

**Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Faculdade de Engenharia**



Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

SISTEMAS ESTRUTURAIS II

2. CARGAS ATUANTES SOBRE ESTRUTURAS

**Professor
Eduardo Giugliani**

**Texto fonte:
Concreto Armado I – PUCRS. Profs. Henrique Gutfreind e Mauren Aurich**

2014/01

CAPÍTULO 5

Cargas Atuantes e Ações a considerar:

De acordo com o item 11.2 da NBR 6118-07:

11.2 Ações a considerar

11.2.1 Generalidades

Na análise estrutural deve ser considerada a influência de todas as ações que possam produzir efeitos significativos para a segurança da estrutura em exame, levando-se em conta os possíveis estados limites últimos e os de serviço.

11.2.2 Classificação das ações

As ações a considerar classificam-se, de acordo com a NBR 8681, em permanentes, variáveis e excepcionais.

Para cada tipo de construção, as ações a considerar devem respeitar suas peculiaridades e as normas a ela aplicáveis.

11.3 Ações permanentes

11.3.1 Generalidades

Ações permanentes são as que ocorrem com valores praticamente constantes durante toda a vida da construção. Também são consideradas como permanentes as ações que crescem no tempo, tendendo a um valor limite constante.

As ações permanentes devem ser consideradas com seus valores representativos mais desfavoráveis para a segurança.

11.3.2 Ações permanentes diretas

As ações permanentes diretas são constituídas pelo peso próprio da estrutura e pelos pesos dos elementos construtivos fixos e das instalações permanentes.

11.3.2.1 Peso próprio

Nas construções correntes admite-se que o peso próprio da estrutura seja avaliado conforme 8.2.2.

Concretos especiais devem ter sua massa específica determinada experimentalmente em cada caso particular (ver NBR 12654) e o efeito da armadura avaliado conforme 8.2.2.

11.3.2.2 Peso dos elementos construtivos fixos e de instalações permanentes

As massas específicas dos materiais de construção correntes podem ser avaliadas com base nos valores indicados na NBR 6120.

Os pesos das instalações permanentes são considerados com os valores nominais indicados pelos respectivos fornecedores.

11.3.2.3 Empuxos permanentes

Consideram-se como permanentes os empuxos de terra e outros materiais granulosos quando forem admitidos não removíveis.

Como representativos devem ser considerados os valores característicos $F_{k,sup}$ ou $F_{k,inf}$ conforme a NBR 8681.

11.3.3 Ações permanentes indiretas

As ações permanentes indiretas são constituídas pelas deformações impostas por retração e fluência do concreto, deslocamentos de apoio, imperfeições geométricas e protensão.

11.4 Ações variáveis

11.4.1 Ações variáveis diretas

As ações variáveis diretas são constituídas pelas cargas acidentais previstas para o uso da construção, pela ação do vento e da chuva, devendo-se respeitar as prescrições feitas por Normas Brasileiras específicas.

11.4.1.1 Cargas acidentais previstas para o uso da construção

As cargas acidentais correspondem normalmente a:

- cargas verticais de uso da construção;
- cargas móveis, considerando o impacto vertical;
- impacto lateral;
- força longitudinal de frenagem ou aceleração;
- força centrífuga.

Essas cargas devem ser dispostas nas posições mais desfavoráveis para o elemento estudado, ressalvadas as simplificações permitidas por Normas Brasileiras específicas.

11.4.1.2 Ação do vento

Os esforços devidos à ação do vento devem ser considerados e recomenda-se que sejam determinados de acordo com o prescrito pela NBR 6123, permitindo-se o emprego de regras simplificadas previstas em Normas Brasileiras específicas.

11.4.1.3 Ação da água

O nível d'água adotado para cálculo de reservatórios, tanques, decantadores e outros deve ser igual ao máximo possível compatível com o sistema de extravasão, considerando apenas o coeficiente $\gamma_f = \gamma_B = 1,1$ (ver 11.7 e 11.8). Nas estruturas em que a água de chuva possa ficar retida deve ser considerada a presença de uma lâmina de água correspondente ao nível da drenagem efetivamente garantida pela construção.

11.4.1.4 Ações variáveis durante a construção

As estruturas em que todas as fases construtivas não tenham sua segurança garantida pela verificação da obra pronta devem ter, incluídas no projeto, as verificações das fases construtivas mais significativas e sua influência na fase final.

A verificação de cada uma dessas fases deve ser feita considerando a parte da estrutura já executada e as estruturas provisórias auxiliares com os respectivos pesos próprios. Além disso devem ser consideradas as cargas acidentais de execução.

As ações a considerar em edifícios, tanto permanentes (g) como acidentais (q) serão determinadas a partir da NBR 6120-80.

