

## 2.1 Ações

Na análise estrutural deve ser considerada a influência de todas as ações que possam produzir efeitos significativos para a estrutura, levando-se em conta os estados limites últimos e de serviço. As ações à considerar classificam-se, de acordo com a ABNT NBR 8681, em permanentes, variáveis e excepcionais.

### 2.1.1 Ações Permanentes

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

As ações permanentes são subdivididas em diretas e indiretas e devem ser consideradas com seus valores representativos mais desfavoráveis para a segurança.

#### **Ações Permanentes Diretas**

As ações permanentes diretas são constituídas pelo peso próprio da estrutura e pelos pesos próprios dos elementos construtivos fixos e das instalações permanentes. Constituem também ações permanentes os empuxos permanentes, causados por movimento de terra e de outros materiais granulosos quando forem admitidos não removíveis.

Os pesos específicos do aço, do concreto e de outros materiais estruturais, além de elementos construtivos fixos correntemente empregados nas construções, na ausência de informações mais precisas, podem ser avaliados com base nos valores indicados na ABNT NBR 6120.

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

#### **Ações Permanentes Indiretas**

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

A retração e a fluência do concreto de densidade normal devem ser calculadas conforme a ABNT NBR 6118. Para o concreto de baixa densidade, na ausência de Norma Brasileira aplicável, devem ser calculadas conforme o Eurocode 2 Part 1-1.

Os deslocamentos de apoio somente precisam ser considerados quando gerarem esforços significativos em relação ao conjunto das outras ações. Esses deslocamentos devem ser calculados com avaliação pessimista da rigidez do material da fundação, correspondente, em princípio, ao quantil de 5 % da respectiva distribuição de probabilidade. O conjunto formado pelos deslocamentos de todos os apoios constitui-se numa única ação.

### 2.1.2 Ações Variáveis

São as que ocorrem com valores que apresentam variações significativas durante a vida útil da construção.

As ações variáveis comumente existentes são causadas pelo uso e ocupação da edificação, como as ações decorrentes de sobrecargas em pisos e coberturas, de equipamentos e de divisórias móveis, de pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas, pela ação do vento e pela variação da temperatura da estrutura.

## Uso e Ocupação

Prescrições complementares sobre as ações causadas pelo uso e ocupação de acordo com a NBR 8800.

- a) **Cargas Concentradas:** Em pisos, coberturas e outras situações similares, deve ser considerada, além das demais ações variáveis, uma força concentrada aplicada na posição mais desfavorável, de intensidade compatível com o uso da edificação como, por exemplo, a ação de um macaco para veículo, o peso de uma ou mais pessoas em terças e banzos de treliça de cobertura e em degraus de escada, conforme a ABNT NBR 6120. Não é necessário adicionar essa força concentrada às demais ações variáveis.
- b) **Carregamento Parcial:** Deve ser considerada a ação variável aplicada apenas a uma parte da estrutura ou da barra, se o efeito produzido for mais desfavorável que aquele resultante da aplicação da ação sobre toda a estrutura ou toda a barra.
- c) **Elevadores:** Na ausência de especificação mais rigorosa, todas as ações de elevadores devem ser majoradas em 100 %. Os elementos que suportam elevadores devem ser dimensionados dentro dos limites de deslocamentos máximos permitidos pelos fabricantes dos mesmos.
- d) **Equipamentos:** As ações decorrentes de equipamentos e cargas móveis devem ser adequadamente majoradas. Na ausência de especificação mais rigorosa, nos casos a seguir podem ser usadas as majorações indicadas:
  - 20 % para talhas e equipamentos leves cujo funcionamento é caracterizado fundamentalmente por movimentos rotativos;
  - 50 % para grupos geradores e equipamentos cujo funcionamento é caracterizado fundamentalmente por movimentos alternados.
- e) **Pendurais:** Na ausência de especificação mais rigorosa, as cargas gravitacionais variáveis (inclusive sobrecarga) em pisos e balcões suportados por pendurais devem ser majoradas em 33 %.
- f) **Coberturas:** Nas coberturas comuns (telhados), na ausência de especificação mais rigorosa, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de  $0,25 \text{ kN/m}^2$ . Admite-se que essa sobrecarga englobe as cargas decorrentes de instalações elétricas e hidráulicas, de isolamentos térmico e acústico e de pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura, até um limite superior de  $0,05 \text{ kN/m}^2$ . Em casos especiais, a sobrecarga na cobertura deve ser determinada de acordo com sua finalidade, porém com um valor mínimo igual ao anterior.
- g) **Sobrecargas em lajes na fase de construção:** Em lajes, na fase de construção, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de  $1 \text{ kN/m}^2$ .

