

**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:

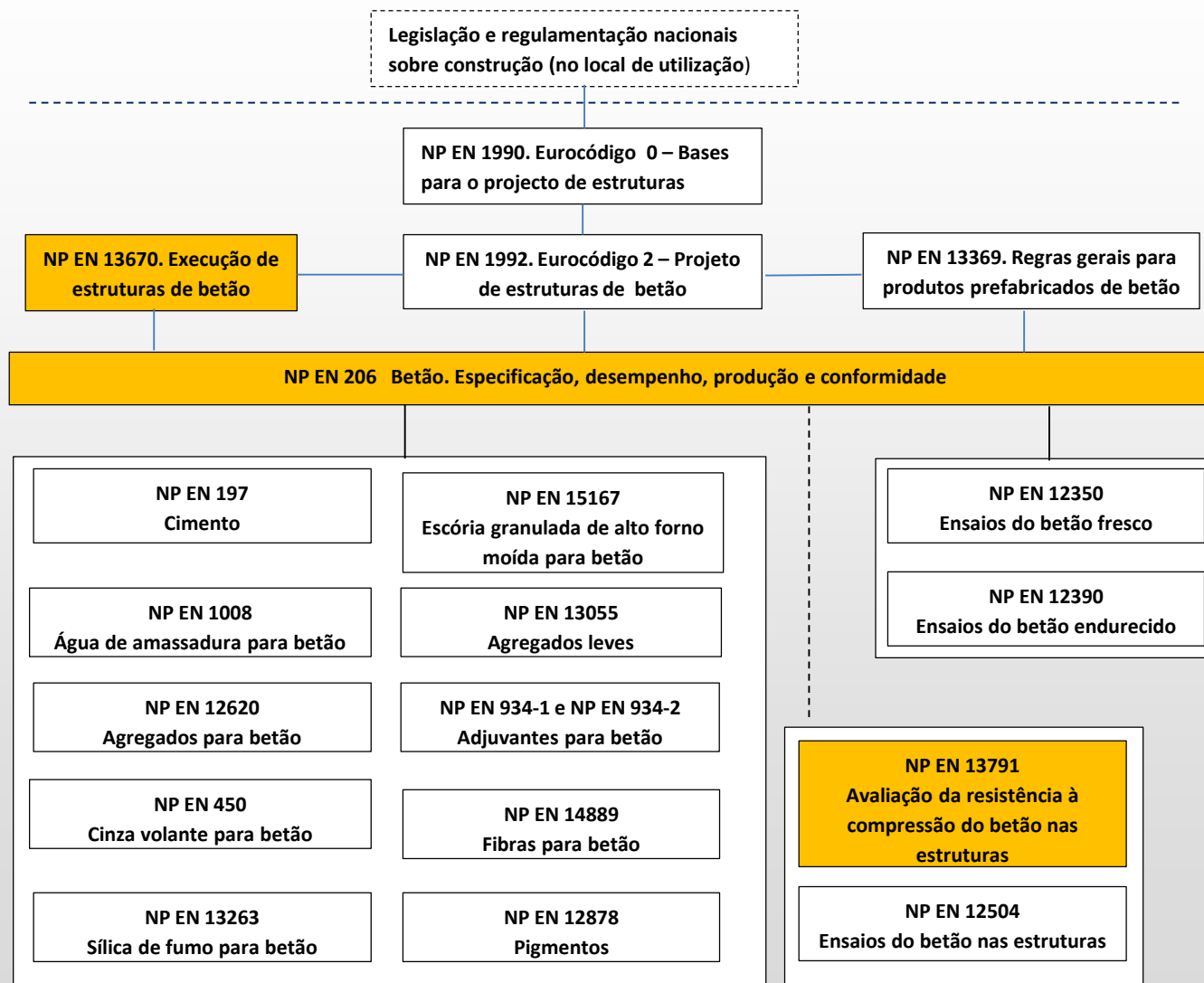
NP EN 206. Betão. Especificação, desempenho, produção e conformidade


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

CI 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**

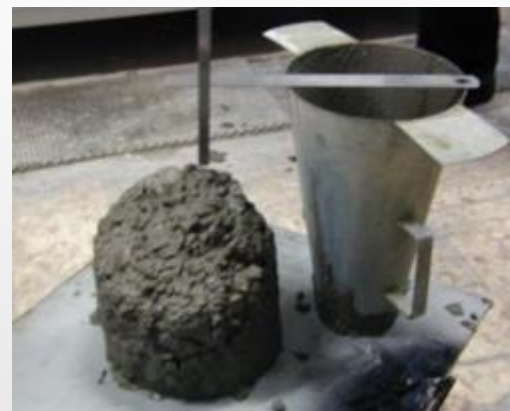
Gelo – degelo → Classes XF3 e XF4 não são aplicáveis em Portugal

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 selecionada
- Classe selecionada \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 structure of vertical rebar rods. The workers are wearing hard hats and work clothes. The scene is backlit by the sun, creating a strong glow and long shadows. The overall mood is industrial and dramatic.

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

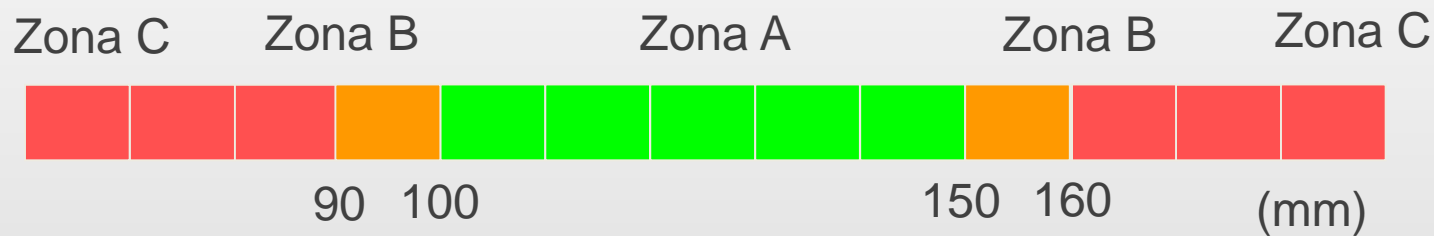
Propriedade	Método de ensaio	Desvio máximo permitido na entrega entre os resultados individuais de ensaio e os valores limite ou os limites da classe especificada	
		Limite inferior	Limite superior
Abaixamento	EN 12350-2	Desvios não permitidos - 10 mm ^{a)}	Desvios não permitidos + 10 mm ^{a)}

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.