

CADERNO DE ENCARGOS DE CONTROLO DE QUALIDADE DE MATERIAIS



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, HABITAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE
Telefone: 21 475268/ 21 477763 – Fax: 475266 – labeng@lem.co.mz LEM – MAPUTO

NOTAS EXPLICATIVAS

O presente caderno de encargos de controlo de qualidade dos materiais a utilizar nas obras em Moçambique foi elaborado com o intuito de apoiar as Entidades Contratantes a implementar o estipulado no **artigo 167 do Decreto n.º 5/2016 de 8 de Março (Controlo da qualidade dos materiais)** do Regulamento de Contratação de Empreitada de Obras Públicas, Fornecimento de Bens e Prestação de Serviços ao Estado e no artigo 6 do **Decreto n.º 59/2006 de 26 de Dezembro** dos Estatuto Orgânico do Laboratório de Engenharia de Moçambique, daqui em diante designado por LEM, a saber:

“ARTIGO 6

Obrigatoriedade

1. A qualidade dos materiais de construção a aplicar em obras públicas e particulares **deve** ser certificada pelo LEM.
2. Os cadernos de encargos **devem** conter um dispositivo que obrigue à inclusão, nos projectos, cláusulas sobre o controlo de qualidade e de uma previsão financeira para o mesmo.
3. Os cadernos de encargos **devem** apresentar, na parte referente ao controlo de qualidade, o seguinte dispositivo: "A certificação de qualidade dos materiais de construção a aplicar deve ser feita pelo Laboratório de Engenharia de Moçambique - LEM", acompanhados da definição da certificação dos materiais.
4. Pela realização dos ensaios e pela certificação dos materiais de construção são devidas taxas a serem pagas pelos empreiteiros segundo o valor estipulado pelo LEM."

Neste contexto, todos os Mapas de Medições devem, na fase de concurso e de contrato, conter a seguinte nota:

“O preço unitário dos trabalhos inclui os ensaios exigidos legalmente e estipulados nas Especificações Técnicas, incluindo os ensaios dos materiais, por forma a assegurar que a certificação da qualidade dos materiais a aplicar seja feita pelo Laboratório de Engenharia de Moçambique, LEM”. Para orientação do Empreiteiro e da Fiscalização, o presente Caderno de Encargos de Controlo de Qualidade de Materiais define os processos necessários para a certificação dos materiais pelo LEM.”

CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

PARTE I - GENERALIDADES.....	1
1. PRESCRIÇÕES COMUNS A TODOS OS MATERIAIS	1
2. MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS	2
PARTE II - GEOTECNIA	2
3. ATERROS	2
3.1. Materiais para Aterros.....	2
3.2. Aterros para a Execução de Pavimentos.....	2
3.3. Aterros para Trabalhos de Assentamento de Canalizações e Obras Acessórias	3
3.4. Aterros das Escavações.....	4
3.5. Ensaaios.....	4
4. FUNDAÇÕES DIRECTAS.....	5
4.1. Definição	5
4.4. Execução	5
5. FUNDAÇÕES INDIRECTAS. ESTACAS MOLDADAS IN SITU	5
5.1. Definição	5
5.2. Disposições Gerais.....	6
5.3. Processo de Execução	6
5.4. Características do Betão	6
5.5. Cota de Fundação	7
5.6. Execução dos Trabalhos.....	7
5.7. Controlo de Execução e de Qualidade.....	8
5.8. Ensaaios.....	9
5.9. Tolerâncias	10
5.10. Registo de Execução	10
5.11. Saneamento da Cabeça da Estaca	10
6. FUNDAÇÕES INDIRECTAS. PEGÕES.....	11
6.1. Definições	11
6.2. Abertura de Poços.....	11
PARTE II - ESTRUTURAS	12
7. CIMENTOS E LIGANTES HIDRÁULICOS.....	12
8. INERTES	14
9. ÁGUA.....	16
10. ADJUVANTES PARA O BETÃO E ARGAMASSAS	17
11. BETÕES.....	18
11.1. Composição dos Betões.....	18