Para edifícios residenciais a carga acidental é em geral 1,5 kN/m² (2 kN/m² em áreas de serviço e lavanderias, 3 kN/m² em corredores e escadas com acesso ao público).

A carga permanente é determinada por composição de acordo com a NBR - 6120, mas podemos dar alguns valores totais das sobre-cargas fixas comuns em lajes:

- ✓ Peso específico do concreto armado 25 kN/m³
- ✓ Peso específico do concreto simples 24 kN/m³
- ✓ Peso específico do tijolo furado 13 kN/m³
- ✓ Peso específico do tijolo maciço 18 kN/m³
- ✓ Revestimento de piso de tacos 0,7 kN/m²
- ✓ Revestimento de piso de mármore, ladrilhos, cerâmica, granitina 0,85 kN/m²
- ✓ Enchimento de lajes rebaixadas 14 kN/m³
- ✓ Assoalho com barrotilhos 0,27 kN/m²
- ✓ Assoalho com vigamento (8 x 16) 0,34 kN/m²
- ✓ Forro de madeira 0,16 kN/m²
- ✓ Forro de fibro-cimento com 6 mm de espessura 0,18 kN/m²
- ✓ Reboco de laje 0,25 kN/m²
- ✓ Carga acidental em forros não destinados a depósitos 0,5 kN/m²
- ✓ Telhados por m² de projeção

- ✓ Telha colonial 1,20 k/m²
- ✓ Telha fibro-cimento 6 mm 0,38 kN/m²
- ✓ Telha fibro-cimento 8 mm 0,44 kN/m²
- ✓ Telha zinco 1 mm 0,32 kN/m²
- ✓ Telha folha galvanizada 1 mm 0,34 kN/m²

Determinação da carga atuante sobre uma laje:

Para arbitrar a espessura h da laje pode-se usar fórmulas empíricas que serão confirmadas ou não no decorrer do cálculo:

- ✓ Para lajes armadas numa direção a altura útil $d \geq 0,025$ do vão menor
- ✓ Para lajes armadas em duas direções a altura útil $d \geq 0,025 (1 - n \cdot 0,1) \cdot \ell$

Onde: n é o número de bordas engastadas e $\ell \geq$ lado menor da laje ou 0,75 do lado maior

- ✓ Para lajes em balanço $d \geq \ell / 12,5$ onde ℓ é o comprimento teórico do balanço.

Em todos os casos deverá ser respeitada a espessura mínima (item 6.1.1.1 da NBR - 6118). De preferência arbitram-se as lajes com a mesma espessura a não ser quando os vãos forem muito diferentes.

- Peso próprio h (m) x 25kN/m³ + revestimento + reboco + (caso haja enchimento + altura do enchimento x 14kN/m³) + carga accidental.
- Nas bordas livres das lajes deve-se considerar de acordo com a NBR - 6120, uma carga accidental de 2 kN/m linear.
- Nas lajes de banheiro em que não foi projetado rebaixo deve-se considerar a carga de um forro falso da ordem de 0,30 a 0,50 kN/m².
- Quando a laje recebe paredes divisórias leves considera-se uma carga de 1 kN/m².
- Quando se trata de uma parede de tijolo cerâmico atuando sobre a laje atuando segundo uma linha, calcula-se o peso da parede linear por metro que multiplicado por seu comprimento dá o peso total, que como simplificação dividido pela área da peça dá a carga de parede por m² de laje.

Exemplo:

Uma parede de 15 de tijolo furado com 2,60 m de altura dá uma carga por metro de:
 $2,60 \times 0,15 \times 13 \text{ kN/m}^3 = 5,07 \text{ kN/m}$ (alvenaria = 13 k/m³ para tijolo furado)

ANEXO A:

NBR6120 – CARGAS PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES

Normas relacionadas

NBR - 6118 Projeto e execução de obras de concreto armado;

NB - 2 Cálculo e execução de pontes de concreto armado;

NB - 4/80 Cálculo e execução de lajes mistas;

NBR - 6120 Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

NBR - 7480 Barras e fios destinados a armaduras de concreto armado;

NB - 6 Carga móvel em pontes rodoviárias;

NB - 7 Carga móvel em pontes ferroviárias;

NB - 16 Execução de desenhos para obras de concreto simples e armado;

NBR - 8953 Concretos para fins estruturais.



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (21) 210-3122
Fax: (21) 220-1762/220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 1980,
ABNT—Associação Brasileira de
Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

NOV 1980

NBR 6120

Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

Procedimento

Origem: Projeto ABNT-NB-5/1978
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
CE-02:03.11 - Comissão de Estudo de Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edifícios

Palavras-chave: Edificação. Estrutura

1 página

Esta Errata nº 1 de ABR 2000 tem por objetivo corrigir na NBR 6120:1980 o seguinte:

- Em 2.2.1.6-b):

- onde se lê: " $\varphi = \frac{l_o}{l} \leq 1,43$ $l \geq l_o$."

