



**Betão. Decreto-Lei 90/2021 e
normas associadas:
NP EN 206 e NP EN 13670.**

João André



Decreto-Lei nº 90/2021 de 5 de novembro

Torna obrigatório o cumprimento das normas:

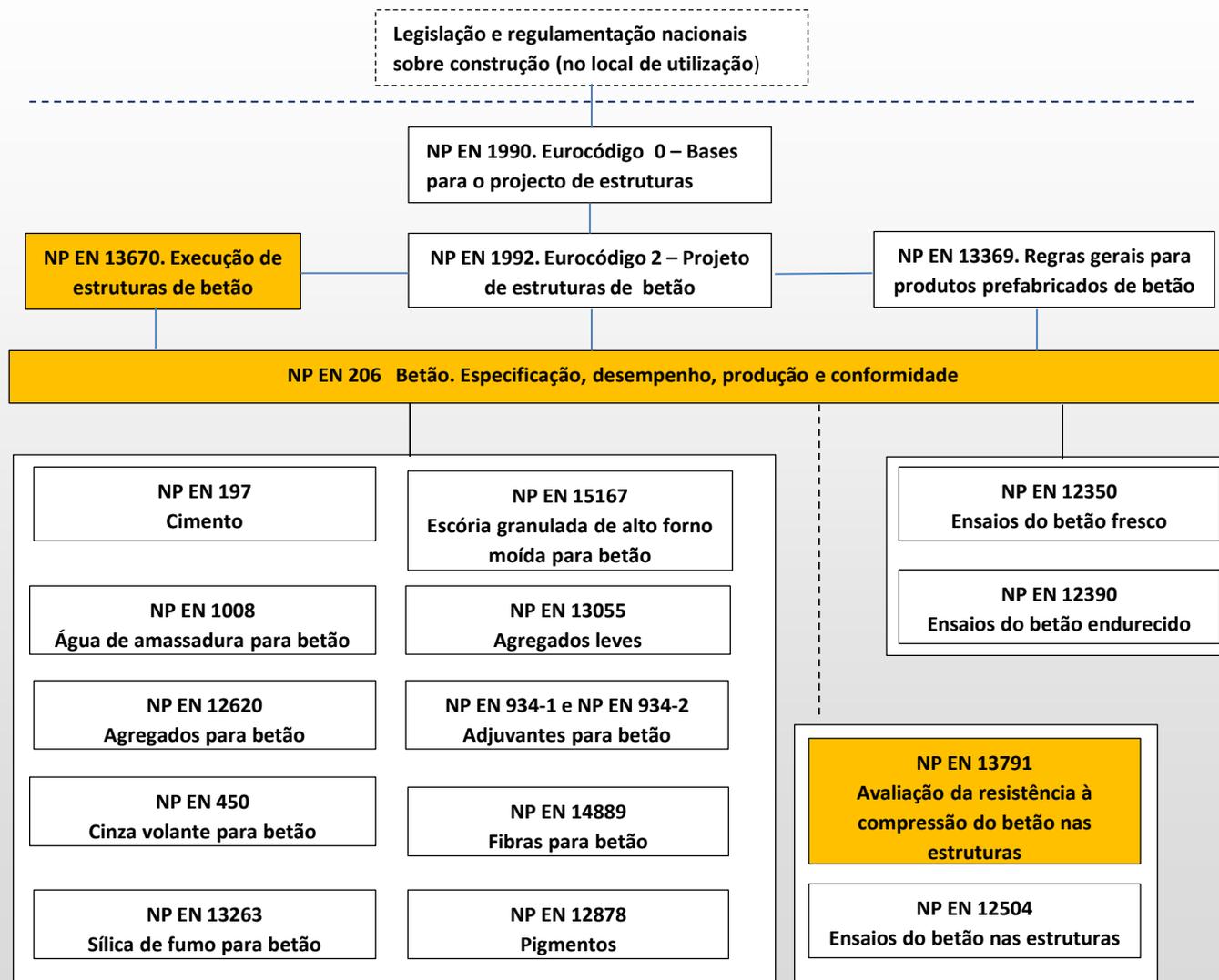
NP EN 206. Betão. Especificação, desempenho, produção e conformidade

NP EN 206

NP EN 13670. Execução de estruturas de betão

NP EN 13670

Relações entre a NP EN 206 a NP EN 1370 e as normas europeias de projecto e de execução, dos materiais constituintes e de ensaio





