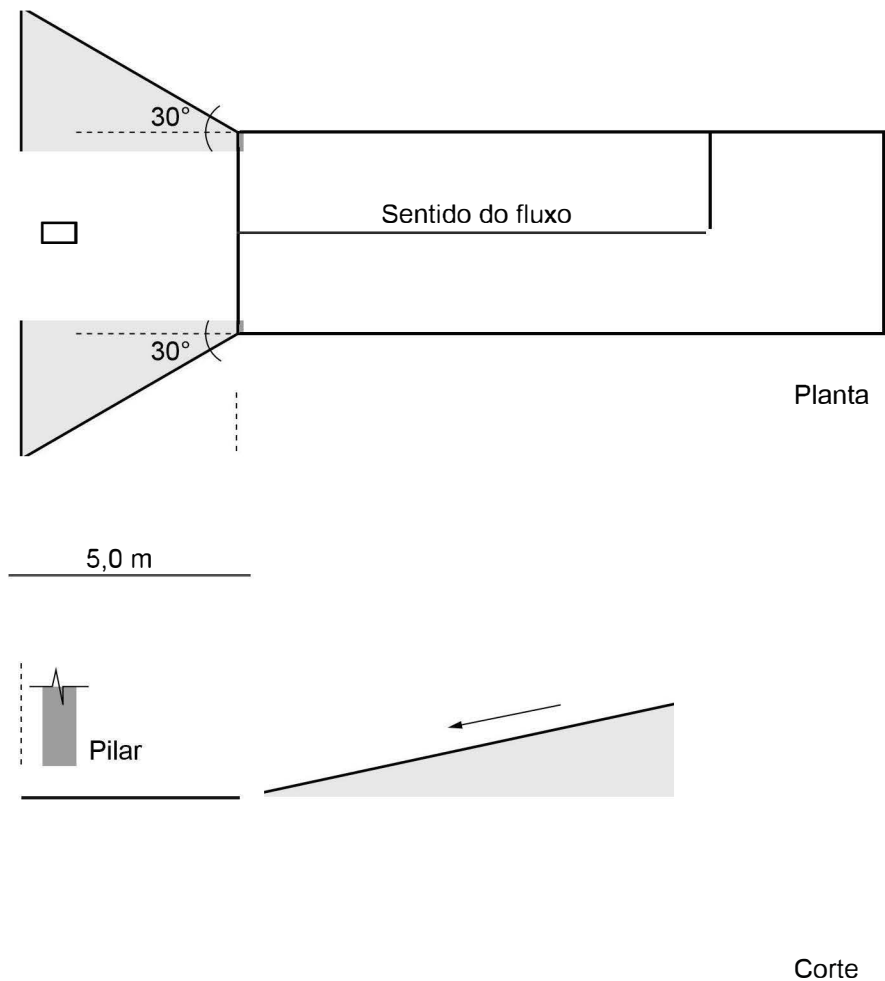


Figura 7 – Pilares próximos a descidas de rampas

Pilares adjacentes a vias públicas ou particulares devem ser verificados para as forças horizontais especificadas na Tabela 14. As forças devem ser consideradas excepcionais, conforme a ABNT NBR 8681, atuando de forma não concomitante conforme indicado na Figura 6.

Tabela 14 – Forças horizontais devido ao impacto em pilares adjacentes a vias públicas ou particulares

Caso	F_x kN	F_y kN	Altura H de aplicação das forças F_x e F_y m
Pilares sem proteção	200	100	1,0
Pilares com proteção de guia com $h \leq 15$ cm	150	75	1,0
Pilares com proteção de guia com 15 cm $\leq h \leq 50$ cm	100	50	1,0

Os valores das forças da Tabela 14 decrescem linearmente com a distância do pilar à via, sendo zero a 10,0 m. Barreiras com altura superior a 50 cm devem resistir às forças da Tabela 14 e o pilar não precisa ser verificado, neste caso.

6.6.2 Empilhadeiras e minicarregadeiras

As empilhadeiras e minicarregadeiras podem ser classificadas conforme a Tabela 15, dependendo da tara, das dimensões e das cargas de elevação.

Tabela 15 – Classes de empilhadeiras e minicarregadeiras

Classe	Tara kN	Carga de elevação kN	Carga estática por eixo Q_k kN	Distância entre rodas a m	Largura total b m	Comprimento total c m
E1	21	10	26	0,85	1,0	2,6
E2	31	15	40	0,95	1,1	3,0
E3	44	25	63	1,0	1,2	3,3
E4	60	40	90	1,2	1,4	4,0
E5	90	60	140	1,5	1,9	4,6
E6	110	80	170	1,8	2,3	5,1

Empilhadeiras trilaterais não se enquadram nas classes da Tabela 15, devendo ser analisadas conforme o caso.

Para equipamentos cuja tara seja superior a 110 kN, as cargas de projeto devem ser obtidas por meio de análise específica.

A carga estática por eixo deve ser multiplicada por um coeficiente de impacto vertical, que leva em conta os efeitos de inércia provocados pela aceleração e desaceleração da carga de elevação:

- a) 1,40 para equipamentos com rodas pneumáticas;
- b) 2,00 para equipamentos com rodas rígidas.

A carga estática por eixo definida anteriormente deve ser aplicada conforme a Figura 8. É possível desconsiderar as demais cargas variáveis uniformemente distribuídas em uma distância de 0,5 m ao redor do equipamento, conforme mostrado na Figura 9.

As forças horizontais devidas à aceleração ou desaceleração do equipamento podem ser consideradas iguais a 30 % da carga estática por eixo Q_k sem o coeficiente de impacto vertical.

