



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

Manuel Pipa

**CT 115 – ONS/LNEC
ct115@lneec.pt**

Seminário “Eurocódigos Estruturais:
o início da sua aplicação em Portugal”

Porto, 27 a 29 de Setembro de 2010

© LNEC 2006



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

ÍNDICE

Preâmbulo Nacional

Preâmbulo

1 Generalidades

2 Requisitos

3 Princípios para o dimensionamento em relação aos estados limites

4 Variáveis básicas

5 Análise estrutural e projecto com apoio experimental

6 Verificação dos estados limites pelo método dos coeficientes parciais

Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade das construções

Anexo C (informativo) Bases para o método dos coeficientes parciais e para a análise da fiabilidade

Anexo D (informativo) Projecto com apoio experimental

Bibliografia

Anexo Nacional NA

Totaliza 88 páginas

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

1. Generalidades

1.1 Objectivo e campo de aplicação

- (1) A presente Norma estabelece os **Princípios e os requisitos de segurança**, de **utilização** e de **durabilidade** das estruturas, descreve as **bases para** o seu **projecto e verificação** e fornece **orientações** sobre os respectivos **aspectos de fiabilidade estrutural**.
- (2) A presente Norma destina-se a ser **utilizada em conjunto com as EN 1991 a EN 1999** no projecto estrutural de edifícios e de outras obras de engenharia civil, incluindo os **aspectos geotécnicos**, a verificação da resistência ao **fogo**, as situações envolvendo **sismos**, a **execução** e as **estruturas provisórias**.
- (3) A presente Norma é **aplicável** ao projecto de estruturas no qual estejam envolvidos **materiais ou acções não abrangidos pelas EN 1991 a EN 1999**.
- (4) A presente Norma é aplicável à **avaliação estrutural das construções já existentes**, visando o projecto de **reparações** e de **alterações** ou a avaliação de **mudanças de utilização**.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

1. Generalidades

1.3 Pressupostos

(2) Os **pressupostos gerais** da EN 1990 são:

- a escolha do sistema estrutural e o **projecto** da estrutura são realizados por **técnicos com qualificação e experiência adequadas**;
- a **execução** é realizada por **pessoal com competência e experiência adequadas**;
- uma **supervisão e um controlo da qualidade adequados** são assegurados durante toda a execução da obra, nomeadamente, nos gabinetes de projecto, nas fábricas, nas empresas e nos estaleiros;
- os **materiais e os produtos de construção** são utilizados de acordo com as especificações da EN 1990 ou das EN 1991 a EN 1999 ou de normas de execução ou especificações aplicáveis;
- as estruturas são objecto de **manutenção adequada**;
- as estruturas têm uma **utilização em conformidade** com as hipóteses consideradas no projecto.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

1. Generalidades

1.5 Termos e definições

Há 74 entradas, destacam-se duas:

1.5.2.17 fiabilidade

Aptidão de uma estrutura ou de um elemento estrutural para **satisfazer os requisitos especificados**, incluindo o valor de cálculo do tempo de vida útil para o qual foi projectada. A fiabilidade é normalmente expressa em termos probabilísticos.

A fiabilidade abrange a segurança, a utilização e a durabilidade de uma estrutura.

1.5.2.18 diferenciação da fiabilidade

Medidas destinadas à **optimização sócio-económica dos recursos** a utilizar na construção tendo em conta todas as previsíveis **consequências da não satisfação dos requisitos** especificados e o custo da construção.

1.6 Símbolos



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

2. Requisitos

2.1 Requisitos gerais

(1)P As estruturas devem ser projectadas e construídas de modo a que, durante o seu **período de vida** previsto, com graus de **fiabilidade apropriados** e de uma forma **económica**:

- possam suportar todas as acções e influências susceptíveis de ocorrerem durante a sua execução e utilização; e
- se mantenham aptas para os fins para que foram projectadas

.....

2.2 Gestão da fiabilidade (Anexo B)

.....

