

GUIA DO BETÃO

1.ª EDIÇÃO
JAN. 2022



BETÃO LIZ
GRUPO CIMPOR

Guia para a utilização da norma NP EN 206
e dos Ensaios de Receção previstos
na norma NP EN 13670,
de acordo com o Decreto-Lei 90/2021

GUIA ^{DO} BETÃO

1.^a EDIÇÃO
JAN. 2022

Documento preparado pela
Comissão Técnica da APEB.
Publicação da responsabilidade
da APEB.



A APEB, Associação Portuguesa das Empresas de Betão Pronto, é uma associação empresarial sem fins lucrativos cuja constituição remonta a julho de 1985.

A preparação e publicação deste documento constitui mais uma das ações desenvolvidas pela APEB tendo em vista o cumprimento dos seus objetivos estatutários, nomeadamente:

- Coordenar e apoiar iniciativas com vista à defesa da qualidade do betão pronto e à melhor economia da sua utilização;
- Zelar pela aplicação dos diplomas legais e das normas diretas ou indiretamente relevantes para o sector do betão pronto, e colaborar na respetiva elaboração.

A APEB orgulha-se de ter feito parte das entidades que colaboraram na produção dos documentos de referência, nomeadamente do Decreto-Lei 90/2021, tendo desta forma contribuído para a dignificação do betão pronto, a qualidade das construções e a sustentabilidade das mesmas, pelo que está fortemente empenhada na informação e divulgação das referidas normas e legislação.

Notas editoriais

A leitura e a utilização deste documento deve ser efetuada em conjunto com a norma NP EN 206, com a norma NP EN 13670 (no aplicável) e com o Decreto-Lei 90/2021. O conteúdo deste documento não se sobrepõe ao estabelecido na norma NP EN 206, na norma NP EN 13670 e no Decreto-Lei 90/2021. A APEB não poderá ser responsabilizada por quaisquer danos decorrentes de uma má utilização ou interpretação do presente documento.

1. INTRODUÇÃO

A publicação do Decreto-Lei n.º 90/2021 de 5 de novembro que procede à atualização das disposições relativas à produção e controlo do betão de ligantes hidráulicos e à execução das estruturas de betão, requer a atualização do acervo normativo nacional, estabelecendo as disposições para o betão destinado à execução de estruturas de betão que deve ser especificado, produzido e controlado em conformidade com a norma NP EN 206 – Betão – “Especificação, desempenho, produção e conformidade” e as estruturas executadas de acordo com a norma NP EN 13670 – “Execução de estruturas de betão”, e respetivos Anexos Nacionais.

Este Guia pretende estabelecer esclarecimentos relevantes sobre a NP EN 206 e os ensaios de receção do betão estabelecidos no Anexo Nacional da NP EN 13670, bem como sobre o Decreto-Lei 90/2021.

O Guia não dispensa a leitura dos documentos referidos.

O Betão Pronto é a opção natural. É o meio mais eficaz e eficiente de produzir e fornecer betão com as propriedades e os requisitos pretendidos em qualquer projeto de construção. É a opção tecnicamente recomendável.

Pelo facto de o Betão Pronto ser produzido em centros de produção sob condições controladas, a indústria do Betão Pronto cumpre com os mais elevados padrões de desempenho, nomeadamente:

- Estuda e verifica as propriedades do betão produzido no centro de produção;
- Possui laboratórios para controlo da qualidade do produto final;
- Possui responsáveis técnicos pela composições e produção;
- Garante a qualidade dos equipamentos de preparação, transporte e colocação do betão;
- Controla a qualidade e procedência dos materiais constituintes;
- Possui filtros e sistemas de reciclagem para o betão excedentário, contribuindo para a proteção do meio ambiente e poupança de recursos;
- Possui Sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança.

A utilização de Betão Pronto traz muitos benefícios, permitindo ao construtor:

- Reduzir as instalações e otimizar o estaleiro;
- Reduzir o número de trabalhadores diretos e melhorar a produtividade;
- Reduzir os equipamentos no estaleiro e o investimento necessário à execução da obra;
- Eliminar a necessidade de gerir um parque de agregados e toda a sua logística de abastecimento;

- Eliminar o desperdício, pois só solicita a quantidade de que necessita;
- Otimizar o custo do betão e o exato conhecimento do custo de cada metro cúbico.