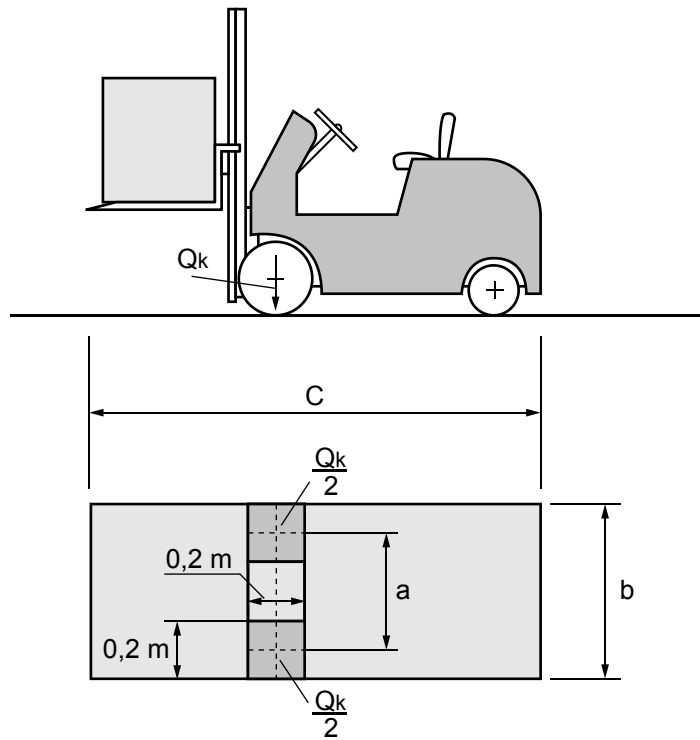


Figura 8 – Dimensões de empilhadeiras ou minicarregadeiras

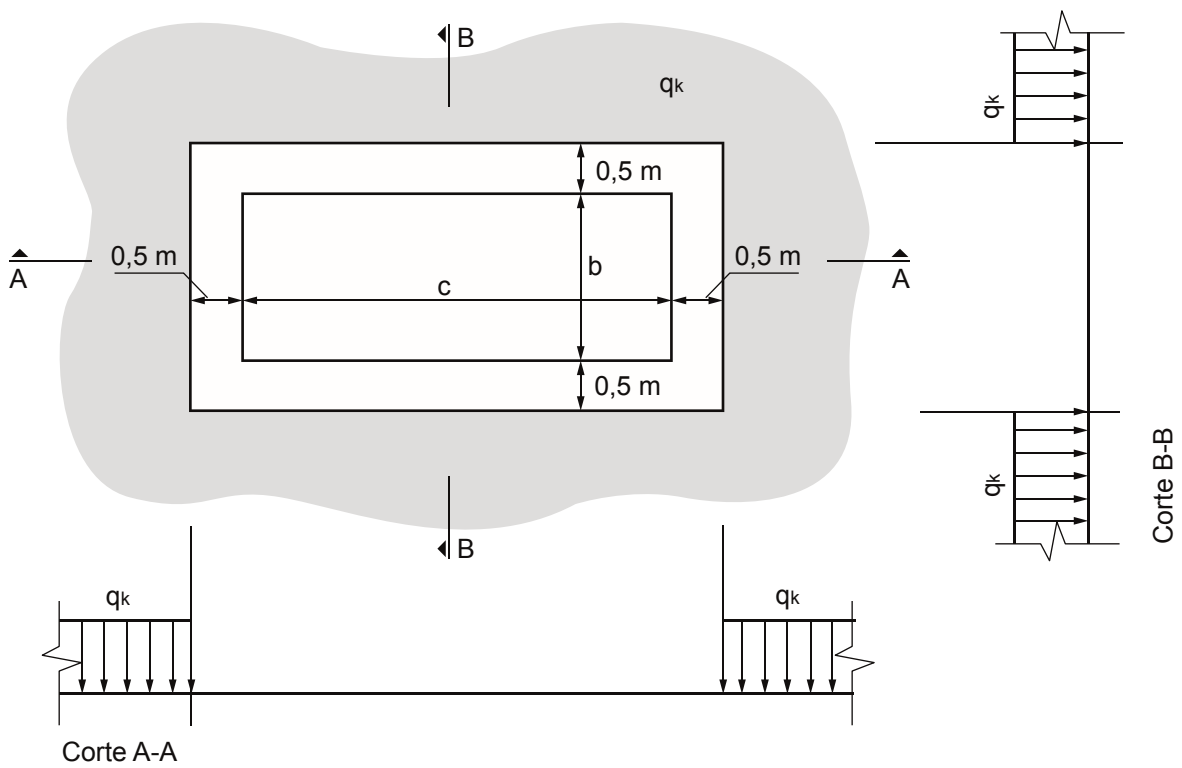


Figura 9 – Cargas uniformemente distribuídas ao redor de empilhadeiras ou minicarregadeiras

6.7 Helipontos

Os helipontos devem ser dimensionados para atuação de um helicóptero com peso bruto total máximo Q_k , cujo valor em toneladas deve ser sinalizado no piso do heliponto, conforme a legislação em vigor (ver Bibliografia [1]). Os helipontos devem ser projetados no mínimo para um helicóptero Categoria 1 (Tabela 16).

Os helipontos devem ser projetados para os seguintes casos de cargas variáveis, consideradas de forma independente:

- 1) carga uniformemente distribuída de $3,0 \text{ kN/m}^2$;
- 2) carga uniformemente distribuída de $1,0 \text{ kN/m}^2$ + par de cargas concentradas conforme a Figura 10 e Tabela 16, posicionadas na área de pouso de forma a produzir os esforços mais críticos para o dimensionamento;
- 3) se for o caso, ações de outros veículos, conforme 6.6.

Áreas de taxiamento e estacionamento de helicópteros devem ser projetadas para os mesmos casos 1) e 2) anteriores, substituindo-se as cargas concentradas da Figura 10 por $0,5 \times Q_k$.



Figura 10 – Cargas concentradas para projeto de helipontos

Tabela 16 – Categorias de helicópteros para projeto de helipontos

Categoria	Peso bruto total Q_k kN	Distância d entre rodas ou esquis m
1	20	2,0
2	21 – 50	2,5
3	51 – 135	3,0
4	136 – 190	3,5
5	191 – 270	4,5

A rede ou grade de proteção ao redor de helipontos elevados privados e de hospitais deve resistir a uma carga mínima de $1,25 \text{ kN/m}^2$. Para helipontos públicos, militares e heliportos, a rede ou grade de proteção deve resistir a uma carga mínima de $2,5 \text{ kN/m}^2$.

Devem ser consideradas ainda as forças horizontais devidas ao vento, conforme a ABNT NBR 6123. O heliponto e seus suportes devem resistir a uma força concentrada horizontal equivalente à metade do peso bruto total do helicóptero de projeto, atuando em qualquer direção e não concomitante com as forças devidas ao vento.

6.8 Cargas em fábricas e armazéns

O valor característico das cargas de projeto de fábricas e armazéns deve ser o mais desfavorável que tenha probabilidade de ocorrer durante o período de vida útil da estrutura. Na ausência de dados estatísticos, o valor característico das cargas pode ser adotado em função das condições de uso (definidas ou esperadas) da edificação.

As cargas devem ser consideradas nas posições mais desfavoráveis para o projeto da estrutura, de modo a cobrir possíveis incertezas sobre a sua posição efetiva durante a vida útil da edificação.

A influência de forças dinâmicas devido à operação de máquinas e equipamentos desbalanceados, levantamento e transporte de cargas ou queda acidental de materiais deve ser considerada por meio de análise dinâmica específica ou pelo uso de coeficientes de majoração dinâmicos definidos caso a caso.

As forças aplicadas por máquinas e equipamentos devem incluir os valores, direções ou diagramas de aplicação das reações de apoio (podendo ser forças uniformemente distribuídas, forças e momentos concentrados, forças estáticas ou dinâmicas), dimensões e posição do equipamento, modo de fixação e outras características relevantes para o projeto estrutural. As forças devem incluir o peso do equipamento em operação (incluindo o peso de fontes de energia, fluidos etc.), suas bases e fixações e o peso do material sendo processado. Se for necessário considerar forças devido à montagem do equipamento, seus valores e posições críticas devem ser determinados. Em todos os casos, as forças e suas características devem ser fornecidas pelo fabricante ou fornecedor do equipamento.

O projeto deve considerar as forças decorrentes da manutenção e movimentação das máquinas e equipamentos.