NP EN 206
Betão. Especificação,
desempenho,
produção e
conformidade



• BETÃO DE COMPORTAMENTO ESPECIFICADO

– Requisitos fundamentais

- Requisito de conformidade com a **NP EN 206**
- Classe de resistência à compressão
- Classes de exposição
- Dimensão máxima do agregado: **D_{inf} e D_{sup}**
- Classe de teor de cloretos
- Classe de consistência ou valor pretendido → betão pronto ou betão fabricado no local
- Classe de massa volúmica ou massa volúmica pretendida → betão leve
- Massa volúmica pretendida → betão pesado

NP EN 206

C30/37

XC3

**D_{sup} 22
 D_{inf} 16**

Cl 0,40

S3

- **EXPOSIÇÃO AMBIENTAL**

(Anexo Nacional NA.1 - 4.1)

Classe X0 não é aplicável a betão armado ou com metais embebidos

↳ **Classes de resistência \geq C25/30**

Gelo – degelo → Classes XF3 e XF4 não são aplicáveis em Portugal

Água do Mar → XA1 (Ambiente ligeiramente agressivo)

Esgotos → XA3 (Ambiente fortemente agressivo)

- **CONSISTÊNCIA**

- Definir, tendo em conta
 - Características da estrutura
 - Resistência do betão
 - Condições climatéricas
 - Tempos de transporte e descarga
 - Meios de colocação em obra



Com clima quente e tempos de transporte e descarga elevados → Classe de abaixamento \geq S4
(Anexo Nacional NA.1 – 6.2.2)

Recomendação APEB para a consistência



- ⊕ Betão para aplicar por bombagem → Classe \geq S4
- ⊕ Betão para descarga com grua → Classe \geq S3
- ⊕ Pavimentos → Classe \geq S4
- ⊕ Superfícies com betão à vista e/ou colorido → Classe \geq S4
- ⊕ Elevada densidade de armadura → Classe \geq S4
- ⊕ Elevado tempo de transporte e/ou descarga → Classe \geq S4
- ⊕ Betões de elevada resistência/ elevado desempenho → Classe \geq S4
- ⊕ Clima quente → Classe \geq S4
- ⊕ Estacas de trado contínuo → Classe S5
- ⊕ Reabilitação de estrutura por encamisamento (BAC) → Classe \geq SF1

- **MÁXIMA DIMENSÃO DO AGREGADO**

D - Dimensão máxima do agregado com dimensões d/D

– Definir os valores limite para D_{\max}

- Inferior – D_{\inf}
- Superior – D_{\sup}

$$D_{\inf} \leq D_{\max} \leq D_{\sup} \quad e \quad d_g \leq D_{\sup}$$

COMPOSIÇÃO DO BETÃO



• AGREGADOS (E464)

Se $D_{\max} < 20$ mm → ajustar mínima dosagem cimento
(ou ligante)

- 20 mm $> D_{\max} \geq 12,5$ max → aumentar 10%
- $12,5$ mm $> D > 4$ → aumentar 23%

Exemplo para $D_{\max} \geq 20$ mm :

Cimento	CEM I ®, CEM III/A ¹⁾				CEM II/B ¹⁾ ; CEM III/A ²⁾ ; CEM IV ²⁾ ; CEM V/A ²⁾			
	XC1	XC2	XC3	XC4	XC1	XC2	XC3	XC4
Dosagem de cimento mínima (kg/m ³)	240	240	280	280	260	260	300	300

- **TEOR DE CLORETOS**

- Percentagem de iões cloreto por massa de cimento
- Não deve exceder o valor da classe seleccionada
- Classe seleccionada \leq classe especificada

(Anexo Nacional NA.1 – 5.2.8)

Utilização do betão	Classe de exposição	
	XC; XF; XA	XS; XD
Sem armaduras ou metais embebidos, exceto se resistentes à corrosão	CI 1,00	
Com armaduras de aço ou outros metais embebidos	CI 0,40	CI 0,20
Com aço de pré-esforço	CI 0,20	CI 0,10

NP EN 12390-3

- Os provetes são ensaiados até à rotura numa máquina de ensaio à compressão conforme com a EN 12390-4.

NP EN 12390-4

- 4.6 Frequência de verificação e calibração

Devem ser realizadas em intervalos não superiores a dois anos por um organismo qualificado, ou em cada ano se houver um requisito específico.

NP EN 206

Quadro 28

Para os aparelhos e utensílios de ensaio da resistência, calibração pelo menos uma vez por ano.