2. ENQUADRAMENTO

A NP EN 206 – “Betão. Especificação, desempenho, produção e conformidade” e a NP EN 13670 – “Execução de estruturas de betão” são de cumprimento obrigatório de acordo com o Decreto-Lei n.º 90/2021 de 5 de novembro.

3. ESPECIFICAÇÃO DO BETÃO

A especificação do betão a aplicar nas estruturas é uma responsabilidade do projetista, como autor do projeto de estabilidade, conforme disposto no Decreto-Lei n.º 90/2021.

O betão deve ser especificado em conformidade com a NP EN 206. A especificação do betão deve incluir pelo menos os seguintes requisitos:

- Classe de resistência à compressão;
- Classes de exposição ambiental;
- Classe de consistência ou valor pretendido;
- Limites da máxima dimensão do agregado:
 D_{inf} e D_{sup} ;
- Classe de teor de cloretos.

Estes requisitos fundamentais podem ser complementados com requisitos adicionais, quando necessário.

Classes de resistência à compressão

A classe de resistência à compressão deve ser selecionada tendo em conta o ambiente e as ações mecânicas a que a estrutura ou elemento estrutural vai estar sujeito ao longo da sua vida útil. Só assim é possível garantir a estabilidade e a durabilidade pretendidas.

Classe de resistência à compressão	Resistência característica mínima em cilindros $f_{ck,cyl}$ (N/mm ²)	Resistência característica mínima em cubos $f_{ck,cube}$ (N/mm ²)
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60

As classes apresentadas são as mais utilizadas em Portugal. Contudo, a NP EN 206 estabelece outras classes de resistência que vão desde a classe C8/10 até à classe C100/115.

Nota: Uma vez que em Portugal a classe de exposição XO não é aplicável a betão armado ou com metais embebidos, as classes de resistência C12/15, C16/20 e C20/25 podem apenas ser utilizadas em elementos de betão simples.

Classes de exposição ambiental

A durabilidade estrutural pode ser garantida apenas se a exposição ambiental for bem especificada, tendo em conta as ações ambientais que atuam sobre a estrutura. Em Portugal, a classe de exposição XO (sem risco de corrosão ou ataque) não é aplicável em betão armado ou com metais embebidos.

As classes de exposição XF3 e XF4 não são aplicáveis em Portugal.

Sem risco de corrosão ou ataque		
Classe	Ambiente	Exemplos
XO	Para betão não armado e sem metais embebidos: todas as exposições, exceto ao gelo/degelo, à abrasão ou ao ataque químico	Betão simples.
Corrosão induzida por carbonatação		
Classe	Ambiente	Exemplos
XC1	Seco ou permanentemente húmido	Betão no interior de edifícios com baixa humidade do ar; Betão permanentemente submerso em água.
XC2	Húmido, raramente seco	Superfícies de betão sujeito a longos períodos de contacto com água; Muitas fundações.
XC3	Moderadamente húmido	Betão no interior de edifícios com moderada ou elevada humidade do ar; Betão no exterior protegido da chuva.
XC4	Ciclicamente húmido e seco	Superfícies de betão sujeitas ao contacto com a água, fora do âmbito da classe XC2.

(Continua)

Classes de exposição ambiental (cont.)

Corrosão induzida por cloretos não proveniente da água do mar		
Classe	Ambiente	Exemplos
XD1	Moderadamente húmido	Superfícies de betão expostas a cloretos transportados pelo ar.
XD2	Húmido, raramente seco	Piscinas; Betão exposto a águas industriais contendo cloretos.
XD3	Ciclicamente húmido e seco	Partes de pontes expostas a salpicos de água contendo cloretos; Pavimentos; Lajes de parques de estacionamento de automóveis.
Corrosão induzida por cloretos da água do mar		
Classe	Ambiente	Exemplos
XS1	Ar transportando sais marinhos mas sem contacto direto com a água do mar	Estruturas na zona costeira ou na sua proximidade.
XS2	Submersão permanente	Partes de estruturas marítimas.
XS3	Zonas de marés, de rebentação ou de salpicos	Partes de estruturas marítimas.
Ataque pelo gelo/degelo com ou sem produtos descongelantes		
Classe	Ambiente	Exemplos
XF1	Moderadamente saturado de água, sem produtos descongelantes	Superfícies verticais de betão expostas à chuva e ao gelo.
XF2	Moderadamente saturado de água, com produtos descongelantes	Superfícies verticais de betão de estruturas rodoviárias expostas ao gelo e a produtos descongelantes transportados pelo ar.