Nas áreas livres ao redor de máquinas e equipamentos, devem ser consideradas cargas devido aos operadores, produtos acabados ou semiacabados armazenados temporariamente, rejeitos etc.

6.9 Peso específico de materiais de armazenagem

Na falta de determinação experimental mais rigorosa, podem ser utilizados os valores indicados no Anexo A para o peso específico aparente médio dos materiais de armazenagem.

Para o projeto de silos, funis e outros equipamentos similares para armazenamento de materiais a granel, recomenda-se consultar o *Eurocode 1 Part 4, Silos and Tanks* e *AS 3774, Loads on bulk solids containers*.

6.10 Ações para pisos e pavimentos de galpões, depósitos e centros de distribuição

As ações desta subseção se aplicam ao projeto de pisos apoiados sobre o solo e estruturas elevadas, por exemplo pavimentos compostos por lajes, vigas e pilares.

Os pisos ou pavimentos devem ser projetados levando em consideração toda as possíveis ações às quais estejam sujeitos:

- a) cargas variáveis (ver 6.2);
- b) ações de construção (ver 6.5);
- c) ações de veículos (ver 6.6);
- d) helipontos (ver 6.7);

- e) cargas em fábricas e armazéns (ver 6.8);
- f) peso específico de materiais de armazenagem (ver 6.9);
- g) cargas indicadas na Tabela 17 e Tabela 18, conforme o caso.

Pisos e pavimentos de edificações industriais devem suportar no mínimo as cargas da Tabela 17. Deve-se considerar as cargas concentradas efetivas, caso sejam conhecidas, respeitando-se os mínimos da Tabela 17.

Tabela 17 – Cargas mínimas para pisos e pavimentos

Tipo de uso	Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN	Dimensões da região para verificação da carga concentrada
Comercial	10	5 ^a	10 cm × 10 cm
Industrial	20	15 ^a	10 cm × 10 cm
Logística	40	30 ^a	10 cm × 15 cm

^a As cargas concentradas não contemplam reações de apoios de mezaninos, as quais devem ser consideradas conforme o caso.

Para pisos e pavimentos que suportem porta-paletes, as forças devem ser validadas caso a caso, devendo atender no mínimo aos valores da Tabela 18. Os valores da Tabela 18 são válidos para alturas de estoque de até 10 m. Deve-se fazer estudo específico caso a altura de estoque ultrapasse 10 m, mas deve-se respeitar no mínimo as cargas da Tabela 18 correspondentes à altura de estoque de 10 m.

Tabela 18 – Cargas variáveis para áreas com porta-paletes convencionais

Área	Carga uniformemente distribuída^a
Salão de vendas	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 1 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^{b,c}
Depósitos	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 2 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^{b,c}
Centros de distribuição	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 3 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^{b,c}

^a As cargas desta Norma não se aplicam ao projeto de porta-paletes e afins, que devem ser projetados conforme critérios específicos.

^b Devem ser verificados os efeitos das forças concentradas das reações de apoio dos porta-paletes.

^c A altura de estoque corresponde ao pé-direito máximo disponível para empilhamento de produtos. A altura de estoque pode ser limitada por forros ou outros dispositivos não removíveis que impeçam o empilhamento de produtos além da altura máxima prevista em projeto.

6.11 Outras ações variáveis

Ações variáveis não especificadas e que se enquadrem no escopo de aplicação desta Norma devem ter seus valores definidos por meio de estudo específico. Ações definidas em Normas estrangeiras devem ter seus valores validados de acordo com as particularidades locais.

6.11.1 Neve e granizo

Não há, até o momento da publicação desta Norma, bancos de dados suficientes sobre a ocorrência e intensidade de neve que permitam definir requisitos para esta carga em Normas Brasileiras. Para projetos nos quais seja necessário considerar a ação da neve, deve ser feito estudo específico ou devem ser seguidos os requisitos de Normas estrangeiras validados conforme as particularidades locais.

Para estruturas em regiões sujeitas à ocorrência de granizo, devido às características do fenômeno, não é usual projetar estruturas levando em conta essa eventual carga adicional. Deve-se procurar adotar medidas que minimizem os danos causados pelo fenômeno, como coberturas com inclinação e drenagem adequadas e evitar o uso de calhas contidas por platibandas. Após a ocorrência do fenômeno, convém que a cobertura seja inspecionada.

6.12 Redução de cargas variáveis

Para a determinação de esforços solicitantes em pilares e fundações, que suportem n andares acima do elemento em questão, com conjuntos de pisos adjacentes com o mesmo tipo de uso, o valor da carga variável de uso pode ser multiplicado por um coeficiente de redução α_n , conforme a Tabela 19. As reduções adotadas devem ser registradas nos documentos do projeto.

Tabela 19 – Multiplicador α_n das cargas variáveis

Número de pisos que atuam sobre o elemento	Multiplicador α_n das cargas variáveis
1 a 3	1,0
4	0,8
5	0,6
6 ou mais	0,4

Não é permitida a redução das cargas variáveis de garagens, reservatórios, coberturas, jardins, depósitos de explosivos e inflamáveis e áreas de estoque em geral, áreas de armamentos, áreas técnicas, instalações nucleares, indústrias, estádios, teatros e cinemas, passarelas, assembleias com assentos fixos ou móveis e demais áreas cujas cargas variáveis não sejam redutíveis, conforme a Tabela 10.

Para edificações com diferentes tipos de uso, a cada conjunto de pisos adjacentes de mesmo tipo de uso, pode ser aplicado o critério de redução de cargas variáveis da Tabela 19.

As Figuras 11 e 12 apresentam exemplos de consideração dos multiplicadores das cargas variáveis para edificações com um ou mais tipos de uso, onde:

Tipo1, Tipo2, Tipo3: tipos de uso dos pavimentos

c.v.n.r.: pavimento inteiramente ocupado por carga variável não redutível

A presença de pavimentos inteiramente ocupados por carga variável não redutível, entre pavimentos com carga variável redutível, não interrompe a sequência dos multiplicadores das cargas variáveis do grupo de pavimentos.

Em pavimentos com carga variável redutível, havendo regiões com cargas variáveis não redutíveis, os multiplicadores das cargas variáveis devem ser aplicados apenas às cargas redutíveis.

Para pavimentos com um mesmo tipo de uso, grupos de pavimentos com diferentes áreas devem ser considerados como grupos distintos para consideração dos multiplicadores das cargas variáveis, conforme exemplifica a Figura 13.