## Vento

Os esforços causados pela ação do vento devem ser determinados de acordo com a ABNT NBR 6123. As forças estáticas devidas ao vento poder ser determinadas simplificadaamente do seguinte modo:

- a) A velocidade básica do vento,  $V_0$ , adequada ao local o onde a estrutura será construída, é a velocidade de uma rajada de 3 s, excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 m acima do terreno, em campo aberto e plano. A figura 1 da NBR 6123 ilustra o gráfico das isopletras da velocidade básica no Brasil, com intervalos de 5 m/s ;
- b) A velocidade básica do vento é multiplicada pelos fatores S1, S2 e S3 para ser obtida a velocidade característica do vento,  $V_k = V_0 \cdot S1 \cdot S2 \cdot S3$ , para a parte da edificação em consideração, de acordo com itens 5.2 a 5.5 da NBR 6123;
- c) A velocidade característica do vento permite determinar a pressão dinâmica pela expressão  $q = 0,613 \cdot V^2$ , sendo (unidades SI): q em  $\text{N/m}^2$  e V em m/s;
- d) A força global do vento sobre uma edificação ou parte dela,  $F_g$ , é obtida pela soma vetorial das forças de arrasto do vento que aí atuam (por exemplo, parcela vento a  $45^\circ$  perpendicular a face da edificação com vento perpendicular a edificação,  $0^\circ$ );

- e) A componente da força global na direção do vento, força de arrasto  $F_a$  é obtida por  $F_a = C_a \cdot q \cdot A_e$ . Na qual,  $C_a$  é o coeficiente de arrasto, dado pelas figuras 4 ou 5 da NBR 6123, e  $A_e$  a área frontal efetiva: área da projeção ortogonal da edificação, estrutura ou elemento estrutural sobre um plano perpendicular à direção do vento.

Os parâmetros e seus valores podem ser consultados na norma NBR-6123.

## Temperatura

Os esforços decorrentes da variação uniforme de temperatura da estrutura são causados pela variação da temperatura da atmosfera e pela insolação direta e devem ser determinados pelo responsável técnico pelo projeto estrutural, considerando, entre outros parâmetros relevantes, o local da construção e as dimensões dos elementos estruturais.

Recomenda-se, para a variação da temperatura da atmosfera, a adoção de um valor considerando 60 % da diferença entre as temperaturas médias máxima e mínima, no local da obra, com um mínimo de 10 °C.

Para a insolação direta, deve ser feito um estudo específico.

Nos elementos estruturais em que a temperatura possa ter distribuição significativamente diferente da uniforme, devem ser considerados os efeitos dessa distribuição. Na falta de dados mais precisos, pode ser admitida uma variação linear entre os valores de temperatura adotados, desde que a variação de temperatura, considerada entre uma face e outra da estrutura, não seja inferior a 5 °C.

## Ações Dinâmicas

Quando a estrutura, pelas suas condições de uso, estiver sujeita a choques ou vibrações, os respectivos efeitos devem ser considerados na determinação das solicitações e a possibilidade de fadiga deve ser considerada no dimensionamento dos elementos estruturais, de acordo com o Anexo K da NBR 8800.

### 2.1.3 Ações Excepcionais

Ações excepcionais são as que têm duração extremamente curta e probabilidade muito baixa de ocorrência durante a vida da construção, mas que devem ser consideradas nos projetos de determinadas estruturas. São ações excepcionais aquelas decorrentes de causas como explosões, choques de veículos, incêndios, enchentes e sismos excepcionais.

No projeto de estruturas sujeitas a situações excepcionais de carregamentos, cujos efeitos não possam ser controlados por outros meios, devem ser consideradas ações excepcionais com os valores definidos, em cada caso particular, por Normas Brasileiras específicas.

### 2.1.4 Valores das Ações

Os valores característicos,  $F_k$ , das ações são definidos em função da variabilidade de suas intensidades.

Para as ações permanentes, os valores característicos,  $F_{gk}$ , devem ser adotados iguais aos valores médios das respectivas distribuições de probabilidade. Para maiores consultas, recomendam-se Normas Brasileiras específicas, como a ABNT NBR 6120.