(3) A **escolha dos níveis de fiabilidade** para uma determinada estrutura deverá ter em conta os factores relevantes, incluindo:

- a causa e/ou o modo possíveis de ser atingido um estado limite;
- as possíveis **consequências da rotura**, no que respeita a risco de vida, lesões de pessoas, ou potenciais prejuízos económicos;
- o grau da aversão pública a colapsos;
- os **custos** e os procedimentos necessários para reduzir o risco de rotura.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

2. Requisitos

2.3 Tempo de vida útil do projecto

(1) O tempo de vida útil de projecto **deverá ser especificado.**

a) NA-A1.1(1)

Para o projecto de edifícios podem ser adoptados os valores indicativos do tempo de vida útil de projecto constantes do Quadro 2.1, devendo também **incluir-se na categoria 5 desse quadro as estruturas de edifícios social ou economicamente muito importantes.**

Quadro 2.1 – Valores indicativos do tempo de vida útil de projecto

Categoria do tempo de vida útil de projecto	Valor indicativo do tempo de vida útil de projecto (anos)	Exemplos
1	10	Estruturas provisórias ⁽¹⁾
2	10 a 25	Componentes estruturais substituíveis, por exemplo, vigas-carril, apoios
3	15 a 30	Estruturas agrícolas e semelhantes
4	50	Estruturas de edifícios e outras estruturas correntes
5	100	Estruturas de edifícios monumentais, pontes e outras estruturas de engenharia civil

⁽¹⁾ As estruturas ou componentes estruturais que podem ser desmontados, tendo em vista a sua reutilização, não deverão ser considerados como provisórios.

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

3. Princípios para o dimensionamento em relação aos estados limites

Estados limites:

- **últimos** (segurança de pessoas e da estrutura);
- **de utilização** (funcionamento da estrutura nas condições normais de utilização, conforto das pessoas, aspecto da construção).

- **estados limites de utilização irreversíveis**

Estados limites de utilização em que **alguma das consequências** das acções que excedem os requisitos de utilização especificados **se mantém quando as acções são retiradas.**

- **estados limites de utilização reversíveis**

Estados limites de utilização em que **nenhuma das consequências** das acções que excedem os requisitos de utilização especificados **se mantém quando as acções são retiradas.**

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

3. Princípios para o dimensionamento em relação aos estados limites

Situações de projecto:

- situações de projecto **persistentes**, correspondentes a condições normais de utilização;
- situações de projecto **transitórias**, correspondentes a condições temporárias aplicáveis à estrutura, como, por exemplo, durante a construção ou a reparação;
- situações de projecto **acidentais**, correspondentes a condições excepcionais aplicáveis à estrutura ou à sua exposição, como, por exemplo, incêndios, explosões, impactos ou consequências de rotura localizada;
- situações de projecto **sísmicas**, correspondentes a condições aplicáveis à estrutura quando sujeita à acção dos sismos.

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

3. Princípios para o dimensionamento em relação aos estados limites

Dimensionamento em relação aos estados limites

- Deve basear-se na utilização de **modelos estruturais e de acções adequados aos estados limites a considerar.**
- As verificações devem ser efectuadas para **todas as situações de projecto e casos de carga apropriados.**
- Os requisitos deverão ser satisfeitos com base no **método dos coeficientes parciais** (seccção 6)
- Em alternativa, poderá ser utilizado um dimensionamento directamente baseado em **métodos probabilísticos** (Anexo C).



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

4. Variáveis básicas

Acções:

- > **acções permanentes (G)**, como, por exemplo, o peso próprio das estruturas, dos equipamentos fixos e dos pavimentos rodoviários, e as acções indirectas causadas por retracção e assentamentos diferenciais;
- > **acções variáveis (Q)**, como, por exemplo, as sobrecargas nos pavimentos, vigas e coberturas dos edifícios, a acção do vento ou a acção da neve;
- > **acções de acidente (A)**, como, por exemplo, explosões ou choque provocado por veículos.
- > **acção sísmica (A_E)** (EC8)



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

4. Variáveis básicas

Valores característicos das acções:

- > Valor característico F_k - é o seu valor representativo principal e deve ser especificado como um valor médio, um valor superior ou inferior, ou um valor nominal (que não se refere a uma distribuição estatística conhecida).