Cobertura	$1,0 \times q_k$
Ático	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,8 \times q_k$
Tipo1	$0,6 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Térreo	$1,0 \times q_k$
Garagens	$1,0 \times q_k$

Cobertura	$1,0 \times q_k$
Ático	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,8 \times q_k$
c.v.n.r	$1,0 \times q_k$
c.v.n.r	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,6 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Térreo	$1,0 \times q_k$
Garagens	$1,0 \times q_k$

Figura 11 – Multiplicadores das cargas variáveis – Exemplos para edificações com um tipo de uso

Cobertura	$1,0 \times q_k$
Ático	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,8 \times q_k$
Tipo1	$0,6 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$1,0 \times q_k$
Tipo2	$1,0 \times q_k$
Tipo2	$1,0 \times q_k$
Tipo2	$0,8 \times q_k$
Tipo2	$0,6 \times q_k$
Tipo2	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$0,4 \times q_k$
Térreo	$1,0 \times q_k$
Garagens	$1,0 \times q_k$

Cobertura	$1,0 \times q_k$		
Ático	$1,0 \times q_k$		
Tipo1	$1,0 \times q_k$		
Tipo1	$1,0 \times q_k$		
Tipo1	$1,0 \times q_k$	Tipo3	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,8 \times q_k$	Tipo3	$1,0 \times q_k$
c.v.n.r	$1,0 \times q_k$	Tipo3	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,6 \times q_k$	Tipo3	$0,8 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$	Tipo3	$0,6 \times q_k$
Tipo2	$1,0 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$1,0 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$1,0 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$0,8 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$0,6 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$0,4 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$0,4 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Tipo2	$0,4 \times q_k$	Tipo3	$0,4 \times q_k$
Térreo	$1,0 \times q_k$		
Garagens	$1,0 \times q_k$		

Figura 12 – Multiplicadores das cargas variáveis – Exemplos para edificações com dois e três tipos de uso

Cobertura	$1,0 \times q_k$
Ático	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,8 \times q_k$
Tipo1	$0,6 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$1,0 \times q_k$
Tipo1	$0,8 \times q_k$
Tipo1	$0,6 \times q_k$
Tipo1	$0,4 \times q_k$
Térreo	$1,0 \times q_k$
Garagens	$1,0 \times q_k$

Figura 13 – Multiplicadores das cargas variáveis – Exemplo de edificação com grupos de pavimentos com diferentes áreas e mesmo tipo de uso

Anexo A (normativo)

Peso específico aparente médio de materiais de armazenagem

Na falta de determinação experimental mais rigorosa, podem ser utilizados os valores indicados na Tabela A.1 para o peso específico aparente médio dos materiais de armazenagem. Para os valores indicados por uma faixa de variação, na falta de determinação experimental mais rigorosa, recomenda-se considerar o valor médio (valores entre parênteses na Tabela A.1).

Devido à variabilidade do peso específico destes materiais, recomenda-se validação cuidadosa dos valores para as condições específicas do projeto em questão.

Para o projeto de silos, funis e outros equipamentos similares para armazenamento da materiais a granel, recomenda-se consultar o *Eurocode 1 Part 4, Silos and Tanks* e *AS 3774, Loads on bulk solids containers*.

Tabela A.1 – Peso específico aparente médio de materiais de armazenagem (continua)

Material		Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³	Ângulo de atrito interno θ Graus
1 Materiais de construção	Água doce	10	–
	Areia com umidade natural	17 a 19 (18)	30
	Areia seca	15 a 16 (15,5)	35
	Argila	19	25
	Argila arenosa	18	25
	Argila expandida	5 a 7 (6)	35 a 40
	Asfalto	13	–
	Bentonita solta	8	40
	Bentonita vibrada	10	–
	Cal em pedra	10	45
	Cal em pó, gesso em pó	10	25
	Cascalho arrumado (gabiões)	21	–
	Cascalho basáltico	26	–
	Cascalho solto	18 a 22 (20)	–
	Cimento a granel	14	25
	Cinzas volantes	10 a 14 (12)	25
	Clínquer de cimento	15	30
	Entulho de obra, caliça (com pedaços de concreto)	15	–
	Entulho de obra (apenas materiais cerâmicos)	12	–

Tabela A.1 (continuação)

Material		Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³	Ângulo de atrito interno θ Graus
1 Materiais de construção	Escória britada	14	–
	Escória de alto-forno (expandida e moída)	9	35
	Escória de alto-forno (fragmentos)	17	40
	Escória de alto-forno (grânulos)	12	30
	Mástique asfáltico	18 a 22 (20)	–
	Mástique betuminoso e concreto betuminoso	24 a 25 (24,5)	–
	Pedra britada	15 a 20 (17,5)	40
	Policloreto de vinila em pó (PVC)	6	40
	Poliestireno em grânulos	6 a 7 (6,5)	30
	Poliestireno expandido (EPS) de alta densidade	0,3	–
	Resina de poliéster	12	–
	Seixo	19	30
	Solo orgânico	18	15
	Vermiculita bruta	6 a 9 (7,5)	–
	Vermiculita expandida	1,2	–
2 Combustíveis sólidos	Carvão mineral (pó)	7	25
	Carvão mineral bruto	10	35
	Carvão mineral em tanques de lavagem	12	–
	Carvão vegetal compactado	15	–
	Carvão vegetal solto	4	45
	Coque	4 a 6,5 (5,5)	35 a 45 (40)
	Lenha	5	45
	Linhito em pó	5	25 a 40 (32,5)
	Linhito seco	8	35
	Linhito úmido	10	30 a 40 (35)
3 Produtos agrícolas	Vegetais, legumes		
	Alface	5	–
	Batatas a granel	7,5	35
	Batatas em caixas	4,4	–
	Beterraba	7,4	40
	Cebolas	7	35
	Cenouras	7,8	35
	Couve	4	–
	Ervilhas	7,8	–
	Nabos	7	35

Tabela A.1 (continuação)

	Material	Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³	Ângulo de atrito interno θ Graus
3 Produtos agrícolas	Frutas		
	Cerejas	7,8	–
	Maçãs em caixas	6,5	–
	Maçãs soltas	8,3	30
	Peras	5,9	–
	Tomates	6,8	–
	Grãos, farinhas		
	Aveia	5	30
	Arroz com casca	5,5 a 6,5 (6)	36
	Arroz sem casca	9	36
	Café em grãos	5	–
	Centeio	7	30
	Cereais para fabricação de cerveja (úmidos)	8,8 7	– 30
	Cevada	6,4	25
	Colza	6	25
	Farinhas a granel, em geral	5	–
	Farinhas ensacadas	7,5	31
	Feijão	1 a 2 (1,5)	25
	Lúpulo	4 a 6 (5)	20
	Malte	7,5	30
	Milho a granel	5	–
	Milho em sacos	7,4	30
	Soja	7,8	30
	Trigo a granel	7,5	–
	Trigo em sacos		
	Feno, forragem		
	Feno prensado	1,7 5 a 10 (7,5)	– –
	Forragem ensilada	3,5 a 4,5 (4)	–
	Forragem verde empilhada solta	0,7	–
	Palha a granel (seca)	1,5	–
Palha enfardada			

Tabela A.1 (continuação)