Os valores característicos das ações variáveis,  $F_{qk}$ , são estabelecidos por consenso e indicados em Normas Brasileiras específicas. Esses valores têm uma probabilidade preestabelecida de serem ultrapassados no sentido desfavorável, durante um período de 50 anos, e para maiores consultas, recomendam-se Normas Brasileiras específicas, como as ABNT NBR 6120 e ABNT NBR 6123.

Para as ações que não tenham sua variabilidade adequadamente expressa por distribuições de probabilidade, os valores característicos são substituídos por valores característicos nominais, escolhidos de modo a assegurar o nível de exigência da Norma ABNT NBR 8800.

Os valores de cálculo das ações são obtidos a partir dos valores característicos,  $F_{gk}$  ou  $F_{qk}$ , multiplicando-os pelos respectivos coeficientes de ponderação  $\gamma_f$ :

$$\gamma_f = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f2} \cdot \gamma_{f3} \quad (2.1)$$

sendo que  $\gamma_{f1}$  é a parcela que considera a variabilidade das ações,  $\gamma_{f2}$  a parcela que considera a simultaneidade de atuação das ações e  $\gamma_{f3}$  a parcela que considera os possíveis erros de avaliação dos efeitos das ações,

sejam por problemas construtivos, sejam por deficiência do método de cálculo empregado, de valor igual ou superior a 1,10.

## 2.2 Estados Limites

Um carregamento estrutural é definido pela combinação das ações que têm probabilidades não desprezáveis de atuarem simultaneamente sobre a estrutura, durante um período preestabelecido.

A combinação das ações deve ser feita de forma que possam ser determinados os efeitos mais desfavoráveis para a estrutura.

Os estados limites são definidos por combinações de ações de forma a estabelecer as variações dos efeitos (Esforço Normal, Cortante, Momento Fletor, Momento Torsor) das diversas solicitações que agem sobre a estrutura durante sua vida útil, em função de determinada limitação, como por exemplo, o esgotamento da capacidade resistente ou violação dos critérios de durabilidade da estrutura.

### 2.2.1 Estado Limite Último - ELU

Os estados limites últimos são aqueles relacionados a resistência da estrutura, sendo definidos por uma envoltória de esforços obtida com as diversas combinações das solicitações existentes ou que podem vir a existir durante a vida útil da estrutura.

Normalmente, os estados limites últimos são utilizados no dimensionamento das estruturas. Porém, em certas condições podem ser considerados como secundários e utilizados na verificação, como por exemplo, em estruturas metálicas protendidas.

#### Combinações Últimas Normais

As combinações últimas normais decorrem do uso previsto para a edificação. Devem ser consideradas tantas combinações de ações quantas forem necessárias para verificação das condições de segurança em relação a todos os estados limites últimos aplicáveis. Em cada combinação devem estar incluídas as ações permanentes e a ação variável principal, com seus valores característicos e as demais ações variáveis, consideradas secundárias, com seus valores reduzidos de combinação.

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} \cdot F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} \cdot F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{0j} \cdot \gamma_{qj} \cdot F_{Qj,k}) \quad (2.2)$$

na qual:

$\gamma_{gi}$  são os coeficientes de ponderação das respectivas ações permanentes características;

$F_{Gi,k}$  representa os valores característicos das ações permanentes;

$\gamma_{q1}$  são os coeficientes de ponderação da ação variável considerada principal;

$F_{Q1,k}$  é o valor característico da ação variável considerada principal para a combinação;

$\psi_{0j}$  representa os fatores de combinação de cada uma das ações variáveis secundárias;

$\gamma_{qj}$  são os coeficientes de ponderação das respectivas ações variáveis características secundárias;

$F_{Qj,k}$  representa os valores característicos das ações variáveis secundárias, que podem atuar concomitantemente com a ação variável principal.

#### Combinações Últimas Especiais (ou de Construção)

As combinações últimas especiais decorrem da atuação de ações variáveis de natureza ou intensidade especial, cujos efeitos superam em intensidade os efeitos produzidos pelas ações consideradas nas combinações normais. Os carregamentos especiais são transitórios, com duração muito pequena em relação ao período de vida útil da estrutura.

As combinações últimas de construção devem ser levadas em conta nas estruturas em que haja riscos de ocorrência de estados limites últimos, já durante a fase de construção. O carregamento de construção é transitório e sua duração deve ser definida em cada caso particular.