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

4. Variáveis básicas

Outros valores representativos das acções variáveis

- > **Valor de combinação** $\psi_0 Q_k$ - para a verificação de estados limites últimos e de estados limites de utilização irreversíveis;
- > **Valor frequente** $\psi_1 Q_k$ (0,01 do período de referência, em edifícios) - para a verificação de estados limites últimos envolvendo acções de acidente e para a verificação de estados limites de utilização reversíveis;
- > **Valor infrequente** $\psi_{1,infq} Q_k$ - para a verificação de certos estados limites de utilização, especificamente para tabuleiros, definido apenas para as acções de tráfego rodoviário (EN 1991-2), para as acções térmicas (EN 1991-1-5) e para a acção do vento (EN 1991-1-4), baseia-se num **período de retorno de um ano**.
- > **Valor quase-permanente** $\psi_2 Q_k$ (0,50 do período de referência, em edifícios) - para a verificação de estados limites últimos envolvendo acções de acidente e para a verificação dos estados limites de utilização reversíveis. Os valores quase-permanentes são também utilizados para o cálculo dos efeitos a longo prazo.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

4. Variáveis básicas

Propriedades dos materiais e produtos

- > As propriedades dos materiais (incluindo solos e rochas) ou dos produtos deverão ser representadas por valores característicos:
 - **valor característico inferior** correspondente ao quantilho de 5% dessa propriedade.
 - **valor característico superior** correspondente ao quantilho de 95% dessa propriedade.

- > Os **parâmetros de rigidez estrutural** (como, por exemplo, os **módulos de elasticidade** e os **coeficientes de fluência**) e os coeficientes de dilatação térmica deverão ser representados por um **valor médio**. Deverão utilizar-se diferentes valores para ter em conta a duração da acção.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

4. Variáveis básicas

Grandezas geométricas

- > As grandezas geométricas devem ser representadas pelos seus **valores característicos** ou directamente pelos seus **valores de cálculo** (por exemplo, no caso de **imperfeições**).
- > As **dimensões especificadas no projecto** poderão ser consideradas como **valores característicos**.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

5. Análise estrutural e projecto com apoio experimental

Análise estrutural

- > Os cálculos devem ser efectuados utilizando **modelos estruturais apropriados** envolvendo as **variáveis relevantes**.
- > Os modelos estruturais seleccionados deverão ser **adequados** à simulação do comportamento estrutural, com **nível de precisão aceitável**. Os modelos estruturais deverão também ser **adequados aos estados limites** considerados.
- > Os modelos estruturais devem basear-se em **teorias e práticas de engenharia devidamente comprovadas**; se necessário, devem ser **verificados experimentalmente**.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas 5. Análise estrutural e projecto com apoio experimental

Projecto com apoio experimental (Anexo D)

- > O projecto poderá basear-se numa **combinação de ensaios e de cálculos**. Os ensaios poderão ser realizados, por exemplo, nas seguintes circunstâncias:
 - se não estiverem disponíveis **modelos de cálculo adequados**;
 - se for utilizado **um grande número de componentes semelhantes**;
 - para confirmar as **hipóteses de cálculo**.

- > O projecto apoiado em resultados de ensaios deve assegurar o **nível de fiabilidade** necessário para a situação de projecto em causa. A **incerteza estatística** devida a um número limitado de resultados de ensaios deve ser tida em conta.