(Continua)

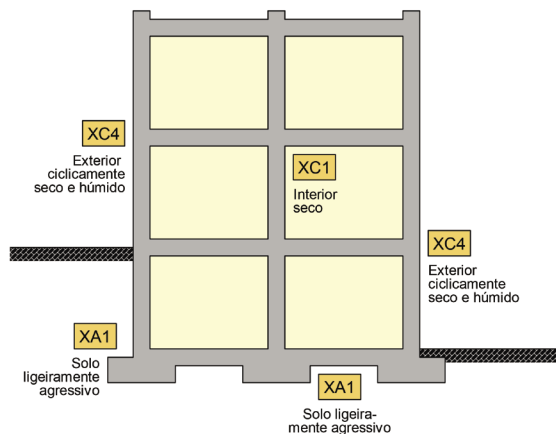
Classes de exposição ambiental (cont.)

Ataque químico		
Classe	Ambiente	Exemplos
XA1	Ambiente químico ligeiramente agressivo	Betão exposto a solos e a água subterrânea naturais
XA2	Ambiente químico moderadamente agressivo	Betão exposto a solos e a água subterrânea naturais
XA3	Ambiente químico fortemente agressivo	Betão exposto a solos e a água subterrânea naturais

Alguns exemplos:

- Fundações correntes, sem agentes químicos agressivos → XC2
- Fundações em ambiente ligeiramente agressivo → XC2/ XA1
- Obra de arte em betão à vista sujeita a contato com a água das chuvas → XC4
- Edifício afastado da linha costeira com a estrutura protegida do contato com água das chuvas → XC3
- Obra de arte sujeita a ciclos de gelo-degelo e aplicação de sais descongelantes (p.e.: no interior norte) → XC4/ XD3/ XF2
- Edifício na linha costeira com a estrutura protegida do contato com água das chuvas → XC3/ XS1
- Estrutura marítima na zona das marés, de rebentação ou de salpicos → XC4/ XS3/ XA1

Nota: No caso de se aplicar mais de uma classe de exposição, devem ser satisfeitos os limites de todas as classes especificadas.



Durabilidade

Para assegurar a durabilidade das estruturas, foi adotada uma metodologia prescritiva. Foram definidos limites para determinadas características do betão, ajustados a cada classe de exposição ambiental, consoante o ligante a utilizar. Estes limites estão estabelecidos na especificação LNEC E 464, por referência na NP EN 206.

De acordo com a Especificação LNEC E 464, o ligante pode ser um cimento ou uma mistura de um cimento com adições, nas seguintes condições:

a) o cimento deve ser do tipo CEM I ou CEM II/A e da classe de resistência 42,5 ou superior;

b) as adições devem ser do tipo I de origem calcária ou do tipo II (pozolânicas);

c) a composição da mistura deve satisfazer os limites estabelecidos na NP EN 197-1 ou na NP EN 197-5 para a composição de um dos cimentos indicados.

Ligante: CEM I; CEM II/A ⁽¹⁾				
Classe de Exposição	Razão A/L Máx.	Ligante Mín (kg/m ³)	Classe Resist. Mín.	Recobrimento Mín. (mm)
X0	---	---	C12/15	---
XC1	0,65	240	C25/30	25
XC2	0,65	240	C25/30	35
XC3	0,60	280	C30/37	35
XC4	0,60	280	C30/37	40
XS1/ XD1	0,45	360	C40/50	45
XS2/ XD2	0,45	360	C40/50	50
XS3/ XD3	0,40	380	C50/60	55
XF1	0,60	280	C30/37	---
XF2	0,55	280	C30/37	---
XA1	0,50	340	C35/45	---
XA2	0,45	360	C40/50	---
XA3	0,45	380	C40/50	---

⁽¹⁾ Não aplicável a ligantes dos tipos II/A-T e II/A-W.

Nota: As dosagens de cimento (ou da correspondente mistura) indicadas no quadro respeitam a betões com máxima dimensão do agregado mais grosso, D_{max} , igual ou maior que 20 mm.