Material		Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³	Ângulo de atrito interno θ Graus
3 Produtos agrícolas	Fertilizantes artificiais		
	Escória básica moída	13,7	35
	Fosfatos, granulados	10 a 16 (13)	30
	NPK, granulado	8 a 12 (10)	25
	Sulfato de potássio	12 a 16 (14)	28
	Ureia	7 a 8 (7,5)	24
	Diversos		
	Açúcar solto	7,5 a 10 (9)	35
	Couros e peles	8 a 9 (8,5)	–
	Esterco (com palha seca)	9,3	45
	Esterco (de galinha)	6,9	45
	Esterco (mínimo 60 % de sólidos)	7,8	–
	Fumo	3,5	35
	Lã a granel	3	–
	Lã enfardada	7 a 13 (10)	–
	Ovos, acondicionados	4 a 5 (4,5)	–
	Tabaco em fardos	3,5 a 5 (4,5)	–
	Turfa seca, comprimida em fardos	5	–
	Turfa seca, solta, vibrada	1	35
	Turfa úmida	9,5	–
	Serragem seca ensacada	3	–
	Serragem seca solta	2,5	45
	Serragem úmida solta	5	45

Tabela A.1 (continuação)

Material		Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³	Ângulo de atrito interno θ Graus
4 Produtos industriais diversos	Acrílico em placas	12	—
	Borracha	10 a 17 (13,5)	—
	Gelo em blocos	8,5	—
	Livros e documentos densamente armazenados	8,5	—
	Livros e documentos em geral	6	—
	Papel em rolos	15	—
	Papel empilhado	11	—
	Plástico em folhas	21	—
	Prateleiras e armários para arquivo	6	—
	Sal	12	40
	Sal-gema	22	45
	Vestuário e tecidos empacotados	11	—
	Vidro plano em chapas (comum ou laminado)	26	—
	Vidro partido	22	—
	5 Produtos armazenados líquidos	Bebidas	
Água doce		10	—
Cerveja		10	—
Leite		10	—
Vinho		10	—
Óleos naturais			
Azeite		8,8	—
Glicerol (glicerina)		12,3	—
Óleo de linhaça		9,2	—
Óleo de rícino		9,3	—
Líquidos e ácidos orgânicos			
Ácido clorídrico (40 % em peso)		11,8	—
Ácido nítrico (91 % em peso)		14,7	—
Ácido sulfúrico (30 % em peso)		13,7	—
Ácido sulfúrico (87 % em peso)		17,7	—
Álcool anidro		7,9	—
Álcool hidratado		8,1	—
Éter	7,4	—	
Terebintina, aguarrás	8,3	—	



Tabela A.1 (conclusão)

Material		Peso específico aparente γ_{ap} kN/m ³	Ângulo de atrito interno ϕ Graus
5 Produtos armazenados líquidos	Hidrocarbonetos		
	Alcatrão de hulha	10,8 a 12,8 (11,8)	—
	Alcatrão, betume	14	—
	Anilina	9,8	—
	Benzeno (benzol)	8,8	—
	Benzina	6,9	—
	Butano líquido	5,7	—
	Creosoto	10,8	—
	<i>Diesel</i>	8,2 a 8,8 (8,5)	—
	Gasolina	7,0 a 7,8 (7,4)	—
	Lubrificantes	8,8	—
	Nafta	7,8	—
	Parafina (querosene)	8,3	—
	Pesados	12,3	—
	Petróleo bruto	9,8 a 12,8 (11,3)	—
	Propano líquido	5	—
	Mercúrio	133	—
Zarcão	59	—	
Lama, mais de 50 % em volume de água	10,8	—	

Anexo B (normativo)

Exemplos de sinalização de garagens e demais áreas de circulação de veículos

As figuras a seguir apresentam exemplos de placas de sinalização de velocidade máxima permitida e altura máxima permitida em garagens e demais áreas de circulação de veículos.



Figura B.1 – Exemplos de sinalização – Velocidade máxima permitida



Figura B.2 – Exemplos de sinalização – Altura máxima permitida

Anexo C (normativo)

Pontes rolantes

Para a aplicação deste Anexo, considera-se os componentes de um sistema de ponte rolante típico conforme a Figura C.1:

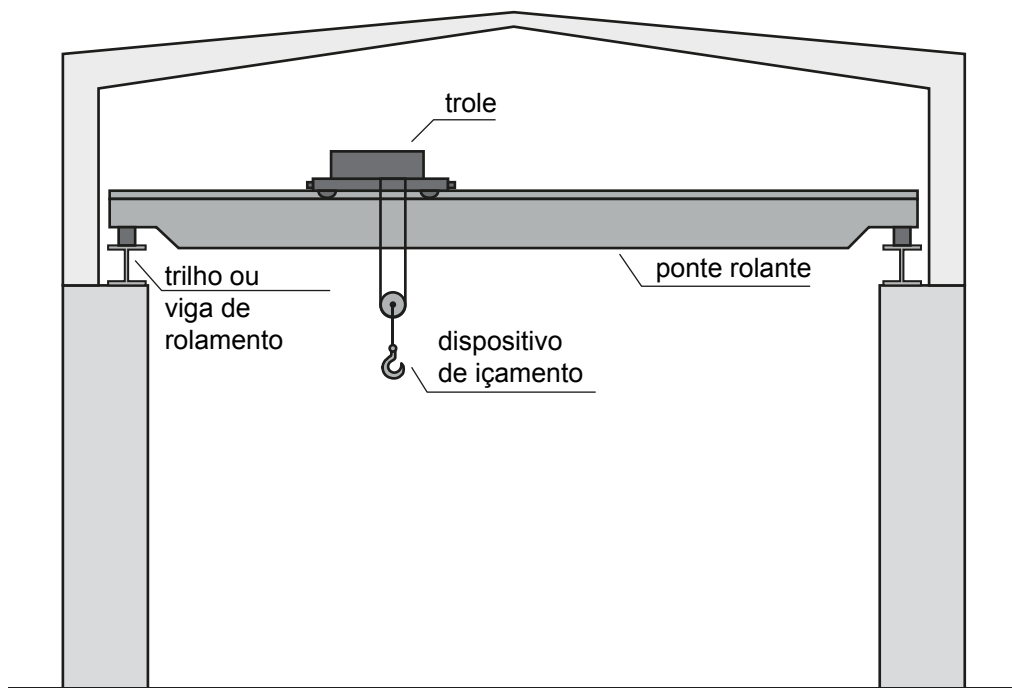


Figura C.1 – Sistema de ponte rolante típico

As estruturas que suportam pontes rolantes devem ser projetadas para as seguintes forças, atuando ao nível do topo da viga de rolamento (Figura C.2 e Figura C.3):

- forças verticais R_V (reações de apoio das rodas), normalmente fornecidas pelos fabricantes das pontes rolantes;
- forças horizontais F_L longitudinais ao caminho de rolamento (frenagem e aceleração da ponte, impacto da ponte com o batente ou para-choque);
- forças horizontais F_T transversais ao caminho de rolamento (frenagem e aceleração do trole, içamento de cargas com o cabo inclinado).

As forças devem ser consideradas nas posições em que provocarem os efeitos mais desfavoráveis.