- > Deverão utilizar-se **coeficientes parciais** (incluindo os referentes às incertezas de modelação) **comparáveis** aos utilizados nas EN 1991 a EN 1999.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

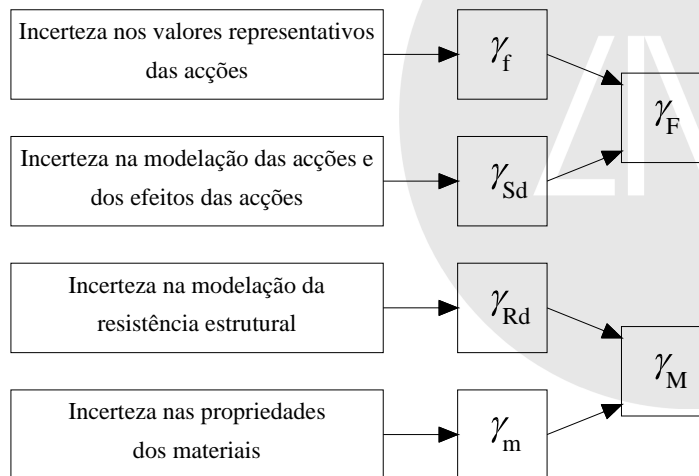
6. Verificação dos estados limites pelo método dos coeficientes parciais

Método dos coeficientes parciais

- > Verifica-se, para todas as situações de projecto, que nenhum estado limite é excedido quando se utilizam, nos modelos de cálculo, os valores de cálculo das acções $F_{d,i}$ ou dos efeitos das acções $E_{d,i}$ e os valores de cálculo das resistências $R_{d,i}$.
- > Para as situações de projecto e correspondentes estados limites, as acções relativas aos diferentes casos de carga são combinadas como especificado.
- > Valores de cálculo
 - das acções $F_{d,i}$;
 - dos efeitos das acções $E_{d,i}$;
 - das propriedades e dos produtos $X_{d,i}$;
 - das grandezas geométricas $a_{d,i}$;
 - da resistência $R_{d,i}$.

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas 6. Verificação dos estados limites pelo método dos coeficientes parciais

Método dos coeficientes parciais





NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

6. Verificação dos estados limites pelo método dos coeficientes parciais

Estados limites últimos

- > **EQU**: perda de equilíbrio estático do conjunto ou de parte da estrutura considerada como corpo rígido, em que:
 - sejam significativas pequenas variações no valor ou na distribuição espacial das acções com uma mesma origem; e
 - não sejam, em geral, condicionantes as resistências dos materiais de construção ou do terreno;
- > **STR**: rotura ou deformação excessiva da estrutura ou dos elementos estruturais, incluindo sapatas, estacas, muros de caves, etc., em que a resistência dos materiais da estrutura é condicionante;
- > **GEO**: rotura ou deformação excessiva do terreno em que as características resistentes do solo ou da rocha são significativas para a resistência da estrutura;
- > **FAT**: rotura por fadiga da estrutura ou dos elementos estruturais.

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

6. Verificação dos estados limites pelo método dos coeficientes parciais

Estados limites últimos - combinações de acções

- > Para situações de projecto persistentes ou transitórias (combinações **fundamentais**);
- > Para situações de projecto **acidentais**;
- > Para situações **sísmicas**.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas

6. Verificação dos estados limites pelo método dos coeficientes parciais

Estados limites de utilização - combinações de acções

- > **Combinação característica** - é normalmente utilizada para os estados limites *irreversíveis*.
- > **Combinação frequente** - é normalmente utilizada para os estados limites *reversíveis*.
- > **Combinação quase-permanente** - é normalmente utilizada para os efeitos a longo prazo e para o *aspecto da estrutura*.

Estados limites de utilização - materiais

- > **coeficientes parciais γ_M** relativos às propriedades dos materiais iguais a **1,0** (salvo indicação em contrário nas EN 1992 a EN 1999).



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Campo de aplicação

Indica regras e métodos para definir **as combinações de acções** para edifícios.