Ligante: CEM II/B ⁽²⁾ ; CEM III/A; CEM III/B; CEM IV; CEM V				
Classe de Exposição	Razão A/L Máx.	Ligante Mín (kg/m ³)	Classe Resist. Min.	Recobrimento Min. (mm)
X0	---	---	C12/15	
XC1 ⁽¹⁾	0,65	260	C25/30	---
XC2 ⁽¹⁾	0,65	260	C25/30	25
XC3 ⁽¹⁾	0,55	300	C30/37	35
XC4 ⁽¹⁾	0,55	300	C30/37	35
XS1/ XD1 ⁽³⁾	0,55	320	C30/37	40
XS2/ XD2 ⁽³⁾	0,55	320	C30/37	45
XS3/ XD3 ⁽³⁾	0,45	340	C35/45	50
XF1 ⁽¹⁾	0,55	300	C30/37	55
XF2 ⁽¹⁾	0,50	300	C30/37	---
XA1 ⁽³⁾	0,55	320	C30/37	---
XA2 ⁽³⁾	0,50	340	C35/45	---
XA3 ⁽³⁾	0,45	360	C35/45	---

⁽¹⁾ Não aplicável a ligantes com menos de 50% de clínquer Portland, em massa.

⁽²⁾ Não aplicável a ligantes dos tipos II/B-T e II/B-W.

⁽³⁾ Não aplicável a ligantes dos tipos II/B-L e II/B-LL.

Nota 1: Na classe de exposição XF2 é necessário garantir um teor mínimo de ar de 4%.

Nota 2: Nas classes de exposição XA2 e XA3, quando a agressividade resultar da presença de sulfatos, devem ser satisfeitos os requisitos da secção 5.3 da Especificação LNEC E 464 e aplicar-se ao betão as exigências estabelecidas para o CEM IV.



Máxima dimensão do agregado

O tamanho das partículas dos agregados do betão tem que ser compatível com o espaçamento e o recobrimento das armaduras. É preciso evitar que haja bloqueios à passagem do betão. Esta é a razão para especificar a máxima dimensão do agregado (D_{max}), que é à máxima dimensão nominal do agregado mais grosso utilizado no fabrico do betão. A especificação deve ser efetuada através de um limite mínimo (D_{inf}) e um limite máximo (D_{sup}), em que:

$$D_{inf} \leq D_{max} \leq D_{sup}.$$

Nota: O projetista deve assegurar que D_{sup} não é maior que o valor de d_g definido no Eurocódigo 2 (EN 1992-1-1).

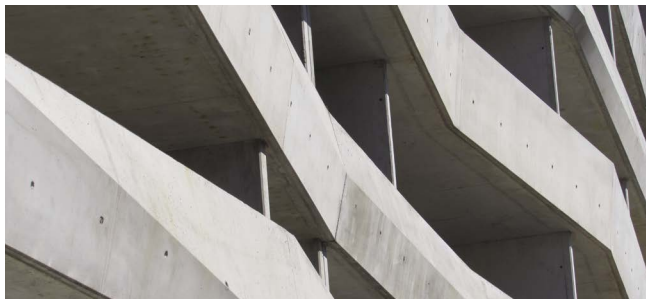
Classes de teor de cloretos

A presença de cloretos no betão é um fator indesejado uma vez que se trata de um agente químico que promove a corrosão das armaduras e de outras peças metálicas embebidas.

A especificação da classe de teor de cloretos deve ter em conta a classe de exposição ambiental e a solução estrutural (betão simples, betão armado ou betão pré-esforçado).

Classe de resistência à compressão	Classes de exposição ambiental	
	XC, XF e XA	XS e XD
Com armaduras de aço ou outros metais embebidos	Cl 0,40 ¹⁾	Cl 0,20 ¹⁾
Betão com aço de pré-esforço	Cl 0,20 ¹⁾	Cl 0,10 ¹⁾
Sem armaduras ou metais embebidos (exceto se estes forem resistentes à corrosão)	Cl 1,00	

¹⁾ Estas classes podem deixar de se aplicar (e aplicar a classe imediatamente superior) se forem tomadas medidas especiais de proteção contra a corrosão, como a proteção do betão ou a utilização de aço inox.



4. UTILIZAÇÃO DO BETÃO

Ao utilizador do betão, compete o controlo da qualidade do betão que chega à obra. Para isso, deve proceder à realização de ensaios.

Os ensaios de identidade indicam se um determinado volume de betão em análise pertence à mesma população que foi verificada como conforme através da avaliação da conformidade feita pelo produtor. Por exemplo, para os ensaios no âmbito de um processo de certificação do controlo da produção do betão, o volume de betão em análise deve ser a amassadura ou a carga sem prejuízo de os resultados obtidos poderem ser usados para avaliar um determinado período de produção.