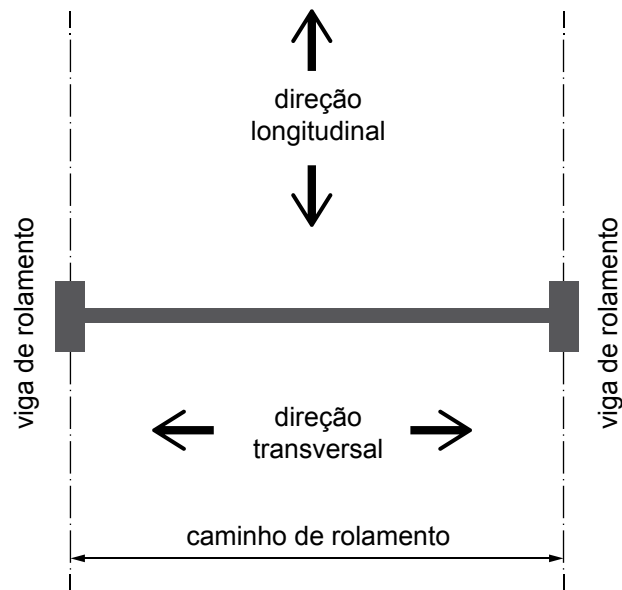


Figura C.2 – Convenção de direções em planta para pontes rolantes

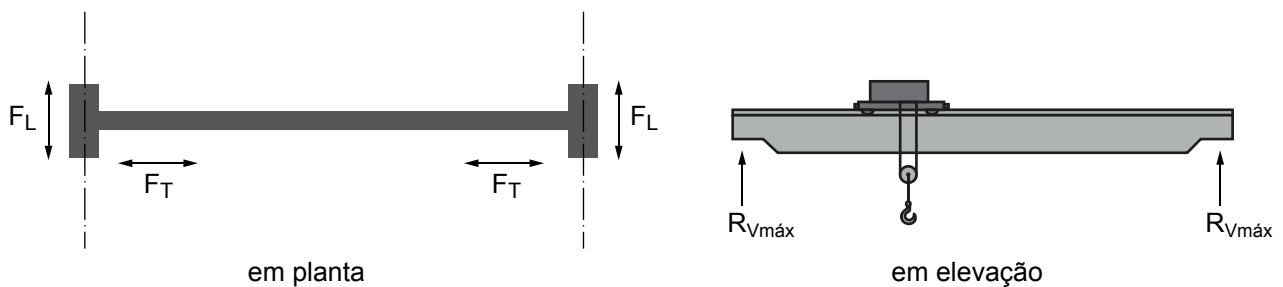


Figura C.3 – Convenção de forças para pontes rolantes

C.1 Forças verticais

As cargas máximas das rodas correspondem à soma do peso próprio da ponte rolante, carga máxima içada, trole e dispositivos de içamento, com o trole posicionado onde produzir as máximas reações nas rodas.

Para estimativas, o peso próprio da ponte rolante (incluindo o trole e dispositivos de içamento) pode ser estimado pela seguinte expressão:

$$pp = (0,25 + 1,5 \times L / 100) \times T$$

onde

pp é a estimativa do peso próprio da ponte rolante, incluindo o trole e dispositivos de içamento, expressa em tonelada (t);

L é a medida do vão da ponte rolante, expressa em metro (m);

T é a carga máxima de içamento, expressa em tonelada (t).



Para projeto dos trilhos ou vigas de rolamento e suas ligações, as forças verticais devem ser majoradas, na falta de especificação mais rigorosa, pelos seguintes coeficientes de impacto vertical:

- a) pontes rolantes monoviga (motorizada): 25 %;
- b) pontes rolantes comandadas de uma cabine ou controle remoto (motorizada): 25 %;
- c) pontes rolantes comandadas por controle pendente ou remoto (motorizada): 10 %.
- d) pontes rolantes operadas manualmente (sem motores): 0 %.

Para o projeto de pilares e fundações, não é necessário considerar coeficientes de impacto vertical.

C.2 Forças horizontais

Na falta de especificação mais rigorosa, as forças horizontais de pontes rolantes com trole motorizado podem ser adotadas conforme segue:

- 1) força horizontal longitudinal ao caminho de rolamento (F_L)

A força horizontal longitudinal ao caminho de rolamento, a ser aplicada ao nível do topo de cada trilho, integralmente de cada lado da ponte e em cada direção paralela ao trilho, deve ser igual a 10 % da soma das cargas máximas das rodas (não majoradas pelo coeficiente de impacto vertical).

- 2) força horizontal transversal ao caminho de rolamento (F_T)

A força horizontal transversal ao caminho de rolamento, a ser aplicada ao nível do topo de cada trilho, integralmente de cada lado da ponte em cada direção perpendicular ao trilho, deve ser a maior dentre os três casos mostrados na Tabela C.1.

Nos casos em que a rigidez horizontal transversal da estrutura de um lado do caminho de rolamento diferir da rigidez do lado oposto, a distribuição das forças transversais deverá ser proporcional à rigidez de cada lado. A soma das parcelas de cada lado deve resultar o dobro da força transversal definida anteriormente, pois os valores da Tabela C.1 são válidos para apenas um lado da ponte rolante.

Tabela C.1 – Força transversal de pontes rolantes

Caso	Finalidade da edificação	Força transversal F_T
1	Edificações em geral	10 % da soma da carga içada com o peso do trole e dos dispositivos de içamento
2	Edificações em geral	5 % da soma da carga içada com o peso total da ponte, incluindo o trole e dispositivos de içamento
3	Edificações em geral	Parcela da carga içada: 15 %
	Edificações siderúrgicas e similares:	
	— pontes em geral, aciaria e laminação	20 %
	— pontes com caçamba e eletroímã	50 %
	— pontes de pátio de placas e tarugos	50 %
	— pontes de forno-poço	100 %
	— pontes de estripador	100 % da soma do peso do lingote e da lingoteira

3) força horizontal devido ao impacto da ponte rolante com o para-choque.

A força horizontal devido ao impacto da ponte rolante com o para-choque (batente), e a altura de sua aplicação, deve ser informada pelo fabricante da ponte rolante. Para estimativas, pode-se considerar a força de impacto igual a 20 % a 30 % da força horizontal longitudinal ao caminho de rolamento (F_L).

A força de impacto deve ser considerada apenas em combinações últimas especiais, segundo a ABNT NBR 8681.

C.3 Atuação conjunta de pontes rolantes

As considerações para a atuação de uma ou mais pontes rolantes em edificações com um caminho de rolamento e uma nave (Figura C.4-a), e para múltiplas pontes rolantes em edificações com dois ou mais caminhos de rolamento em uma ou mais naves (Figura C.4-b) são apresentados a seguir.

Os requisitos descritos em C.3.1 a C.3.3 estão resumidas na Tabela C.2.