Indica também os **valores de cálculo** recomendados para as **acções permanentes, variáveis e de acidente** e para **os coeficientes ψ** a utilizar no **projecto de edifícios**.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Quadro A1.1 – Valores recomendados para os coeficientes ψ para edifícios

Acção	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecargas em edifícios (ver a EN 1991-1-1)			
Categoria A: zonas de habitação	0,7	0,5	0,3
Categoria B: zonas de escritórios	0,7	0,5	0,3
Categoria C: zonas de reunião de pessoas	0,7	0,7	0,6
Categoria D: zonas comerciais	0,7	0,7	0,6
Categoria E: zonas de armazenamento	1,0	0,9	0,8
Categoria F: zonas de tráfego, peso dos veículos ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Categoria G: zonas de tráfego, 30 kN $<$ peso dos veículos ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Categoria H: coberturas	0	0	0
Acção da neve em edifícios (ver a EN 1991-1-3) ^(*)			
– Finlândia, Islândia, Noruega, Suécia	0,70	0,50	0,20
– Restantes Estados-Membros do CEN, para obras localizadas à altitude $H > 1000$ m acima do nível do mar	0,70	0,50	0,20
– Restantes Estados-Membros do CEN, para obras localizadas à altitude $H \leq 1000$ m acima do nível do mar	0,50	0,20	0
Acção do vento em edifícios (ver a EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (excepto incêndio) em edifícios (ver a EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

NOTA: Os valores de ψ poderão ser definidos no Anexo Nacional.
^(*) Para os países não mencionados, considerar as condições locais relevantes.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Estados limites últimos – combinações de acções para situações persistentes e transitórias

Verificação do equilíbrio estático (EQU) das estruturas de edifícios

Quadro NA–A1.2(A) – Valores de cálculo das acções (EQU) (Conjunto A)

Situações de projecto persistentes e transitórias	Acções permanentes		Pré-esforço	Acção variável de base da combinação ^(*)	Acções variáveis acompanhantes ^(*)
	Desfavoráveis	Favoráveis			
(Expressão 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
<p>^(*) As acções variáveis são as consideradas no Quadro A1.1</p> <p>NOTA: Os valores de γ_p que devem ser adoptados são os seguintes: $\gamma_{Gj,sup} = 1,10$ $\gamma_{Gj,inf} = 0,90$ $\gamma_{Q,1} = 1,50$ nos casos desfavoráveis (0 nos casos favoráveis) $\gamma_{Q,i} = 1,50$ nos casos desfavoráveis (0 nos casos favoráveis) γ_p - os valores deste coeficiente constam dos Eurocódigos aplicáveis.</p>					

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Estados limites últimos – combinações de acções para situações persistentes e transitórias

Projecto dos elementos estruturais (STR) que não envolva acções geotécnicas

Quadro NA–A1.2(B) – Valores de cálculo das acções (STR/GEO) (Conjunto B)

Situações de projecto persistentes e transitórias	Acções permanentes		Pré-esforço	Acção variável de base da combinação (*)	Acções variáveis acompanhantes (*)
	Desfavoráveis	Favoráveis			
(Expressão 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) As acções variáveis são as consideradas no Quadro A1.1

NOTA 1: As combinações de acções indicadas nas expressões (6.10a) e (6.10b) não devem ser utilizadas.

NOTA 2: Os valores de γ_F que devem ser adoptados são os seguintes:

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ nos casos desfavoráveis (0 nos casos favoráveis)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ nos casos desfavoráveis (0 nos casos favoráveis)}$$

γ_P - os valores deste coeficiente constam dos Eurocódigos aplicáveis.

Para os valores de γ_A utilizar para as deformações impostas, ver os Eurocódigos aplicáveis.

NOTA 3: Os valores característicos de todas as acções permanentes com a mesma origem são multiplicados por $\gamma_{Gj,sup}$ caso o efeito total das acções resultante seja desfavorável, e por $\gamma_{Gj,inf}$, caso o efeito total das acções resultante seja favorável. Por exemplo, todas as acções devidas ao peso próprio da estrutura podem ser consideradas como sendo da mesma origem; tal também se aplica se estiverem envolvidos diferentes materiais.