A cada carregamento especial corresponde uma única combinação última especial de ações, na qual devem estar presentes as ações permanentes e a ação variável especial, com seus valores característicos, e as demais ações variáveis com probabilidade não desprezável de ocorrência simultânea, com seus valores reduzidos de combinação.

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} \cdot F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} \cdot F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{0j} \cdot \gamma_{qj} \cdot F_{Qj,k}) \quad (2.3)$$

na qual:

$\gamma_{gi}$  são os coeficientes de ponderação das respectivas ações permanentes características;

$F_{Gi,k}$  representa os valores característicos das ações permanentes;

$\gamma_{q1}$  são os coeficientes de ponderação da ação variável especial ou de construção considerada principal;

$F_{Q1,k}$  é o valor característico da ação variável especial ou de construção considerada principal para a combinação;

$\psi_{0j}$  representa os fatores de combinação de cada uma das ações variáveis especiais ou de construção secundárias;

$\gamma_{qj}$  são os coeficientes de ponderação das respectivas ações variáveis especiais ou de construção características secundárias;

$F_{Qj,k}$  representa os valores característicos das ações variáveis especial ou de construção secundárias, que podem atuar concomitantemente com a ação variável principal.

### Combinações Últimas Excepcionais

As combinações últimas excepcionais decorrem da atuação de ações excepcionais que podem provocar efeitos catastróficos. As ações excepcionais somente devem ser consideradas no projeto de estrutura de determinados tipos de construção, nos quais essas ações não possam ser desprezadas e que, além disso, na concepção estrutural, não possam ser tomadas medidas que anulem ou atenuem a gravidade das consequências dos seus efeitos. O carregamento excepcional é transitório, com duração extremamente curta.

A cada carregamento excepcional corresponde uma única combinação última excepcional de ações, na qual devem figurar as ações permanentes e a ação variável excepcional, com seus valores característicos, e as demais ações variáveis com probabilidade não desprezável de ocorrência simultânea, com seus valores reduzidos de combinação, conforme a ABNT NBR 8681. Nos casos de ações sísmicas, deve ser utilizada a ABNT NBR 15421.

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} \cdot F_{Gi,k}) + F_{Q,exec} + \sum_{j=2}^n (\psi_{0j} \cdot \gamma_{qj} \cdot F_{Qj,k}) \quad (2.4)$$

na qual:

$\gamma_{gi}$  são os coeficientes de ponderação das respectivas ações permanentes características;

$F_{Gi,k}$  representa os valores característicos das ações permanentes;

$F_{Q,exec}$  é o valor característico da ação variável especial ou de construção considerada principal para a combinação;

$\psi_{0j}$  representa os fatores de combinação de cada uma das ações variáveis especiais ou de construção secundárias;

$\gamma_{qj}$  são os coeficientes de ponderação das respectivas ações variáveis especiais ou de construção características secundárias;

$F_{Qj,k}$  representa os valores característicos das ações variáveis especial ou de construção secundárias, que podem atuar concomitantemente com a ação variável principal.

### 2.2.2 Estado Limite de Serviço - ELS

Estados limites de serviço são aqueles relacionados ao conforto do usuário e a durabilidade, aparência e boa utilização das estruturas, seja em relação aos usuários ou em relação às máquinas e os equipamentos suportados pelas estruturas. Em construções especiais pode ser necessário verificar a segurança em relação a outros estados limites de serviço não definidos por norma.

Os estados limites de serviço são verificados através das combinações quase permanentes, frequentes e raras de ações, em seus valores característicos. Todas as combinações devem ser calculadas para a obtenção da uma envoltória final de esforços, a qual deve ser utilizada para a comparação com valores limites.

Usualmente, os estados limites de serviço são utilizados para a verificação da estrutura, porém, em certos casos, como por exemplo em vigas de pontes metálicas de grandes vãos, são utilizados no dimensionamento das peças estruturais.

#### Combinações Quase Permanentes

As combinações quase permanentes são aquelas que podem atuar durante grande parte do período de vida da estrutura, na ordem da metade desse período. Essas combinações são utilizadas para os efeitos de longa duração e para a aparência da construção.

Nas combinações quase permanentes, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes  $\psi_2.F_{Q,k}$ .