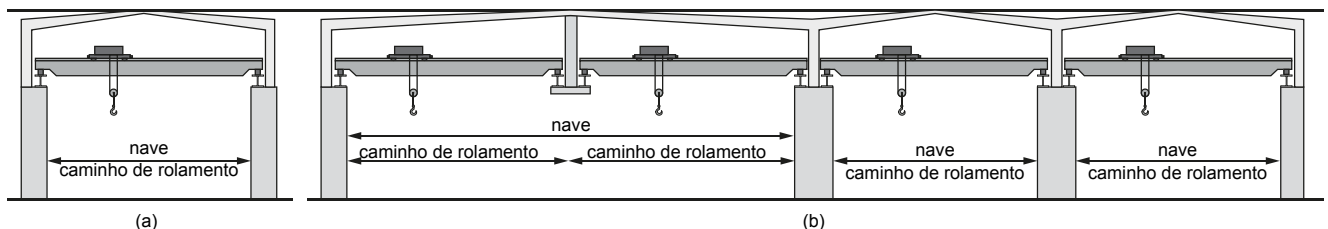


Figura C.4 – Convenção de naves e caminhos de rolamento

C.3.1 Edificações com um caminho de rolamento e uma nave

Se houver somente uma ponte rolante, sua atuação deve ser considerada com as cargas máximas das rodas majoradas pelo coeficiente de impacto vertical e com 100 % das forças horizontais, longitudinais e transversais.

Se houver duas ou mais pontes que se movimentam pelo mesmo caminho de rolamento e que possam atuar próximas, inclusive trabalhando juntas para içar uma carga maior que a capacidade de uma ponte isolada, deve-se fazer a envoltória dos esforços considerando:

- atuação de apenas uma ponte, conforme descrito em C.1 e C.2;
- atuação de duplas de pontes adjacentes, com as respectivas cargas máximas das rodas não majoradas pelo coeficiente de impacto vertical (ver ressalva a seguir) e com 50 % das forças horizontais da dupla de pontes, ou então 100 % das forças horizontais de uma ponte (normalmente a de maior capacidade).

Nos casos em que as condições de operação requeiram um tratamento mais rigoroso, como é o caso de pátios de placas de edificações destinados à siderurgia, deve-se considerar as cargas máximas das rodas da ponte de maior capacidade majoradas pelo coeficiente de impacto vertical.

A força horizontal longitudinal ao caminho de rolamento, a ser aplicada ao nível do topo de cada trilho, integralmente de cada lado da ponte e em cada direção paralela ao trilho, deve ser igual a 10 % da soma das cargas máximas das rodas (não majoradas pelo coeficiente de impacto vertical).

C.3.2 Edificações com múltiplos caminhos de rolamento e uma ou mais naves, com uma ponte rolante por caminho de rolamento

Para edificações com múltiplos caminhos de rolamento e uma ou mais naves, com uma ponte rolante por caminho de rolamento, deve-se fazer a envoltória dos esforços considerando:

- a) atuação de apenas uma ponte, conforme descrito em C.3.1;
- b) atuação de duplas de pontes, em caminhos de rolamento não necessariamente adjacentes, com suas cargas máximas das rodas não majoradas pelo coeficiente de impacto vertical (ver ressalva a seguir) e com 50 % das forças horizontais da dupla de pontes, ou então 100 % das forças horizontais de uma ponte (normalmente a de maior capacidade).

Nos casos em que as condições de operação requeiram um tratamento mais rigoroso, como é o caso de pátios de placas de edificações destinados à siderurgia, deve-se considerar as cargas máximas das rodas da ponte de maior capacidade majoradas pelo coeficiente de impacto vertical.

C.3.3 Edificações com múltiplos caminhos de rolamento e uma ou mais naves, com mais de uma ponte rolante por caminho de rolamento

Para edificações com múltiplos caminhos de rolamento e uma ou mais naves, com mais de uma ponte rolante por caminhos de rolamento, deve-se fazer a envoltória dos esforços considerando:

- a) atuação de apenas uma ponte, conforme descrito em C.3.1;
- b) em um caminho de rolamento, atuação de duplas de pontes adjacentes, com as respectivas cargas máximas das rodas não majoradas pelo coeficiente de impacto vertical (ver ressalva a seguir) e com 50 % das forças horizontais da dupla de pontes, ou então 100 % das forças horizontais de uma ponte (normalmente a de maior capacidade);
- c) em uma dupla de caminhos de rolamento adjacentes, atuação de uma ponte por caminho de rolamento com suas cargas máximas das rodas não majoradas pelo coeficiente de impacto vertical (ver ressalva a seguir) e com 50 % das forças horizontais da dupla de pontes, ou então 100 % das forças horizontais de uma ponte (normalmente a de maior capacidade);
- d) em uma dupla de caminhos de rolamento não adjacentes, atuação de uma dupla de pontes em um caminho de rolamento e uma ponte em outro caminho de rolamento, com suas cargas máximas das rodas não majoradas pelo coeficiente de impacto vertical (ver ressalva a seguir) e com 50 % das forças horizontais do trio de pontes, ou então 100 % das forças horizontais de uma ponte (normalmente a de maior capacidade).

Nos casos em que as condições de operação requeiram um tratamento mais rigoroso, como é o caso de pátios de placas de edificações destinados à siderurgia, deve-se considerar as cargas máximas das rodas da ponte de maior capacidade majoradas pelo coeficiente de impacto vertical.

C.4 Fadiga

Para verificações à fadiga deve-se considerar, em cada caminho de rolamento, a atuação de somente uma ponte rolante de maior capacidade com suas cargas verticais máximas das rodas majoradas pelo coeficiente de impacto vertical e com 50 % das forças horizontais, longitudinais e transversais.

Tabela C.2 – Atuação conjunta de pontes rolantes





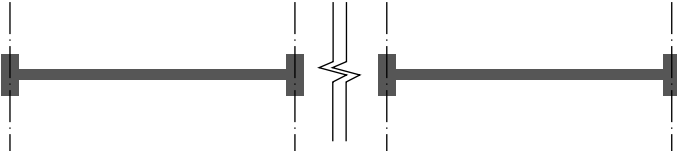


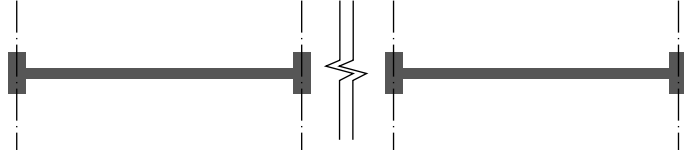
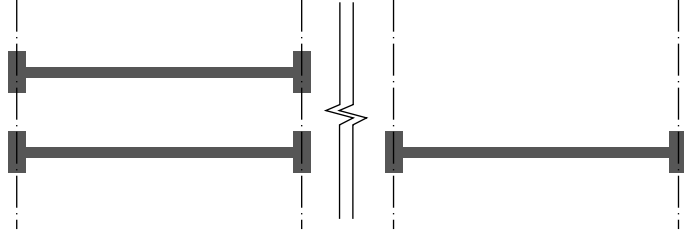
Caminho de rolamento	Pontes		Forças
Um caminho de rolamento	Ponte única		Coeficiente de impacto vertical: 100 % Forças horizontais: 100 %
Um caminho de rolamento	Qualquer uma ponte		Coeficiente de impacto vertical: 100 % Forças horizontais: 100 %
	Qualquer dupla de pontes adjacentes		Coeficiente de impacto vertical: 0 % para a dupla de pontes Forças horizontais: 50 % ambas as pontes, ou 100 % ponte de maior capacidade
Múltiplos caminhos de rolamento, com uma ponte por caminho de rolamento	Qualquer ponte em um caminho de rolamento		Coeficiente de impacto vertical: 100 % Forças horizontais: 100 %
	Qualquer uma ponte em dois caminhos de rolamento, não necessariamente adjacentes		Coeficiente de impacto vertical: 0 % para a dupla de pontes Forças horizontais: 50 % ambas as pontes, ou 100 % ponte de maior capacidade