- leia-se: " $\varphi = \frac{l_o}{l} \leq 1,43$ $l \leq l_o$."



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1980,
ABNT—Associação Brasileira de
Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

NOV 1980

NBR 6120

Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

Procedimento

Origem: Projeto ABNT - NB-5/1978
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
CE-02:03.11 - Comissão de Estudo de Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edifícios

Palavras-chave: Edificação. Estrutura

5 páginas

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para determinação dos valores das cargas que devem ser consideradas no projeto de estrutura de edificações, qualquer que seja sua classe e destino, salvo os casos previstos em normas especiais.

1.2 Para os efeitos desta Norma, as cargas são classificadas nas seguintes categorias:

- a) carga permanente (g);
- b) carga acidental (q).

2 Condições específicas

2.1 Carga permanente

2.1.1 Este tipo de carga é constituído pelo peso próprio da estrutura e pelo peso de todos os elementos construtivos fixos e instalações permanentes.

2.1.2 Quando forem previstas paredes divisórias, cuja posição não esteja definida no projeto, o cálculo de pisos com suficiente capacidade de distribuição transversal da carga, quando não for feito por processo exato, pode ser feito admitindo, além dos demais carregamentos, uma carga uniformemente distribuída por metro quadrado de piso não menor que um terço do peso por metro linear de parede pronta, observado o valor mínimo de 1 kN/m².

2.1.3 Na falta de determinação experimental, deve ser utilizada a Tabela 1 para adotar os pesos específicos aparentes dos materiais de construção mais freqüentes.

2.2 Carga acidental

É toda aquela que pode atuar sobre a estrutura de edificações em função do seu uso (pessoas, móveis, materiais diversos, veículos etc.).

2.2.1 Condições peculiares

2.2.1.1 Nos compartimentos destinados a carregamentos especiais, como os devidos a arquivos, depósitos de materiais, máquinas leves, caixas-fortes etc., não é necessária uma verificação mais exata destes carregamentos, desde que se considere um acréscimo de 3 kN/m² no valor da carga acidental.

2.2.1.2 As cargas verticais que se consideram atuando nos pisos de edificações, além das que se aplicam em caráter especial referem-se a carregamentos devidos a pessoas, móveis, utensílios e veículos, e são supostas uniformemente distribuídas, com os valores mínimos indicados na Tabela 2.

Tabela 1 - Peso específico dos materiais de construção

Materiais		Peso específico aparente (kN/m ³)
1 Rochas	Arenito	26
	Basalto	30
	Gneiss	30
	Granito	28
	Mármore e calcáreo	28
2 Blocos artificiais	Blocos de argamassa	22
	Cimento amianto	20
	Lajotas cerâmicas	18
	Tijolos furados	13
	Tijolos maciços	18
	Tijolos sílico-calcáreos	20
3 Revestimentos e concretos	Argamassa de cal, cimento e areia	19
	Argamassa de cimento e areia	21
	Argamassa de gesso	12,5
	Concreto simples	24
	Concreto armado	25
4 Madeiras	Pinho, cedro	5
	Louro, imbuia, pau óleo	6,5
	Guajuvirá, guatambu, grápia	8
	Angico, cabriuva, ipê róseo	10
5 Metais	Aço	78,5
	Alumínio e ligas	28
	Bronze	85
	Chumbo	114
	Cobre	89
	Ferro fundido	72,5
	Estanho	74
	Latão	85
	Zinco	72
6 Materiais diversos	Alcatrão	12
	Asfalto	13
	Borracha	17
	Papel	15
	Plástico em folhas	21
	Vidro plano	26

Tabela 2 - Valores mínimos das cargas verticais

		Unid.: kN/m ²	
	Local	Carga	
1	Arquibancadas	4	
2	Balcões	-	
3	Bancos	Escritórios e banheiros	2
		Salas de diretoria e de gerência	1,5
4	Bibliotecas	Sala de leitura	2,5
		Sala para depósito de livros	4
		Sala com estantes de livros a ser determinada em cada caso ou 2,5 kN/m ² por metro de altura observado, porém o valor mínimo de	6
5	Casas de máquinas	7,5	
6	Cinemas	Platêia com assentos fixos	3
		Estúdio e platêia com assentos móveis	4
		Banheiro	2
7	Clubes	Sala de refeições e de assembléia com assentos fixos	3
		Sala de assembléia com assentos móveis	4
		Salão de danças e salão de esportes	5
		Sala de bilhar e banheiro	2
8	Corredores	Com acesso ao público	3
		Sem acesso ao público	2
9	Cozinhas não residenciais	3	
10	Depósitos	-	
11	Edifícios residenciais	Dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro	1,5
		Dispensa, área de serviço e lavanderia	2
12	Escadas	Com acesso ao público	3
		Sem acesso ao público (ver 2.2.1.7)	2,5
13	Escolas	Anfiteatro com assentos fixos	3
		Corredor e sala de aula	2
		Outras salas	2
14	Escritórios	2	
15	Forros	0,5	
16	Galerias de arte	3	
17	Galerias de lojas	3	
18	Garagens e estacionamentos	3	
19	Ginásios de esportes	5	