11.2.	Instalações de fabrico	19
11.3.	Execução da amassadura.....	19
11.4.	Betonagem e Desmoldagem	20
11.5.	Controlo das Características Mecânicas dos Betões	22
11.6.	Controlo das Características de Durabilidade do Betão.....	24
11.7.	Rejeição dos Betões	24
11.8.	Ensaaios de Carga	25
11.9.	Disposições Regulamentares	25
11.10.	Lista de Ensaaios.....	26
12.	ARGAMASSAS	27
12.1.	Fabrico de Argamassas.....	27
12.2.	Transporte e Depósito	28
12.3.	Condicionamentos de Aplicação	28
13.	AÇO PARA ARMADURAS DE BETÃO ARMADO.....	28
13.1.	Características	28
13.2.	Ensaaios de Recepção	29
13.3.	Transporte e Armazenamento das Armaduras.....	30
13.4.	Corte e Dobragem de Varões.....	30
13.5.	Emenda de Varões.....	30
13.6.	Montagem das Armaduras	31
13.7.	Armaduras Ordinárias Pré-fabricadas.....	31
13.8.	Colocação de Armaduras	31
13.9.	Verificação de Armaduras	32
13.10.	Lista de Ensaaios.....	32
14.	AÇO PARA ARMADURAS DE PRÉ-ESFORÇO	32
15.	BAINHAS E CALDAS PARA PRÉ-ESFORÇO.....	33
15.1.	Bainhas para Armaduras de Pré-Esforço	33
15.2.	Ancoragens de Pré-Esforço	34
15.3.	Caldas de Cimento para Injecção das Bainhas	34
15.4.	Lista de Ensaaios.....	35
16.	CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO E PRÉ-ESFORÇADO... 36	
16.1.	Condições Técnicas	36
16.2.	Nivelamento – Tolerâncias.....	36
17.	AÇOS PARA ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO METÁLICA	36
17.1.	Condições Gerais	36
17.2.	Condições de Execução	37
17.3.	Ligações.....	38

17.4.	Protecção de Estruturas Metálicas	39
17.5.	Ensaaios de Controlo de Estruturas Metálicas	40
18.	VIGAS METÁLICAS	41
18.1.	Condições Gerais	41
18.2.	Condições de Execução	41
19.	CHAPAS METÁLICAS	41
19.1.	Condições Gerais	41
19.2.	Condições de Execução	42
20.	MADEIRAS	42
20.1.	Características Gerais	42
20.2.	Estruturas.....	47
20.3	Tacos e parquet- mosaico.....	47
20.4	Soalho	47
20.5	Portas	47
20.6	Janelas	47
20.7	Guarnições	48
20.8	Folhas e contraplacados	48
20.9.	Características Particulares	48
21.	ALVENARIAS DE TIJOLO	48
21.1.	Características Gerais	48
21.2.	Recepção — Inspeções de Carácter Geral e Outras	48
21.3.	Colheita de Amostras.....	49
21.4.	Execução	49
21.5.	Particularidades	51
22.	ALVENARIAS DE BLOCOS DE CIMENTO	51
22.1.	Características Gerais	51
22.2.	Recepção — Inspeções de Carácter Geral e Outras	51
22.3.	Colheita de Amostras.....	51
22.4.	Execução	52

PARTE I - GENERALIDADES¹

1. PRESCRIÇÕES COMUNS A TODOS OS MATERIAIS¹

2. MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS²

PARTE II - GEOTECNIA²

3. ATERROS²

3.1. Materiais para Aterros²

- 3.2. Aterros para a Execução de PavimentoS2
- 3.3. Aterros para Trabalhos de Assentamento de Canalizações e Obras Acessórias3
- 3.4. Aterros das Escavações4
- 3.5. Ensaio4
- 4. FUNDAÇÕES DIRECTAS5
 - 4.1. Definição5
 - 4.2. Condições Gerais5
 - 4.3. Execução5
- 5. FUNDAÇÕES INDIRECTAS. ESTACAS MOLDADAS IN SITU5
 - 5.1. Definição5
 - 5.2. Disposições Gerais6
 - 5.3. Processo de Execução6
 - 5.4. Características do Betão6
 - 5.5. Cota de Fundação7
 - 5.6. Execução dos Trabalhos7
 - 5.7. Controlo de Execução e de Qualidade8
 - 5.8. ENSAIOS9
 - 5.9. TOLERÂNCIAS10
 - 5.10. Registo de Execução10
 - 5.11. Saneamento da Cabeça da Estaca10
- 6. FUNDAÇÕES INDIRECTAS. PEGÕES11
 - 6.1. Definições11
 - 6.2. Abertura de Poços11
- PARTE II - ESTRUTURAS12
- 7. CIMENTOS E LIGANTES HIDRÁULICOS12
- 8. INERTES14
- 9. ÁGUA16
- 10. ADJUVANTES PARA O BETÃO E ARGAMASSAS17
- 11. BETÕES18
 - 11.1. Composição dos Betões18
 - 11.2. Instalações de fabrico19
 - 11.3. Execução da amassadura19
 - 11.4. Betonagem e Desmoldagem20
 - 11.5. Controlo das Características Mecânicas dos Betões22