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot F_{Qj,k} \quad (2.5)$$

Na qual:

$F_{Gi,k}$  representa os valores característicos das ações permanentes;

$\psi_{2j}$  representa os fatores de combinação de cada uma das ações variáveis para valores quase permanentes;

$F_{Qj,k}$  representa os valores característicos das ações variáveis.

#### Combinações Frequentes

As combinações frequentes são aquelas que se repetem muitas vezes durante o período de vida da estrutura, na ordem de 100 vezes em 50 anos, ou que tenham duração total igual a uma parte não desprezável desse período, da ordem de 5 %. Essas combinações são utilizadas para os estados limites reversíveis, isto é, que não causam danos permanentes à estrutura ou a outros componentes da construção, incluindo os relacionados ao conforto dos usuários e ao funcionamento de equipamentos, tais como vibrações excessivas, movimentos laterais excessivos que comprometam a vedação, empoçamentos em coberturas e aberturas de fissuras.

Nas combinações frequentes, a ação variável principal  $F_{Q1}$  é tomada com seu valor frequente  $\psi_1.F_{Q1,k}$  e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores quase permanentes  $\psi_2.F_{Q,k}$ .

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 \cdot F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot F_{Qj,k} \quad (2.6)$$

Na qual:

$F_{Gi,k}$  representa os valores característicos das ações permanentes;

$\psi_1$  representa o fator de combinação da ação variável considerada principal para valores frequentes;

$F_{Q1,k}$  é o valor característico da ação variável considerada principal para a combinação;

$\psi_{2j}$  representa os fatores de combinação de cada uma das ações variáveis para valores quase permanentes;

$F_{Qj,k}$  representa os valores característicos das ações variáveis.

## Raras

As combinações raras são aquelas que podem atuar no máximo algumas horas durante o período de vida da estrutura. Essas combinações são utilizadas para os estados limites irreversíveis, isto é, que causam danos permanentes à estrutura ou a outros componentes da construção e para aqueles relacionados ao funcionamento adequado da estrutura, tais como formação de fissuras e danos aos fechamentos.

Nas combinações raras, a ação variável principal  $F_{Q1}$  é tomada com seu valor característico  $F_{Q1,k}$  e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores frequentes  $\psi_{1j} \cdot F_{Qj,k}$  :

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{1j} \cdot F_{Qj,k} \quad (2.7)$$

Na qual:

$F_{Gi,k}$  representa os valores característicos das ações permanentes;

$F_{Q1,k}$  é o valor característico da ação variável considerada principal para a combinação;

$\psi_{1j}$  representa os fatores de combinação de cada uma das ações variáveis para valores frequentes;

$F_{Qj,k}$  representa os valores característicos das ações variáveis.

## 2.3 Resistências

As resistências dos materiais são representadas pelos valores característicos definidos como aqueles que, em um lote de material, têm apenas 5 % de probabilidade de não serem atingidos.

O valor característico pode ser substituído pelo valor nominal, quando fornecido por norma ou especificação aplicável ao material.

Os valores de cálculo das resistências são obtidos a partir dos valores característicos dividindo-os pelos respectivos coeficientes de ponderação  $\gamma_a$ .

$$\gamma_a = \gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \quad (2.8)$$

sendo que:

$\gamma_{m1}$  é a parcela que considera a variabilidade da resistência dos materiais envolvidos;

$\gamma_{m2}$  a parcela que considera a diferença entre a resistência do material no corpo de prova e na estrutura;

$\gamma_{m3}$  a parcela que considera os desvios gerados na construção e as aproximações feitas em projeto do ponto de vista das resistências.

A resistência de cálculo  $f_d$  de um material é definida como:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_a} \quad (2.9)$$

## 2.4 Coeficientes de Ponderação e Fatores de Redução

### 2.4.1 Coeficientes de Ponderação de Ações

Os valores entre parênteses correspondem aos coeficientes para as ações permanentes favoráveis à segurança. Ações variáveis e excepcionais favoráveis à segurança não devem ser incluídas nas combinações.

### Ações Permanentes Diretas ( $\gamma_g$ )

Nas combinações normais, as ações permanentes diretas desfavoráveis à segurança podem, opcionalmente, ser **consideradas todas agrupadas**, com coeficiente de ponderação igual a 1,35 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a  $5 \text{ kN/m}^2$ , ou 1,40 quando isso não ocorrer.