NP EN 13670

Execução de estruturas de betão



CLASSES DE EXECUÇÃO



A escolha das classes de execução deve ser feita tendo em consideração:

- a) os três níveis de fiabilidade do Anexo B da NP EN 1990 ;
- b) Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho: as obras da categoria 1 são objeto da Classe de Execução 1, as da categoria 2 da Classe de Execução 2 e as das categorias 3 e 4 da Classe de Execução 3;
- c) Quadro A, com 4 parâmetros para escolha das classes de execução

NP EN 1370 – CLASSES DE EXECUÇÃO



Parâmetro	Classe de Execução 1	Classe de Execução 2	Classe de Execução 3
Tipo de construção	<ul style="list-style-type: none"> - Edifícios até 2 andares 	<ul style="list-style-type: none"> - Edifícios com mais de 2 andares até 12 - Pontes correntes com vãos < 40 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Edifícios com mais de 12 andares - Pontes especiais - Grandes barragens - Edifícios para centrais nucleares - Reservatórios
Tipo de elementos estruturais	<ul style="list-style-type: none"> - Lajes e vigas de betão armado com vãos ≤ 10 m - Pilares e paredes simples - Estruturas de fundações simples 	<ul style="list-style-type: none"> - Lajes e vigas de betão armado com vãos > 10 m - Pilares e paredes esbeltos - Maciços encabeçando estacas - Arcos com vão ≤ 10 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Arcos e abóbadas de betão armado - Elementos fortemente comprimidos - Fundações especiais - Arcos com vão > 10 m
Tipo de construção/tecnologias	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturas com elementos pré-fabricados 	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturas com elementos pré-fabricados 	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturas com elementos pré-fabricados - Tolerâncias especiais
Tipo de materiais em obra: <ul style="list-style-type: none"> - Betão conforme com a NP EN 206: - Classe de exposição: - Armaduras: 	<p>Até C25/30, inclusive;</p> <p>X0, XC1, XC2;</p> <p>Para betão armado.</p>	<p>Qualquer classe de resistência;</p> <p>Qualquer classe de exposição;</p> <p>Para betão armado e de pré-esforço.</p>	<p>Qualquer classe de resistência;</p> <p>Qualquer classe de exposição;</p> <p>Para betão armado e de pré-esforço.</p>

A photograph showing three construction workers silhouetted against a bright sunset sky. They are standing on a concrete structure with numerous vertical rebar rods protruding upwards. The workers are wearing hard hats and work clothes. The overall scene is in high contrast, with the workers and structure appearing as dark shapes against the glowing orange and yellow light of the setting sun.

BETÃO ENSAIOS DE RECEÇÃO

NP EN 206 - NA.1 – B.1 Generalidades



A avaliação da identidade de determinado volume de betão - se esse volume de betão pertence a uma população já verificada como conforme pelo produtor.

Para verificação da conformidade do betão aplicado numa estrutura, não são aplicáveis os ensaios de identidade estabelecidos no Anexo B.

A conformidade com as especificações do betão aplicado numa estrutura não foi previamente avaliada pelo produtor, cabendo ao construtor fazer essa avaliação através dos ensaios de receção.

Esta verificação é efetuada através de ensaios de receção, conforme estabelecido na NP EN 13670.

NA.1 – 8.3 Fornecimento, receção e transporte no estaleiro do betão fresco



- O volume de betão a considerar para efeitos de receção deve ser a **amassadura** ou a **carga** sempre que a especificação de execução requeira ensaios do betão quanto aos requisitos:
 - da consistência,
 - do teor de ar,
 - do teor das fibras e da homogeneidade da sua distribuição,
 - ou da viscosidade, capacidade de passagem e resistência à segregação do BAC;

NA.1 – 8.3 Fornecimento, receção e transporte no estaleiro do betão fresco



- o **lote**, quando se tratar do **requisito da resistência característica à compressão**, sendo o lote um dos 3 volumes seguintes:
 - o volume do betão entregue para cada piso dum edifício ou grupo de vigas/lajes ou pilares/paredes de um piso de um edifício ou partes semelhantes de outras estruturas;
 - o volume do betão entregue numa obra durante 3 d de betonagem consecutivos (podendo ser descontinuados em termos de calendário), mas não mais de 400 m³;
 - o volume do betão entregue para uma betonagem contínua de grande volume.

NA.1 – 8.3 Fornecimento, receção e transporte no estaleiro do betão fresco



2.1 - Plano de amostragem e ensaio para a resistência à compressão.