- 11.6. Controlo das Características de Durabilidade do Betão24
- 11.7. Rejeição dos Betões24
- 11.8. Ensaio de Carga25
- 11.9. Disposições Regulamentares25
- 11.10. Lista de Ensaio26
- 12. ARGAMASSAS27
 - 12.1. Fabrico de Argamassas27
 - 12.2. Transporte e Depósito28
 - 12.3. Condicionamentos de Aplicação28
- 13. AÇO PARA ARMADURAS DE BETÃO ARMADO28
 - 13.1. Características28
 - 13.2. Ensaio de Recepção29
 - 13.3. Transporte e Armazenamento das Armaduras30
 - 13.4. Corte e Dobragem de Varões30
 - 13.5. Emenda de Varões30
 - 13.6. Montagem das Armaduras31
 - 13.7. Armaduras Ordinárias Pré-fabricadas31
 - 13.8. Colocação de Armaduras31
 - 13.9. Verificação de Armaduras32
 - 13.10. Lista de Ensaio32
- 14. AÇO PARA ARMADURAS DE PRÉ-ESFORÇO32
- 15. BAINHAS E CALDAS PARA PRÉ-ESFORÇO33
 - 15.1. Bainhas para Armaduras de Pré-Esforço33
 - 15.2. Ancoragens de Pré-Esforço34
 - 15.3. Caldas de Cimento para Injecção das Bainhas34
 - 15.4. Lista de Ensaio35
- 16. CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO E PRÉ-ESFORÇADO36
 - 16.1. Condições Técnicas36
 - 16.2. Nivelamento – Tolerâncias36
- 17. AÇOS PARA ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO METÁLICA36
 - 17.1. Condições Gerais36
 - 17.2. Condições de Execução37
 - 17.3. Ligações38
 - 17.4. Protecção de Estruturas Metálicas39

17.5.	Ensaio de Controlo de Estruturas Metálicas	40
18.	VIGAS METÁLICAS	41
18.1.	Condições Gerais	41
18.2.	Condições de Execução	41
19.	CHAPAS METÁLICAS	41
19.1.	Condições Gerais	41
19.2.	Condições de Execução	42
20.	MADEIRAS	42
20.1.	Características Gerais	42
20.2.	Estruturas	47
20.3.	Tacos e parquet- mosaico	47
20.4.	Soalho	47
20.5.	Portas	47
20.6.	Janelas	47
20.7.	Guarnições	48
20.8.	Folhas e contraplacados	48
20.9.	Características Particulares	48
21.	ALVENARIAS DE TIJOLO	48
21.1.	Características Gerais	48
21.2.	Recepção — Inspeções de Carácter Geral e Outras	48
21.3.	Colheita de Amostras	49
21.4.	Execução	49
21.5.	Particularidades	51
22.	ALVENARIAS DE BLOCOS DE CIMENTO	51
22.1.	Características Gerais	51
22.2.	Recepção — Inspeções de Carácter Geral e Outras	51
22.3.	Colheita de Amostras	51
22.4.	Execução	52

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Ensaio de Aterros 4

Tabela 2 – Ensaio de Estacas 10

Tabela 3 – Ensaio de Pegões 11

Tabela 4 – Cimento. Ensaio de Recepção 13

Tabela 5 – Cimentos. Análise Completa	13
Tabela 6 – Cimentos e Ligantes Hidráulicos. Ensaios.	14
Tabela 7 – Inertes: Areia e Pedra. Lista de Ensaios	16
Tabela 8 – Água para Construção. Lista de Ensaios	17
Tabela 9- Betões. Lista de Ensaios	26
Tabela 10 – Elementos de Betão e de Betão Armado. Lista de Ensaios	27
Tabela 11 – Argamassas. Lista de Ensaios	28
Tabela 12 – Aço para Construção. Lista de Ensaios	32
Tabela 13 – Aço para Armaduras de Pré-esforço. Lista de Ensaios	33
Tabela 14 – Aço para Armaduras de Pré-esforço. Lista de Ensaios	35
Tabela 15 – Tijolos. Lista de Ensaios	49
Tabela 16 – Blocos de Cimento. Lista de Ensaios,	52

CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

PARTE I - GENERALIDADES

1. PRESCRIÇÕES COMUNS A TODOS OS MATERIAIS

- 1.1 Todos os materiais a empregar devem ser da melhor qualidade obedecendo às disposições dos elementos de projecto aprovados pelo Dono de Obra, os quais referirão a qualidade do material, o tipo, padrão e as características próprias. Devem ser acompanhados de certificados de origem e obedecer ainda a:
- a) Sendo nacionais, às Normas Moçambicanas, Documentos de Homologação de Laboratórios Oficiais, Regulamentos em vigor e Especificações deste Caderno de Encargos.
 - a) Sendo estrangeiros, às Normas e Regulamentos em vigor no país de origem, caso não haja normas nacionais aplicáveis.
- 1.2 Todos os materiais devem ser submetidos à aprovação da Fiscalização. Para esse fim, o Empreiteiro deverá apresentar com a necessária antecedência amostras de todos os materiais que se propõe utilizar. Estas amostras depois de aprovadas, serão mantidas no estaleiro confiadas à guarda da Fiscalização e servirão de padrão.
- 1.3 Quando, eventualmente, haja discordância entre as disposições deste Caderno de Encargos e as indicações inequívocas do Projecto de Execução, deverá o Empreiteiro seguir estas últimas indicações.
- 1.4 Se verificarem omissões de definições de elementos de qualquer parte da obra, deverá o Empreiteiro esclarecer-se devidamente junto da Fiscalização. Este esclarecimento deverá ser pedido e fornecido por escrito, ficando, em devido tempo, esclarecido que o Dono da Obra não se considerará obrigado ao pagamento de quaisquer “trabalhos a mais” em consequência da reclamação do Empreiteiro por incompleta e/ou equívoca definição de todos ou alguns elementos da obra.
- 1.5 Serão da responsabilidade do Empreiteiro os encargos resultantes das operações de carga, descarga e transporte de materiais fornecidos até aos locais de armazenagem ou de aplicação se forem de utilização imediata.
- 1.6 Quando da recepção de cada lote, deverá ser elaborado pelo Empreiteiro um boletim de recepção, no qual deverão constar os seguintes elementos:
- a) Identificação da obra;
 - b) Designação do material ou do elemento;
 - c) Número do lote;
 - d) Proveniência;
 - e) Data de entrada na obra;
 - f) Decisão de recepção, Visto da Fiscalização.
- 1.7 Ao boletim de recepção deverão ser anexos o certificado de origem, a guia de remessa e boletins de ensaio. O boletim de recepção e anexos deverão ser integrados no livro de registo de obra.

- 1.8 O Empreiteiro, quando autorizado pela Fiscalização, poderá aplicar materiais diferentes dos previstos, se a solidez, estabilidade, aspecto, duração e conservação da obra não forem prejudicados e se não houver alteração adicional ao preço. O facto de a Fiscalização permitir o emprego de qualquer material não isenta o Empreiteiro de responsabilidade sobre o seu comportamento.

2. MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS

- 2.1 As características dos materiais não especificados no projecto de execução serão propostas pelo Empreiteiro à Fiscalização, apresentando catálogos, amostras e realizando os ensaios que lhe sejam solicitados. A Fiscalização reserva-se o direito de não os aprovar se entender que não possuem condições de resistência, durabilidade e adaptabilidade aos fins a que se destinam.
- 2.2 Em qualquer caso deve garantir-se que esses materiais sejam homologados pelo LEM, quando se trate de materiais não tradicionais ou quando sejam materiais tradicionais o seu fornecimento à obra deve ser acompanhado do respectivo certificado de fabrico e garantia. Esses factos não dispensam a execução das necessárias tarefas de recepção na obra, destinada a aceitar ou rejeitar esses materiais.