Os critérios de identidade para a resistência à compressão não são aplicáveis quando se pretende verificar a conformidade do betão aplicado na execução de uma estrutura. Quando o volume de betão respeitar ao betão aplicado na execução de uma determinada estrutura, não é aplicável a avaliação através dos ensaios de identidade referidos na NP EN 206 (Anexo B) para a verificação da conformidade do betão especificado para a estrutura. **Esta verificação deve ser efetuada pelo utilizador através de ensaios de receção, conforme estabelecido na NP EN 13670.**

Classes de execução

A supervisão e a inspeção das obras devem verificar se a construção é executada de acordo com a especificação de execução.

Por inspeção entende-se a verificação da conformidade das propriedades dos produtos e materiais a utilizar bem como a inspeção da execução das obras.

Os requisitos para a gestão da qualidade são especificados utilizando uma das seguintes 3 classes, cujos requisitos aumentam da classe 1 para a classe 3:

- a) Classe de Execução 1;
- b) Classe de Execução 2;
- c) Classe de Execução 3.

A Classe de Execução poderá referir-se à estrutura completa, a componentes da estrutura ou a certos materiais/tecnologias utilizados na execução. A especificação de execução deve definir que componentes ou tecnologias/materiais requerem Classe de Execução com requisito diferente da Classe de Execução da generalidade da obra.

A Classe de Execução a utilizar deve ser estabelecida na especificação de execução, a elaborar pelo projetista.

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) a seguinte correspondência, salvo se outra for justificada, entre as quatro categorias das obras, se feitas em betão armado ou pré-esforçado, estabelecidas na 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) o quadro seguinte, com 4 parâmetros para escolha das classes de execução:

Parâmetro	Classe de Execução 1	Classe de Execução 2	Classe de Execução 3
Tipo de construção	- Edifícios até 2 andares	- Edifícios com mais de 2 andares até 12 - Pontes correntes com vãos < 40 m	- Edifícios com mais de 12 andares - Pontes especiais - Grandes barragens - Edifícios para centrais nucleares - Reservatórios
Tipo de elementos estruturais	- Lajes e vigas de betão armado com vãos ≤ 10 m - Pilares e paredes simples - Estruturas de fundações simples	- Lajes e vigas de betão armado com vãos > 10 m - Pilares e paredes esbeltas - Maciços encabeçando estacas - Arcos com vão ≤ 10 m	- Arcos e abóbadas de betão armado - Elementos fortemente comprimidos - Fundações especiais - Arcos com vão > 10 m
Tipo de construção/tecnologias	- Estruturas com elementos pré-fabricados	- Estruturas com elementos pré-fabricados	- Estruturas com elementos pré-fabricados - Tolerâncias especiais
Tipo de materiais em obra:	- Betão conforme com a NP EN 206: Até C25/30, inclusive; - Classe de exposição: XO, XC1, XC2; - Armaduras: Para betão armado.	Qualquer classe de resistência; Qualquer classe de exposição; Para betão armado e de pré-esforço.	Qualquer classe de resistência; Qualquer classe de exposição; Para betão armado e de pré-esforço.

Fornecimento, recepção e transporte do betão fresco no estaleiro

O produtor do betão destinado a ser utilizado na construção duma estrutura de betão, à qual tenha sido atribuída a classe de execução 2 ou 3, deve ter:

- o controlo da produção de betão certificado por um organismo de certificação acreditado, em conformidade com as disposições contantes da NP EN 206 ou
- o sistema de gestão da qualidade da produção do betão, certificado de acordo com a NP EN ISO 9001 por um organismo de certificação acreditado.

O certificado do controlo da produção ou do sistema de gestão da qualidade deve ser disponibilizado pelo produtor do betão ao diretor de obra, ao diretor de fiscalização de obra, à ASAE e à Câmara Municipal, quando tal for solicitado.

Aquando da inspeção de recepção do betão e antes da descarga deve-se verificar a guia de remessa.

O betão deve ser inspecionado visualmente durante a descarga. Esta deve ser interrompida se a aparência do betão, julgada pela experiência, não for normal.

Devem ser minimizadas durante a carga, transporte e descarga, do mesmo modo que durante o transporte no estaleiro, quaisquer alterações prejudiciais ao betão fresco, tais como segregação, exsudação, perda de pasta ou quaisquer outras alterações. O sistema de transporte deve evitar a segregação e a perda de água.