Tabela C.2 (continuação)

Caminho de rolamento	Pontes	Forças	
Múltiplos caminhos de rolamento, com mais de uma ponte por caminho de rolamento	Qualquer ponte em um caminho de rolamento		Coeficiente de impacto vertical: 100 % Forças horizontais: 100 %
	Qualquer dupla de pontes adjacentes em um caminho de rolamento		Coeficiente de impacto vertical: 0 % para a dupla de pontes Forças horizontais: 50 % ambas as pontes, ou 100 % ponte de maior capacidade
	Qualquer uma ponte em dois caminhos de rolamento adjacentes		Coeficiente de impacto vertical: 0 % para a dupla de pontes Forças horizontais: 50 % ambas as pontes, ou 100 % ponte de maior capacidade
	Qualquer dupla de pontes adjacentes em um caminho de rolamento e qualquer uma ponte em outro caminho de rolamento não adjacente		Coeficiente de impacto vertical: 0 % para a dupla de pontes Forças horizontais: 50 % ambas as pontes, ou 100 % ponte de maior capacidade

Anexo D (normativo)

Coberturas – Requisitos contra o fenômeno do empoçamento progressivo

Empoçamento progressivo refere-se ao fenômeno da retenção de água em coberturas e telhados devido à deflexão da sua estrutura. À medida que a água se acumula, a deflexão aumenta e permite acúmulo de água progressivamente maior, podendo causar o colapso da cobertura. A Figura D.1 ilustra o fenômeno do empoçamento progressivo.

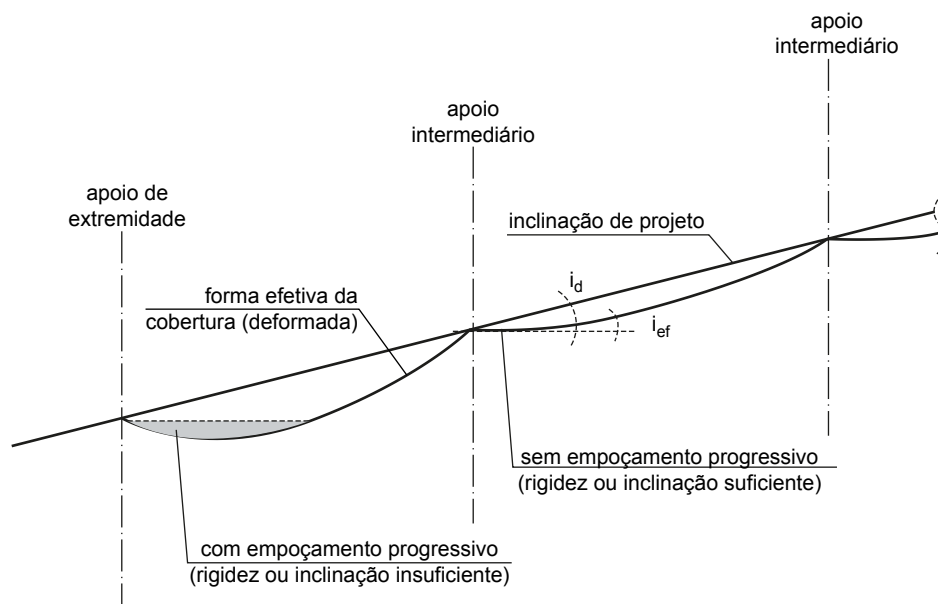


Figura D.1 – Fenômeno do empoçamento progressivo

A verificação da rigidez da estrutura da cobertura de modo a prevenir a ocorrência do fenômeno do empoçamento progressivo deve ser feita conforme Normas Brasileiras de projeto de estruturas. Na ausência destas, devem ser atendidos os seguintes requisitos:

- 1) a inclinação efetiva da cobertura submetida às cargas permanentes menos a contraflecha (se houver) deve ser no mínimo 1,0 % (Equação 1);
- 2) a inclinação efetiva da cobertura submetida às cargas permanentes, mais a carga da chuva, menos a contraflecha (se houver) deve ser maior que zero (Equação 2);
- 3) os membros primários e secundários perpendiculares às bordas da cobertura, ao longo de toda a água ou pano, deve ter inclinações efetivas que atendam aos requisitos (1) e (2).

A inclinação efetiva pode ser calculada pelas seguintes equações:

$$i_{ef} = i_d + \frac{0,24 \times cf}{L} - \frac{g \times L^3}{24 \times E \times I} \geq 1\% \quad (1)$$



$$i_{ef} = i_d + \frac{0,24 \times cf}{L} - \frac{(g + 0,01 \times p) \times L^3}{24 \times E \times I} > 0\% \quad (2)$$

onde

i_{ef} é a inclinação efetiva, expressa em porcentagem (%);

i_d é a inclinação de projeto, expressa em porcentagem (%);

cf é a medida da contraflecha, expressa em milímetro (mm);

L é a medida do vão do elemento, expressa em metro (m);

g é a carga permanente, inclui o peso próprio e demais cargas permanentes, expressa em quilonewton por metro quadrado (kN/m²);

p é a intensidade pluviométrica, expressa em milímetro por hora (mm/h);

E é a módulo de elasticidade do material do elemento (kN/m²);

I é o momento de inércia efetivo do elemento, expresso em metro elevado à quarta potência por metro de largura (tributária) da cobertura (m⁴/m). Para treliças, deve-se adotar $0,85 \times I$.

- 4) se existirem elementos secundários paralelos às bordas da cobertura, e se a deflexão das bordas da cobertura for relativamente pequena, deve-se aumentar a inclinação efetiva para compensar a deflexão máxima (já descontada a contraflecha) do elemento secundário mais próximo da borda. As inclinações efetivas i_d calculadas pelas Equações (1) e (2) devem ser corrigidas por:

$$i_{ef} = i_d - \frac{f_{m\acute{a}x.} \times 100}{a} \quad (3)$$

onde

i_{ef} é a inclinação efetiva, expressa em porcentagem (%);

i_d é a inclinação de projeto, expressa em porcentagem (%);

$f_{m\acute{a}x}$ é a deflexão máxima do elemento secundário, expressa em metro (m);

a é a distância entre o elemento secundário e a borda, expressa em metro (m).



Bibliografia

- [1] BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Portaria nº 18/GM5 de 14/02/1974. **Instruções para operação de helicópteros e para construção e utilização de helipontos ou heliportos.** Brasília, 1974.
- [2] BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Resolução 210.** Brasília, 2006.
- [3] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 - **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.** Brasília, 2013.
- [4] SPORTS GROUNDS SAFETY AUTHORITY. **Guide to safety at sports grounds (Green Guide).** 5. ed. Reino Unido, 2008.