PARTE II - GEOTECNIA

3. ATERROS

3.1. Materiais para Aterros

- 3.1.1 Os materiais para aterro, serão os materiais provenientes das camarás de empréstimo, desde que satisfaçam as seguintes condições: sejam granulares de melhor qualidade, isentos da matéria orgânica, com percentagem máxima de 10% do peneiro #200 (ASTM) ou correspondente, e que contenha pelo menos 20% de seixo de diâmetro compreendido entre 2 mm e 60 mm. Os aterros serão executados com materiais provenientes das camarás de empréstimo, desde que obedeçam às especificações inscritas no caderno de encargo.
- 3.1.2 Os materiais para aterros poderão ser constituídos por detritos provenientes da lavra das pedreiras, desde que não contenham mais de 30% (trinta por cento) de argila e deverão ser isentos de materiais estranhos. O Empreiteiro poderá propor outro material de melhor qualidade, que terá ser aprovada da Fiscalização.
- 3.1.3 O controlo da qualidade dos materiais para aterro e fins diversos será executados através de ensaios de identificação e caracterização a ser realizado no Laboratório de Engenharia de Moçambique ou num outro laboratório.
- 3.1.4 A aceitação e o controlo exercido pela Fiscalização sobre os materiais propostos pelo Empreiteiro, não reduzem a sua responsabilidade de executar os trabalhos com o grau de qualidade exigido no projecto, bem como de respeitar as características físico-mecânicas indicadas no projecto.

3.2. Aterros para a Execução de Pavimentos

- 3.2.1 De modo geral, os aterros serão cuidadosamente executados de modo a se evitar as deformações, devendo o material a utilizar nos aterros estar livre da matéria orgânica.

- 3.2.2 Os trabalhos só serão iniciados depois da aprovação prévia da Fiscalização. Serão estudados em especial os problemas de drenagem que possam surgir e só depois de estes estarem convenientemente resolvidos, se executará o aterro.
- 3.2.3 Sempre que não existirem materiais provenientes das camaras de empréstimo em quantidade suficientes para a execução dos aterros, o Empreiteiro recorrerá ao emprego de outros materiais granulares, que melhor satisfazem as condições exigidas no projecto.
- 3.2.4 Se houver que construir aterros com menos de 0,30 m de espessura sobre o terreno natural ou terraplenagem já existente, a respectiva plataforma deve ser escarificada, regularizada e recompactada até à baridade relativa especificada.
- 3.2.5 Na preparação da base em que assentam os aterros deve-se ter em atenção que, sempre que existam declives superiores a 1:5, deve-se escarificar a superfície ou dispô-la em degraus de forma a assegurar a ligação ao material de aterro. A compactação relativa de solos nos aterros, referida ao ensaio modificado, deve ser, pelo menos, de 90% nas camadas inferiores e de 95% nas camadas superiores numa espessura de 60 cm. No caso de terrenos incoerentes, os valores anteriores devem ser aumentados para 95% e 100%, respectivamente.
- 3.2.6 Os aterros deverão ser executados com equipamento adequado e previsto no projecto. O teor em água de compactação deverá ser óptimo, obtido no ensaio de compactação ($\pm 2\%$). O CBR de aterro nunca poderá ser inferior a 4%. Não será permitida a execução dos aterros em que se verifiquem teores de humidade inadequados ou incompatíveis com as possibilidades de compactação pelo equipamento em serviço.
- 3.2.7 Na colocação dos solos de aterro deve-se ter em atenção que, na parte inferior, devem ficar os de pior qualidade, melhorando sucessivamente até que na parte superior se empreguem aqueles que tenham melhores características.
- 3.2.8 Designadamente, nos troços em que não seja considerada sub-base, os 60 cm finais, no mínimo serão constituídos pelos melhores solos ou materiais das escavações limítrofes ou vizinhas. Deverão ainda ser feitos todos os trabalhos de terraplenagem nas zonas de transição de escavação para aterro de forma a ser garantida uniformidade na capacidade de suporte.
- 3.2.9 Os aterros têm sempre de ser construídos de forma a darem perfeito escoamento às águas, de acordo com a modelação do terreno indicado nos desenhos do projecto.
- 3.2.10 Concluídos os trabalhos de aterro, a Fiscalização executará, em colaboração com o Empreiteiro, a verificação final de que foram atingidas as cotas previstas no projecto.