A especificação de execução deve estabelecer as inspeções e os ensaios do betão sobre amostras que devem ser colhidas para ensaio no local de colocação ou, no caso de betão pronto, no local de entrega.

O volume de betão a considerar para efeitos de recepção deve ser:

- a amassadura ou a carga, sempre que a especificação de execução requiera 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;
- 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 dias 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.

O volume de betão para o lote deve ser definido pelo projetista. No entanto, o utilizador pode propor alterações que devem merecer o acordo do projetista.

Deve ser definido pelo projetista o plano de amostragem para as diferentes propriedades, devendo as amos-

tras ser colhidas e ensaiadas de acordo com os métodos de ensaio estabelecidos na NP EN 206.

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 indicada no Quadro NA.L da norma NP EN 13670.

Quadro NA.L – Frequência mínima de amostragem em cada lote

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.

Se numa betonagem contínua de grande volume, a aplicação da frequência mínima (estabelecida) no Quadro anterior conduzir a um número de amostras superior a 6, a frequência da amostragem pode ser diminuída, respeitando o mínimo de 6 amostras.

No caso de dúvidas sobre a resistência de uma amassadura ou carga, a amostra colhida deve ser incluída no lote, a não ser que haja informações que justifiquem separar a amassadura ou carga desse lote e o local de aplicação do betão esteja claramente identificado. Em qualquer caso, esta colheita deve ser considerada como adicional ao plano de amostragem estabelecido.

Os ensaios de receção da resistência à compressão pelo construtor, são obrigatórios para todas as estruturas de betão com Classe de Execução 1, 2 ou 3. Nas obras da Classe de Execução 2 e 3, os ensaios de determinação da resistência à compressão devem ser realizados por laboratórios acreditados pelo organismo nacional de acreditação, sobre amostras colhidas no local da entrega do betão no estaleiro da obra. A classe de execução da estrutura de betão deve ser definida pelo projetista. Pode dispensar-se quando for a classe de execução 2.

A verificação da conformidade dos resultados dos ensaios de receção do betão (para as estruturas de betão das classes de execução 1, 2 e 3) e o plano de amostragem dos ensaios de receção do betão para as estruturas de betão devem ser objeto de uma declaração a efetuar pelo construtor, subscrita pelo diretor de obra, seguindo o modelo que consta do anexo ao Decreto-Lei n.º 90/2021 de 5 de novembro que deve ser disponibilizada às entidades de supervisão da execução das estruturas e às câmaras municipais, quando tal for solicitado.

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

A conformidade do betão é avaliada com base em cada resultado individual de ensaio da resistência à compressão e na média de “n” resultados discretos.

Sem prejuízo de a especificação de execução poder estabelecer critérios mais exigentes, presume-se que o betão de um lote é conforme no que respeita à resistência característica à compressão especificada se ambos os critérios do Quadro NA.M da NP EN 13670 forem satisfeitos pelos “n” resultados de ensaio de resistência das amostras colhidas desse lote.

Quadro NA.M – Critérios de para a resistência característica à compressão

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	$\geq f_{ck} + 4$	

Para mais de 6 resultados, devem considerar-se grupos de 6, efetuando, se necessário, a sobreposição de resultados, respeitando a sequência temporal da colheita das amostras para a sua ordenação.

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

Plano de amostragem e ensaio para as propriedades do betão fresco

Quando a especificação de execução requerer a realização de ensaios de receção para a consistência, o teor de ar do betão fresco e o teor de fibras e homogeneidade da sua distribuição no betão fresco, ou para a viscosidade, a capacidade de passagem e resistência à segregação, se o betão for autocompactável (BAC), a frequência mínima de amostragem é a apresentada no Quadro NA.L.

Critérios de conformidade para as propriedades do betão fresco

Sem prejuízo de a especificação de execução poder estabelecer critérios mais exigentes, a conformidade em relação à consistência, teor de ar, massa volúmica e, adicionalmente, à viscosidade, capacidade de passagem e resistência à segregação se o betão for autocompactável (BAC), é verificada se forem satisfeitos os critérios estabelecidos no Quadro NA.N da NP EN 13670.