Para a resistência característica à compressão, a frequência mínima de amostragem em cada lote é a do Quadro L

Classe de Execução	Betão com certificação do controlo da produção ^{a)}	Betão sem certificação do controlo da produção
1	1 amostra cada 150 m ³ , com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem	1 amostra cada 50 m ³ , com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem
2	1 amostra cada 75 m ³ , com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem	Não aplicável ^{b)}
3	1 amostra cada 50 m ³ , com o mínimo de 1 amostra por dia de betonagem	

a) Aplica-se também ao betão cujo produtor tenha o seu sistema de gestão da qualidade certificado de acordo com a NP EN ISO 9001 no âmbito da produção do betão e abrangendo o centro de produção fornecedor, o qual deverá ser objeto de uma auditoria anual.

b) O betão sem certificação do controlo da produção ou não abrangido pela nota a) não pode ser utilizado em obras das classes de execução 2 e 3.

NA.1 – 8.3 Fornecimento, receção e transporte no estaleiro do betão fresco



2.2 - Critérios de conformidade para a resistência à compressão – betão com certificação do controlo da produção

Número n de resultados de ensaio da resistência à compressão do lote	Critério 1	Critério 2
	Média de “ n ” resultados (f_{cm}) N/mm ²	Qualquer resultado individual (f_{ci}) N/mm ²
1	Não aplicável	$\geq f_{ck}$
2	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$
3 - 4	$\geq f_{ck} + 3$	
5 - 6	$\geq f_{ck} + 4$	

O resultado do ensaio deve ser a média dos resultados de dois ou mais provetes duma amostra e ensaiados com a mesma idade.

NA.1 – 8.3 Fornecimento, receção e transporte no estaleiro do betão fresco



Betão com certificação do controlo da produção

Número n de resultados de ensaio da resistência à compressão do lote	Critério 1 Média de “ n ” resultados (f_{cm}) N/mm ²	Critério 2 Qualquer resultado individual (f_{ci}) N/mm ²
1	Não aplicável	$\geq f_{ck}$
2	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$
3 - 4	$\geq f_{ck} + 3$	
5 - 6	$\geq f_{ck} + 4$	

NP EN 206 – Critérios de identidade para a resistência à compressão

Número “ n ” de resultados de ensaio da resistência à compressão do volume de betão em análise	Critério 1 Média de “ n ” resultados (f_{cm}) N/mm ²	Critério 2 Qualquer resultado individual (f_{ci}) N/mm ²
1	Não aplicável	$\geq f_{ck} - 4$
2 - 4	$\geq f_{ck} + 1$	
5 - 6	$\geq f_{ck} + 2$	

2.3 - Critérios de conformidade para a resistência à compressão – betão sem certificação do controlo da produção

Devem colher-se pelo menos 3 amostras para ensaio do volume de betão em análise.

Presume-se que o betão de um lote é conforme no que respeita à resistência característica à compressão se forem satisfeitos os seguintes critérios:

- cada resultado individual: $f_{ci} \geq (f_{ck} - 4) \text{ N/mm}^2$
- a resistência média das amostras: $f_{cm} \geq (f_{ck} + 4) \text{ N/mm}^2$

CONTROLO DA CONFORMIDADE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO



Exemplo: Critério de conformidade para a resistência à compressão – betão sem certificação do controlo da produção, classe de execução 1: C30/37

$$f_{ci} \geq (f_{ck} - 4) \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 4) \text{ N/mm}^2, n = 3$$

Provete	R. compressão (MPa)	Resultado do ensaio (MPa)
1	42,1	43
2	44,2	
3	43,0	

Provete	R. compressão (MPa)	Resultado do ensaio (MPa)
3	43,1	42
4	42,0	
5	42,1	

Provete	R. compressão (MPa)	Resultado do ensaio (MPa)
6	40,2	41
7	41,1	
8	41,0	

$$f_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

$$f_{ci} = 41 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 42 \text{ MPa}$$

2.5 - Critérios de conformidade para a consistência

Propriedade	Método de ensaio	Desvio máximo permitido na entrega entre os resultados individuais de ensaio e os valores limite ou os limites da classe especificada	
		Limite inferior	Limite superior
Abaixamento	EN 12350-2	Desvios não permitidos - 10 mm ^{a)}	Desvios não permitidos + 10 mm ^{a)}

a) Só aplicável no ensaio da consistência no betão da descarga inicial da autobetoneira ou do agitador

- **Consistência: Abaixamento**

- Exemplo

- Betão da classe S3 (100 mm a 150 mm)
- Amostras obtidas na descarga inicial da betoneira



Zona A – Zona em que o resultado é considerado conforme;

Zona B – Zona em o resultado é considerado conforme dentro da tolerância;

Zona C – Zona em que o resultado é claramente não conforme.