NOTA 4: Para determinadas verificações, os valores de γ_G e de γ_Q podem ser subdivididos em γ_g e γ_q e no coeficiente de incerteza do modelo γ_{δ} . Na maioria dos casos correntes, pode utilizar-se um valor de γ_{δ} variando entre 1,05 e 1,15.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Estados limites últimos – combinações de acções para situações persistentes e transitórias

Projecto dos elementos estruturais (sapatas, estacas, muros de caves, etc.) (STR) que envolva acções geotécnicas e a resistência do terreno (GEO): aplicação, em cálculos separados, dos valores de cálculo do Quadro NA1.2(C) e do Quadro NA1.2(B) às acções geotécnicas, assim como às outras acções sobre a estrutura ou dela provenientes. Nos casos correntes, o dimensionamento das fundações é determinado pelo Quadro NA1.2(C) e a resistência estrutural é determinada pelo Quadro NA1.2(B) – EC7, Abordagem 1

Quadro NA–A1.2(C) – Valores de cálculo das acções (STR/GEO) (Conjunto C)

Situações de projecto persistentes e transitórias	Acções permanentes		Pré-esforço	Acção variável de base da combinação (*)	Acções variáveis acompanhantes (*)
	Desfavoráveis	Favoráveis			
(Expressão 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) As acções variáveis são as consideradas no Quadro A1.1

NOTA: Os valores de γ que devem ser adoptados são os seguintes:

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,00$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,30 \text{ nos casos desfavoráveis (0 nos casos favoráveis)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,30 \text{ nos casos desfavoráveis (0 nos casos favoráveis)}$$

γ_p - os valores deste coeficiente constam dos Eurocódigos aplicáveis.

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Estados limites últimos – combinações de acções para situações de projecto acidentais e sísmicas

Quadro NA–A1.3 – Valores de cálculo das acções a utilizar nas situações de projecto acidentais e sísmicas

Situações de projecto	Acções permanentes		Pré-esforço	Acções de acidente ou sísmicas de base da combinação	Acções variáveis acompanhantes ^(*)	
	Desfavoráveis	Favoráveis			Principais	Outras
Acidentais (Expressões 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	A_d	$\psi_{1,i} Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Sísmicas ^(**) (Expressões 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	γA_{Ek} ou A_{Ed}	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

^(*) As acções variáveis são as consideradas no Quadro A 1.1
^(**) Ver também a NP EN 1998

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo A1 (normativo) Aplicação a edifícios

Estados limites de utilização – combinações de acções

Quadro A1.4 – Valores de cálculo das acções a utilizar na combinação de acções

Combinação	Acções permanentes G_d		Acções variáveis Q_d	
	Desfavoráveis	Favoráveis	De base da combinação	Outras
Característica	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Frequente	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quase-permanente	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade estrutural das construções

NA.4.3 – Informações específicas

a) Gestão da fiabilidade estrutural das construções (Anexo B)

O Anexo B pode ser usado como orientação geral para o desenvolvimento e implementação de **sistemas de gestão da fiabilidade estrutural das construções**, incluindo aspectos ligados à qualidade do projecto e da construção das estruturas. Saliente-se que, relativamente a estes últimos aspectos, são fornecidas neste Anexo indicações importantes para a satisfação dos pressupostos subjacentes à aplicação da presente Norma (ver 1.3).

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade estrutural das construções

Índice

- B.1 Âmbito e campo de aplicação
- B.2 Símbolos
- B.3 Diferenciação da fiabilidade
 - B.3.1 Classes de consequências
 - B.3.2 Diferenciação por valores β
 - B.3.3 Diferenciação por medidas relacionadas com os coeficientes parciais
- B.4 Níveis de supervisão do projecto
- B.5 Níveis de inspecção durante a execução
- B.6 Coeficientes parciais para as propriedades de resistência

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade estrutural das construções

Para efeitos da **diferenciação da fiabilidade** estabelecem-se **classes de consequências (CC)**