Quadro NA.N – Critérios de conformidade para as classes de consistência, propriedades do BAC, teor de ar e massa volúmica do betão fresco no ponto de entrega

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)}
Grau de compactabilidade	EN 12350-4	Desvios não permitidos - 0,03 ^{a)}	Desvios não permitidos + 0,03 ^{a)}
Espalhamento na mesa	EN 12350-5	Desvios não permitidos - 10 mm ^{a)}	Desvios não permitidos + 10 mm ^{a)}
Espalhamento	EN 12350-8	Desvios não permitidos	Desvios não permitidos
Viscosidade	EN 12350-8 ou EN 12350-9		
Capacidade de passagem	EN 12350-10 ou EN 12350-12		
Resistência à segregação	EN 12350-11		
Teor de ar no betão fresco com ar introduzido	EN 12350-7 para betão corrente e pesado e ASTM C 173 para betão leve	- 0,5 % em volume	+ 5,0 % em volume
Massa volúmica do betão pesado	EN 12390-7	-30 kg/m ³	+30 kg/m ³
Massa volúmica do betão leve	EN 12390-7	-30 kg/m ³	+30 kg/m ³

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

Caso a consistência e a viscosidade sejam especificadas através de valores pretendidos, em vez de classes, a conformidade é verificada se forem satisfeitos os critérios estabelecidos no Quadro NA.O da NP EN 13670.

Quadro NA.O – Critérios de conformidade para os valores pretendidos da consistência e da viscosidade do betão fresco no ponto de entrega

Abaixamento			
Valor pretendido, mm	≤ 40	50 a 90	≥ 100
Tolerância, m	± 10	± 20	± 20 ^{a)}
Grau de compactabilidade			
Valor pretendido	≥ 1,26	1,25 a 1,11	≤ 1,10
Tolerância	± 0,13	± 0,11	± 0,08
Diâmetro de espalhamento na mesa			
Valor pretendido, mm	Todos os valores		
Tolerância, mm	± 40		
Diâmetro de espalhamento			
Valor pretendido, mm	Todos os valores		
Tolerância, mm	± 50		
t ₅₀₀			
Valor pretendido, s	Todos os valores		
Tolerância, s	± 1		
t _v			
Valor pretendido, s	< 9	≥ 9	
Tolerância, s	± 3	± 5	

^{a)} A tolerância pode aumentar para ± 30 mm no betão da descarga inicial da autobetoneira ou do agitador

Sem prejuízo de a especificação de execução poder estabelecer critérios mais exigentes, a conformidade em relação ao valor mínimo especificado do teor de fibras e homogeneidade da sua distribuição no betão fresco é verificada se forem satisfeitos os critérios estabelecidos no Quadro NA.P da NP EN 13670, utilizando três amostras por carga, colhidas durante a descarga do primeiro, segundo e terceiro terço da carga.

Quadro NA.P – Avaliação da conformidade para a dosagem de fibras e homogeneidade da sua distribuição no betão fresco no ponto de entrega

Tipo de fibras	Método de ensaio	Valor limite para os valores individuais e para a média das 3 amostras	
Fibras de aço	EN 14721	Valor individual	≥ 0,95 do valor médio das 3 amostras
		Média das 3 amostras	±5 % em massa do valor pretendido
Fibras poliméricas da classe II	EN 14488-7	Valor individual	≥ 0,90 do valor médio das 3 amostras
		Média das 3 amostras	±10 % em massa do valor pretendido

Crítérios de conformidade para outras propriedades

No caso de o projetista especificar a resistência à tração por compressão diametral ou outras propriedades, nomeadamente relativas à durabilidade ou à deformabilidade do betão, deve estabelecer também os respetivos planos de amostragem e critérios de conformidade.

Consistência

A consistência é uma característica da trabalhabilidade do betão. Deve ser definida tendo em conta as características da estrutura, a resistência do betão, as condições climatéricas, os tempos de transporte e de descarga e os meios de colocação em obra.

Para betões correntes deve ser especificada uma classe de abaixamento ou o valor pretendido. Para betão auto-compactável (BAC) deve ser especificada uma classe de espalhamento.

A consistência do betão é determinante para assegurar uma adequada aplicação e compactação do betão. Uma menor consistência vai tornar mais difícil a movimentação do betão através das armaduras. Daí pode resultar um menor envolvimento das armaduras, o que reduz a tensão de aderência e maior quantidade de trabalho interno necessário para o compactar, ou seja, maior dificuldade para que o betão fresco encha o molde, tendo em conta as armaduras.

