

(Cliente)	(nome do empreendimento)	
	CADERNO DE ENCARGOS CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS Materiais e Elementos de Construção	
	(Projecto geral; projecto de fundações; projecto de estruturas, etc..)	
	AGREGADOS PARA BETÃO	Código

### 1.1. ÂMBITO

Refere-se esta especificação a agregados para betão.

Agregados para betão são os constituintes pétreos usados na composição de betões nomeadamente areias e britas.

### 1.2. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

Os agregados para betão deverão obedecer às condições técnicas gerais relativas a materiais e elementos de construção, bem como, estar de acordo com as exigências das normas nacionais ou das regulamentações em vigor. Tal como:

- NP ENV 206 EMENDA 2 – Betão. Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade. 1998.

As propriedades dos agregados para betão devem ainda satisfazer os requisitos indicados na Especificação LNEC:

- E 373 – Inertes para Argamassa e Betões. Características e verificação da conformidade. Especificação LNEC 1993.

Os métodos de ensaio para determinação das características exigidas pela Especificação LNEC acima referida, devem estar de acordo com os seguintes documentos:

- NP 85 – Areias para argamassa e betões. Pesquisa da matéria orgânica pelo processo do ácido tânico.
- NP 86 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas muito finas e matérias solúveis.
- NP 581 – Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água das britas e godos.
- NP 953 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas leves.
- NP 954 – Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água de areias.
- NP 955 – Inertes para argamassas e betões. Determinação da baridade.
- NP 956 – Inertes para argamassas e betões. Determinação dos teores em água total e em água superficial.
- NP 957 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em água superficial de areias.
- NP 1039 – Inertes para argamassas e betões. Determinação da resistência ao esmagamento.
- NP 1040 – Pedras naturais. Determinação da tensão de rotura por compressão da rocha.
- NP 1378 – Agregados. Ensaio de alteração pelo sulfato de sódio ou pelo sulfato de

Autoria: (nome da empresa autora) Adriano Lopes				Coordenação do projecto:		Pág. 1 de 6
Elaborado	Verificado	Data	Emissão	Controlado	Data	

(Cliente)	(nome do empreendimento)	
	CADERNO DE ENCARGOS CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS Materiais e Elementos de Construção	
	(Projecto geral; projecto de fundações; projecto de estruturas, etc..)	
	AGREGADOS PARA BETÃO	Código

<p>magnésio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NP 1379 – Inertes para argamassas e betões. Análise granulométrica.</li> <li>• NP 1380 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor de partículas friáveis.</li> <li>• NP 1381 – Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade potencial com os álcalis do ligante. Processo da barra de argamassa.</li> <li>• NP 1382 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor de álcalis solúveis. Processo por espectrofotometria de chama.</li> <li>• NP 2106 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfatos.</li> <li>• NP 2107 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfuretos.</li> <li>• E 159 – Agregados. Determinação da reactividade potencial. Lisboa, 1964</li> <li>• E 222 – Agregados. Determinação do teor em partículas moles. Lisboa, 1968</li> <li>• E 223 – Agregados. Determinação do índice volumétrico. Lisboa, 1968</li> <li>• E 237 – Agregados. Ensaio de desgaste pela máquina de Los Angeles. Lisboa, 1971</li> <li>• E 251 – Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade com os sulfatos em presença do hidróxido de cálcio. Lisboa, 1985</li> <li>• E 253 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em halogenetos solúveis. Lisboa, 1971</li> <li>• E 355 – Inertes para argamassas e betões. Classes granulométricas. Lisboa, 1990</li> <li>• E 415 – Inertes para argamassas e betões. Determinação da reactividade potencial com os álcalis. Análise petrográfica. Lisboa, 1993</li> </ul> <p>Os agregados para betão devem respeitar as prescrições seguintes</p>
---