/continua

/continuação

Local		Carga
20 Hospitais	Dormitórios, enfermarias, sala de recuperação, sala de cirurgia, sala de raio X e banheiro	2
	Corredor	3
21 Laboratórios	Incluindo equipamentos, a ser determinado em cada caso, porém com o mínimo	3
22 Lavanderias	Incluindo equipamentos	3
23 Lojas		4
24 Restaurantes		3
25 Teatros	Palco	5
	Demais dependências: cargas iguais às especificadas para cinemas	-
26 Terraços	Sem acesso ao público	2
	Com acesso ao público	3
	Inacessível a pessoas	0,5
	Destinados a heliportos elevados: as cargas deverão ser fornecidas pelo órgão competente do Ministério da Aeronáutica	-
27 Vestíbulo	Sem acesso ao público	1,5
	Com acesso ao público	3

2.2.1.3 No caso de armazenagem em depósitos e na falta de valores experimentais, o peso dos materiais armazenados pode ser obtido através dos pesos específicos aparentes que constam na Tabela 3.

2.2.1.4 Todo elemento isolado de coberturas (ripas, terças e barras de banzo superior de treliças) deve ser projetado para receber, na posição mais desfavorável, uma carga vertical de 1 kN, além da carga permanente.

2.2.1.5 Ao longo dos parapeitos e balcões devem ser consideradas aplicadas uma carga horizontal de 0,8 kN/m na altura do corrimão e uma carga vertical mínima de 2 kN/m.

2.2.1.6 O valor do coeficiente φ de majoração das cargas acidentais a serem consideradas no projeto de garagens e estacionamentos para veículos deve ser determinado do seguinte modo: sendo ℓ o vão de uma viga ou o vão menor de uma laje; sendo $\ell_0 = 3$ m para o caso das lajes e $\ell_0 = 5$ m para o caso das vigas, tem-se:

a) $\varphi = 1,00$ quando $\ell \geq \ell_0$;

b) $\varphi = \frac{\ell_0}{\ell} \leq 1,43$ quando $\ell < \ell_0$.

Nota: O valor de φ não precisa ser considerado no cálculo das paredes e pilares.

2.2.1.7 Quando uma escada for constituída por degraus isolados, estes devem ser calculados para suportarem uma carga concentrada de 2,5 kN, aplicada na posição mais desfavorável. Este carregamento não deve ser considerado na composição de cargas das vigas que suportam os degraus, as quais devem ser calculadas para carga indicada na Tabela 2.

2.2.1.8 No cálculo dos pilares e das fundações de edifícios para escritórios, residências e casas comerciais não destinados a depósitos, as cargas acidentais podem ser reduzidas de acordo com os valores indicados na Tabela 4.

Tabela 3 - Características dos materiais de armazenagem

Material		Peso específico aparente (kN/m ³)	Ângulo de atrito interno
1 Materiais de construção	Areia com umidade natural	17	30°
	Argila arenosa	18	25°
	Cal em pó	10	25°
	Cal em pedra	10	45°
	Calça	13	-
	Cimento	14	25°
	Clinker de cimento	15	30°
	Pedra britada	18	40°
	Seixo	19	30°
2 Combustíveis	Carvão mineral (pó)	7	25°
	Carvão vegetal	4	45°
	Carvão em pedra	8,5	30°
	Lenha	5	45°
Material		Peso específico aparente médio (kN/m ³)	Ângulo de atrito interno
3 Produtos agrícolas	Açúcar	7,5	35°
	Arroz com casca	5,50	36°
	Aveia	5	30°
	Batatas	7,5	30°
	Café	3,5	-
	Centeio	7	35°
	Cevada	7	25°
	Farinha	5	45°
	Feijão	7,5	31°
	Feno prensado	1,7	-
	Frutas	3,5	-
	Fumo	3,5	35°
	Milho	7,5	27°
	Soja	7	29°
Trigo	7,8	27°	

Tabela 4 - Redução das cargas acidentais

Número de pisos que atuam sobre o elemento	Redução percentual das cargas acidentais (%)
1, 2 e 3	0
4	20
5	40
6 ou mais	60

Nota: Para efeito de aplicação destes valores, o forro deve ser considerado como piso.