Nas combinações especiais ou de construção, os coeficientes de ponderação são respectivamente 1,25 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a  $5 \text{ kN/m}^2$ , ou 1,30 quando isso não ocorrer.

Nas combinações excepcionais, 1,15 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a  $5 \text{ kN/m}^2$ , ou 1,20 quando isso não ocorrer.

Tipo do Carregamento	$\gamma_g$ para Combinações		
	Normal	Especial	Excepcional
Peso Próprio de Estruturas Metálicas	1,25 (1,00)	1,15 (1,00)	1,10 (1,00)
Peso Próprio de Estruturas Pré-Moldadas	1,30 (1,00)	1,20 (1,00)	1,15 (1,00)
Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	1,35 (1,00)	1,25 (1,00)	1,15 (1,00)
Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições in loco	1,40 (1,00)	1,30 (1,00)	1,20 (1,00)
Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	1,50 (1,00)	1,40 (1,00)	1,30 (1,00)

### Ações Permanentes Indiretas ( $\gamma_g$ )

Tipo do Carregamento	$\gamma_g$ para Combinações		
	Normal	Especial	Excepcional
Indiretas	1,20 (0,00)	1,10 (0,00)	0,00 (0,00)

### Ações Variáveis Diretas ( $\gamma_q$ )

Nas combinações normais, se as ações permanentes diretas que desfavoráveis à segurança forem agrupadas, as ações variáveis que desfavoráveis à segurança podem, opcionalmente, ser **consideradas também todas agrupadas**, com coeficiente de ponderação igual a 1,50 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a  $5 \text{ kN/m}^2$ , ou 1,40 quando isso não ocorrer (mesmo nesse caso, o efeito da temperatura pode ser considerado isoladamente, com o seu próprio coeficiente de ponderação).

Nas combinações especiais ou de construção, os coeficientes de ponderação são respectivamente 1,30 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a  $5 \text{ kN/m}^2$ , ou 1,20 quando isso não ocorrer.

Nas combinações excepcionais, sempre 1,00.

Ações truncadas são consideradas ações variáveis cuja distribuição de máximos é truncada por um dispositivo físico, de modo que o valor dessa ação não possa superar o limite correspondente. O coeficiente de ponderação mostrado nesta Tabela se aplica a este valor limite.

Tipo do Carregamento	$\gamma_q$ para Combinações		
	Normal	Especial	Excepcional
Efeito da Temperatura	1,20	1,00	1,00
Ações do Vento	1,40	1,20	1,00
Ações Truncadas	1,20	1,10	1,00
Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação	1,50	1,30	1,00

O efeito de temperatura citado não inclui o gerado por equipamentos, o qual deve ser considerado ação decorrente do uso e ocupação da edificação.



### 2.4.2 Fatores de Combinação e de Redução

Os fatores de combinação  $\psi_0$  são utilizados para a redução de valores de cargas variáveis secundárias em combinações do estado limite último, sempre multiplicados pelos coeficientes de ponderação. Os fatores de redução  $\psi_1$  e  $\psi_2$  são utilizados em combinações do estado limite de serviço para a redução de valores característicos de cargas variáveis.

No caso do estado limite de fadiga, o fator de redução  $\psi_1$  deve ser usado igual a 1,00. Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para  $\psi_2$  o valor zero.

#### Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação

Local do Carregamento	Fatores		
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <i>(Edificações residenciais de acesso restrito)</i>	0,50	0,40	0,30
Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas <i>(Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público)</i>	0,70	0,60	0,40
Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas	0,80	0,70	0,60

#### Vento

Tipo do Carregamento	Fatores		
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,60	0,30	0,00

#### Temperatura

Tipo do Carregamento	Fatores		
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,60	0,40	0,30

#### Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos

Local do Carregamento	Fatores		
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Passarelas de pedestres	0,60	0,40	0,30
Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,00	0,80	0,50
Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,70	0,60	0,40

### 2.4.3 Coeficientes de Ponderação de Resistências

O coeficiente de ponderação de resistência ( $\gamma_a$ ) do material aço é dado pela tabela a seguir, inclui o aço de fôrma incorporada, usado nas lajes mistas de aço e concreto, de pinos e parafusos.

Tipo do Estado Limite	$\gamma_a$ para Combinações		
	Normal	Especial	Excepcional
Escoamento, flambagem ou instabilidade ( $\gamma_{a1}$ )	1,10	1,10	1,00
Ruptura ( $\gamma_{a2}$ )	1,35	1,35	1,15