<p><b>1.3. GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS PARA BETÃO</b></p> <p>A granulometria dos agregados graúdos (dimensão máxima superior a 5 mm) deve ser estudada em conjunto com a da areia por forma a conferir ao betão a máxima compacidade. De acordo com a NP ENV 206 EMENDA 2-1998:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a máxima dimensão do inerte tem ser escolhida de modo que o betão possa ser colocado e compactado à volta das armaduras sem que haja segregação;</li> <li>- a posição das armaduras deve ser tal que o betão possa ser colocado e compactado dum modo satisfatório e sem que haja segregação.</li> </ul> <p>A máxima dimensão do inerte não deve exceder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- um quarto da menor dimensão do elemento estrutural;</li> <li>- a distância livre entre as barras da armadura diminuída de 5 mm, a não ser que se tomem providências especiais, por exemplo, agrupando os varões da armadura;</li> <li>- 1,3 vezes a espessura do recobrimento das armaduras (esta restrição não é necessário para a classe de exposição 1 indicada no Quadro 1).</li> </ul> <p>Quadro 1 Classes de exposição relacionadas com as condições ambientais</p>
---

Autoria: (nome da empresa autora) Adriano Lopes				Coordenação do projecto:		Pág. 2 de 6
Elaborado	Verificado	Data	Emissão	Controlado	Data	

(Cliente)	(nome do empreendimento)	
	CADERNO DE ENCARGOS CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS Materiais e Elementos de Construção	
	(Projecto geral; projecto de fundações; projecto de estruturas, etc..)	
	AGREGADOS PARA BETÃO	Código

Classes de exposição		Exemplo de condições ambientais
1 (ambiente seco)		- interior de habitações ou de escritórios (1)
2 (ambiente húmido)	a (sem gelo)	- interior de edifícios onde a humidade é elevada (p. ex. lavandarias) - elementos exteriores - elementos em águas ou solos não agressivos
	b (com gelo)	- elementos exteriores sujeitos ao gelo - elementos em águas ou solos não agressivos e expostos ao gelo - elementos interiores onde a humidade é elevada e expostos ao gelo
3 (ambiente húmido com gelo e produtos descongelantes)		- elementos interiores e exteriores expostos ao gelo e a produtos descongelantes
4 (ambiente marítimo)	a (sem gelo)	- elementos completa ou parcialmente submersos na água do mar ou sujeitos aos efeitos da rebentação - elementos em ar saturado de sais (área costeira)
	b (com gelo)	- elementos parcialmente submersos na água do mar ou sujeitos aos efeitos da rebentação e expostos ao gelo - componentes em ar saturado de sais e expostos ao gelo
As classes seguintes podem ocorrer isoladas ou em combinação com as classes acima mencionadas		
5 (ambiente quimicamente agressivo) (2)	a	- ambiente químico ligeiramente agressivo (gasoso, líquido ou sólido) - atmosfera industrial agressiva
	b	- ambiente químico moderadamente agressivo (gasoso, líquido ou sólido)
	c	- ambiente químico altamente agressivo (gasoso, líquido ou sólido)

(1) Esta classe de exposição só é válida desde que, durante a construção, a estrutura ou alguns dos seus elementos, não estejam expostos a condições mais severas durante um período prolongado de tempo.

(2) Os ambientes quimicamente agressivos estão classificados na ISO 9690. podem ser utilizadas as condições equivalentes de exposição que a seguir se indicam:

Classe de exposição 5a: classificação ISO A1G. A1L. A1S  
Classe de exposição 5b: classificação ISO A2G. A2L. A2S  
Classe de exposição 5c: classificação ISO A3G. A3L. A3S

Nota: A máxima dimensão do inerte pode estar condicionada pelo recobrimento mínimo (ver, por exemplo, Eurocódigo 2), pela necessidade de se obter uma boa aderência.