As classes de abaixamento são as seguintes:

Classe	Abaixamento determinado de acordo com a EN 12350-2 (mm)
S1	10 a 40
S2	50 a 90
S3	100 a 150
S4	160 a 210
S5 *	220

* Devido à falta de sensibilidade do método de ensaio, é recomendada a utilização do ensaio para o abaixamento ≥10 mm e ≤210 mm

As classes de espalhamento para o BAC são as seguintes:

Classe	Diâmetro de espalhamento ^{a)} determinado de acordo com a EN 12350-8 (mm)
SF1	550 a 650
SF2	660 a 750
SF3 *	760 a 850

^{a)} A classificação não é aplicável ao betão com $D_{max} > 40$ mm

* Devido à falta de sensibilidade do método de ensaio, é recomendada a utilização do ensaio para o diâmetro do espalhamento > 550 mm e ≤ 850 mm

A maior consistência do betão permite maximizar a homogeneidade estrutural e aderência entre o betão e as armaduras, condições necessárias para assegurar a durabilidade e a estabilidade da estrutura.

Algumas recomendações:

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

Nota 1: A adição de água em obra para aumentar a fluidez do betão prejudica gravemente a qualidade do betão. Reduz a sua

resistência mecânica e facilita a ingressão dos agentes agressivos, pelo que coloca em causa tanto a estabilidade como a durabilidade da estrutura.

Nota 2: A consistência do betão pode ser ajustada em obra apenas com recurso a adjuvantes, utilizando uma pequena quantidade de água para facilitar a dispersão dos adjuvantes no betão.

INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR

Fiscalização

Compete à ASAE – Autoridade de Segurança Alimentar e Económica a fiscalização sobre a produção e controlo do betão em conformidade com a NP EN 206 e seu Anexo Nacional e a certificação e reconhecimento mútuo para o controlo da produção de betão, ou seja verificar se o produtor do betão destinado a ser utilizado na construção duma estrutura de betão, à qual tenha sido atribuída a classe de execução 2 ou a 3, tem:

- o controlo da produção de betão certificado por um organismo de certificação acreditado, em conformidade com as disposições contantes da NP EN 206, ou
- o sistema de gestão da qualidade da produção do betão, certificado de acordo com a NP EN ISO 9001 por um organismo de certificação acreditado.

Compete às Câmaras Municipais a fiscalização das restantes disposições relativas às estruturas de betão até um prazo limite de 10 anos.



Saúde e segurança

O betão fresco é um produto que apresenta elevada alcalinidade. Tal é prejudicial para a saúde e, por isso, deve evitar-se que o betão fresco entre em contacto com os olhos, a boca e o nariz, assim como com a pele. Por este motivo, ao manusear o betão fresco deve usar-se vestuário e equipamentos de proteção adequados. No caso de o betão fresco entrar em contacto com os olhos, a boca ou o nariz, é necessário lavar imediatamente com água limpa e procurar imediatamente tratamento médico. No caso de o betão fresco entrar em contacto com a pele, é preciso lavar imediatamente com água limpa.

CENTROS DE PRODUÇÃO BETÃO LIZ, S.A.

Valença	962 525 295	Pombal	964 242 856
P. de Lima	962 983 510	Leiria	962 714 627
Guimarães	961 932 459	Entroncamento	962 721 916
Felgueiras	962 375 979	Rio Maior	969 292 044
Mirandela	962 536 169	Óbidos	962 374 401
Vila Real	969 292 041	Alhandra	962 723 522
Rio Tinto	962 374 398	Loures	962 738 181
Gaia	962 605 336	Frielas	962 738 181
Esmoriz	962 374 165	Alfragide	962 723 524
Aveiro	962 738 182	Portela Sintra	962 723 525
Viseu	962 983 508	Almada	962 738 184
Mangualde	962 738 620	Alcochete	918 798 830
Tábua	928 500 486	Setúbal	962 980 776
Coimbra	962 373 861	Esteveira	962 993 409
V. N. Poiares	962 373 861	Alcantarilha	962 406 198
Figueira Foz	961 559 379	Loulé	962 723 184
Guarda	928 500 485	Tavira	915 404 456
Covilhã	968 122 133		



BETÃO LIZ
GRUPO CIMPOR

Avenida José Malhoa n.º 22, pisos 6 a 11, 1099-020 LISBOA

T. 213 118 100 | F. 213 118 821

E-mail: betaoliz@cimpor.com | www.cimpor.com