Quadro B.1 – Definição de classes de consequências (do colapso ou mau funcionamento da estrutura)

Classe de consequências	Descrição	Exemplos de edifícios e de obras de engenharia civil
CC3	Consequência elevada em termos de perda de vidas humanas; ou consequências económicas, sociais ou ambientais muito importantes	Bancadas, edifícios públicos em que as consequências do colapso são elevadas (por exemplo, uma sala de concertos)
CC2	Consequência média em termos de perda de vidas humanas; consequências económicas, sociais ou ambientais mediamente importantes	Edifícios de habitação e de escritórios, edifícios públicos em que as consequências do colapso são médias (por exemplo, um edifício de escritórios)
CC1	Consequência baixa em termos de perda de vidas humanas; e consequências económicas, sociais ou ambientais pouco importantes ou desprezáveis	Edifícios agrícolas normalmente não ocupados permanentemente por pessoas (por exemplo, armazéns), estufas

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade estrutural das construções

B.3.2 Diferenciação por valores β

>As **classes de fiabilidade (RC)** são definidas utilizando o conceito de **índice de fiabilidade β** .

>Às **classes de consequências** CC1, CC2 e CC3 são associadas as classes de fiabilidade RC1, RC2 e RC3.

Quadro B.2 – Valores mínimos recomendados para o índice de fiabilidade β (estados limites últimos)

Classe de fiabilidade	Valores mínimos de β	
	Período de referência de 1 ano	Período de referência de 50 anos
RC3	5,2	4,3
RC2	4,7	3,8
RC1	4,2	3,3

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade estrutural das construções

B.3.3 Diferenciação por medidas relacionadas com os coeficientes parciais

Quadro B.3 – Coeficiente K_{FI} para as acções

Coeficiente K_{FI} para as acções	Classe de fiabilidade		
	RC1	RC2	RC3
K_{FI}	0,9	1,0	1,1

EC8: factor de **classe de importância** γ_I [0,8; 1,0; 1,2(1,4)]

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade estrutural das construções

B.4 Níveis de supervisão do projecto

Quadro B.4 – Níveis de supervisão do projecto (DSL)

Níveis de supervisão do projecto	Características	Requisitos mínimos recomendados para verificação de cálculos, desenhos e especificações
DSL3 relacionado com a RC3	Supervisão alargada	Verificação por terceiros (efectuada por uma entidade diferente da que elaborou o projecto)
DSL2 relacionado com a RC2	Supervisão normal	Verificação interna (efectuada por técnicos diferentes dos originalmente responsáveis, de acordo com os procedimentos da organização)
DSL1 relacionado com a RC1	Supervisão normal	Auto-verificação (efectuada pelos técnicos que elaboraram o projecto)

NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo B (informativo) Gestão da fiabilidade estrutural das construções

B.5 Níveis de inspecção durante a execução

Quadro B.5 – Níveis de inspecção (IL)

Níveis de inspecção	Características	Requisitos
IL3 relacionado com a RC3	Inspeção alargada	Inspeção por terceiros
IL2 relacionado com a RC2	Inspeção normal	Inspeção de acordo com os procedimentos da organização
IL1 relacionado com a RC1	Inspeção normal	Inspeção pelo próprio



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo C (informativo) Bases para o método dos coeficientes parciais e para a análise da fiabilidade

NA.4.3 – Informações específicas

b) Bases para o método dos coeficientes parciais e para a análise da fiabilidade (Anexo C)

O Anexo C pode ser usado para a **calibração de valores de cálculo e de coeficientes parciais**, particularmente no que se refere a acções não consideradas ou não quantificadas nas NP EN 1991 e NP EN 1998.



NP EN 1990:2009 Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas Anexo D (informativo) Projecto com apoio experimental

NA.4.3 – Informações específicas

c) Projecto com apoio experimental (Anexo D)

A aplicação do Anexo D pode permitir obter **dados** com interesse para a **quantificação de parâmetros relevantes para o projecto** de alguns tipos de estruturas.