Autoria: (nome da empresa autora) Adriano Lopes				Coordenação do projecto:		Pág. 3 de 6
Elaborado	Verificado	Data	Emissão	Controlado	Data	

(Cliente)	(nome do empreendimento)	
	CADERNO DE ENCARGOS CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS Materiais e Elementos de Construção	
	(Projecto geral; projecto de fundações; projecto de estruturas, etc..)	
	AGREGADOS PARA BETÃO	Código

#### 1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS AGREGADOS PARA BETÕES

Os agregados para betões devem obedecer aos requisitos presentes na especificação LNEC E 373 (ver Quadro 2).

Quadro 2 - Características e verificação da conformidade dos inertes

Característica		Documento normativo	Valor a satisfazer
Resistência mecânica (1) dos inertes grossos medida através de	- resistência à compressão ou	NP 1040	≥ 50 MPa
	- resistência ao esmagamento ou	NP 1039	≤ 45%
	- desgaste Los Angeles (2)	E 237	≤ 50%
	- desagregação pelo sulfato de sódio ou de magnésio	NP 1378	SO <sub>4</sub> Na: perdas peso < 10% SO <sub>4</sub> Mg: perdas peso < 15% ao fim de 5 ciclos de ensaio
Absorção de água (1) - massa volúmica	- de inertes grossos	NP 581	absorção ≤ 5,0%
	- de areias	NP 954	absorção ≤ 5,0%
Quantidades de partículas ou matérias prejudiciais	- de matéria orgânica	NP 85	não prejudicial
	- de partículas muito finas e matéria solúvel	NP 86	areia natural ≤ 3,0% areia britada ≤ 10,0% godo ≤ 2,0% brita ≤ 3,0%
	- de partículas de argila	E 196	≤ 2,0% de massa do ligante
	- de partículas friáveis	NP 1380	areia ≤ 1,0% godo ou brita ≤ 0,25%
	- de partículas moles	E 222	godo ou brita ≤ 5,0%
	- de partículas leves (1) (3)	NP 953	areias ≤ 0,5% godos ou britas ≤ 1,0%
Índice volumétrico		E 223	godo ≥ 0,12 brita ≥ 0,15
Reactividade potencial com os álcalis dos cimentos	Processo absorciométrico	E 159	Negativo
	Proc. da barra de argamassa	NP 1381	extensão ≤ 1,0 x 10 <sup>-3</sup> ao fim de 6 meses
	Análise petrográfica (4)	E 415	Negativo
Reactividade com os sulfatos (5)		E 251	provetes de argamassa: - ausência de fendilhamento - extensão < 0,5 x 10 <sup>-3</sup> provetes de rocha: - extensão ≤ 1,0 x 10 <sup>-3</sup> ao fim de 6 meses
Teor de cloretos	E 253	(6)	
Teor de sulfuretos	NP 2107	(7)	
Teor de sulfatos	NP 2106		
Teor de álcalis	NP 1382		
Análise granulométrica	NP 1379	(8)	
Baridade	NP 955	(9)	
Teor de água total	NP 956	(10)	
	NP 957		

Autoria: (nome da empresa autora) Adriano Lopes				Coordenação do projecto:		Pág. 4 de 6
Elaborado	Verificado	Data	Emissão	Controlado	Data	

(Cliente)	(nome do empreendimento)	
	CADERNO DE ENCARGOS CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS Materiais e Elementos de Construção	
	(Projecto geral; projecto de fundações; projecto de estruturas, etc..)	
	AGREGADOS PARA BETÃO	Código

Notas:

- (1) Os valores exigidos por esta característica não se aplicam aos inertes leves
- (2) O desgaste Los Angeles não é em princípio significativo para inertes calcários
- (3) Os ensaios de desagregação pelo sulfato de sódio ou de magnésio e de quantificação das partículas leves são exigidos quando o betão está sujeito a ambientes em que a temperatura pode atingir, com frequência, valores inferiores a  $-5^{\circ}\text{C}$  ou se pretendem obter betões de elevada resistência à penetração de cloretos
- (4) Na Especificação LNEC E 415 indicam-se os minerais e rochas com formas de sílica potencialmente reactivas ou fornecedoras de álcalis.
- (5) O ensaio de reactividade com os sulfatos é exigido quando os betões ficam em contacto com a água do mar ou com águas ou solos que contenham sulfatos com teores iguais ou superiores aos da água do mar e quando os inertes exibem feldspatos.
- (6) O teor de cloretos dos inertes deve ser somado ao teor de cloretos dos outros constituintes do betão de forma que o teor por massa de cimento seja inferior a 1%, 0,4% e 0,2% no caso do betão simples, armado e pré-esforçado, respectivamente.
- (7) O teor de sulfuretos, sulfatos e álcalis dos inertes deve ser somado aos correspondentes teores determinados nos outros componentes do betão (com excepção do cimento) e o valor final não deve exceder as seguintes percentagens referidas à massa do cimento e das adições:  
Devem ser evitados agregados que contenham grandes quantidades de variedades particulares de sílica susceptíveis ao ataque dos álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ ) provenientes do cimento ou doutras fontes.

Cimento	Sulfuretos (expresso em S)	Sulfatos (expresso em $\text{SO}_3$ )	Álcalis* (expresso em $\text{Na}_2\text{O}$ )
Tipo I	0,2	0,5	0,6
Tipo II	0,0	0,5	0,6
Tipo III	0,0	1,0	—
Tipo IV	0,2	2,0	—

\*Esta determinação será dispensável se os inertes satisfizerem as exigências do Quadro 2 no que respeita à reactividade potencial com os álcalis do cimento.

- (8) A classificação dos inertes em classe granulométricas é feita na Especificação LNEC E 355.
- (9) A baridade é usada para definir ou controlar a composição do betão.
- (10) o teor de água é usado para corrigir, quando necessário a água de amassadura.

### 1.5. ARMAZENAMENTO E RECEPÇÃO

Os agregados não devem conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afectar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras.

Os agregados podem ser britados ou de seixo angular. Serão rejeitados quando se apresentarem de forma lamelar.

Os agregados deverão ser sempre lavados, tendo especial cuidado no caso de se utilizar godo. A areia deverá ser ainda, cirandada, se a Fiscalização considerar necessário

O empreiteiro apresentará a aprovação da fiscalização o plano de obtenção dos inertes, respectivas lavagens e selecção, proveniência, transporte e armazenamento, a fim de se

Autoria: (nome da empresa autora) Adriano Lopes				Coordenação do projecto:		Pág. 5 de 6
Elaborado	Verificado	Data	Emissão	Controlado	Data	

(Cliente)	(nome do empreendimento)	
	CADERNO DE ENCARGOS CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS Materiais e Elementos de Construção	
	(Projecto geral; projecto de fundações; projecto de estruturas, etc..)	
	AGREGADOS PARA BETÃO	Código

verificar a garantia da sua produção e fornecimento com as características convenientes e constantes, nas quantidades e dimensões exigidas.

Os agregados para betão devem ser depositados em lotes distintos, definidos de acordo com a sua granulometria e proveniência. Não devem nunca ser misturados inadvertidamente. A segregação das diferentes fracções deve ser evitada (p. ex. depositando pequenos montes de inerte lado a lado).

O armazenamento deve ser reduzido ao mínimo indispensável, para se evitar alterações do material, exposto por longos períodos de tempo a más condições de armazenamento. Os lotes respectivos devem estar sobre betonilhas devidamente drenadas, para que sejam criadas as condições de armazenamento que possibilitem a uniformização do teor de água superficial dos inertes.

A Fiscalização, o Dono de Obra ou seu representante, podem a qualquer momento solicitar ensaios de recepção que terão de obedecer às exigências referidas neste documento

Autoria: (nome da empresa autora) Adriano Lopes				Coordenação do projecto:		Pág. 6 de 6
Elaborado	Verificado	Data	Emissão	Controlado	Data	