3.3. Aterros para Trabalhos de Assentamento de Canalizações e Obras Acessórias

- 3.3.1 Os aterros deverão ser realizados com materiais de camaras de empréstimo seleccionados para o benefício da qualidade de construção da vala.
- 3.3.2 Os aterros não podem efectuar-se sobre terreno enlameado, gelado ou coberto de geada ou ainda sobre vegetações de qualquer tipo.
- 3.3.3 O Empreiteiro só deverá dar início aos trabalhos de aterro depois da Fiscalização ter procedido à vistoria e aprovação dos trabalhos que irão ficar cobertos pelos aterros.
- 3.3.4 As camadas de aterro deverão ser regadas, quando necessário, de modo a ficarem com o teor de humidade adequado à obtenção da compactação relativa especificada no projecto.
- 3.3.5 A compactação relativa dos aterros será a indicada no projecto ou no caderno de encargo. Na falta desta indicação, a compactação será efectuada energeticamente, por meios mecânicos ou manuais, para que posteriormente não se venham a produzir assentamentos que possam provocar danos em pavimentos, canalizações ou outros trabalhos.
- 3.3.6 Os materiais a empregar nos aterros não devem conter pedras, detritos orgânicos, terras vegetais, entulhos heterogêneos, lodos, turfas, ou terras de elevada compressibilidade.

3.3.7 A espessura das camadas de aterro, antes da compactação, será de 20 cm, salvo disposição em contrário do projecto.

3.4. Aterros das Escavações

3.4.1 Uma vez betonadas as fundações e executados os paramentos em elevação até uma altura suficiente, os volumes de escavação, não preenchidos com betão, serão aterrados.

3.4.2 No aterro de volumes muito pequenos e adjacentes a peças da estrutura, admite-se excepcionalmente que seja realizado por meios não mecânicos mas igualmente eficientes.

3.4.3 As terras de aterro deverão ser expurgadas de pedras com dimensões superiores a 10 cm e de matérias orgânicas.

3.4.4 A espessura máxima das camadas elementares de aterro, obtidas após a compactação, não deverá exceder 20 cm.

3.4.5 Os aterros serão compactados a uma densidade seca igual a 95% do Proctor normal.

3.5. Ensaaios

3.5.1 Os ensaios a realizar são os indicados na seguinte tabela:

ITEM	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
Ensaaios de campo		
1	Ensaio de carga em placa	ASTM D1194
2	Sondagem ligeira do tipo trado manual	ASTM 420, D1452
Sondagens mecânicas em solos areno argilo-siltosos		
3	Sondagem á percussão	BS5930:
Sondagens mecânicas em solos compactos, argilas duras, areias grossas		
4	Ensaaios de penetração dinâmica “SPT-Terzaghi	“BS 1377-9::1999(3.3).ASTM D1586
5	Ensaaios de penetração estática (CPT) com cone penetrómetro holandês	BS1377-9
6	Ensaaios de penetração dinâmica (DPL	BS 1377:9 DIN4094 (16-T0013)
7	Ensaaios de permeabilidade “in –situ’	Earth Manual (Designation E-19)
8	Poços	LNEC E219
Ensaaios laboratoriais		
9	Teor de humidade	BS6576: NP-84
10	Análise granulométrica por peneiração	BS1377:2; LNEC E239
11	Análise granulométrica por sedimentação	ASTM D422; LNEC E 196
12	Limites de consistência	ASTM D4318; BS 1377-2 NP-143
13	Corte por translação	ASTM D3080=90; BS1377
14	Corte triaxial com medição de pressões neutras	ASTM D4767
15	Corte triaxial com medição de pressões neutras	ASTM D4767
16	Ensaio de consolidação (Edométrico)	ISO/TS17892-5
17	Densidade real das partículas	NP-83

Tabela 1 – Ensaaios de Aterros

4. FUNDAÇÕES DIRECTAS

4.1. Definição

4.2. Fundações directas são aquelas em que a profundidade do plano em contacto com o terreno é menor ou igual que a sua menor dimensão $D_f \leq B$

4.3. Condições Gerais

4.2.1 No caso da existência de um lençol freático, marés, entre outros, as fundações superficiais devem ser efectuadas a uma profundidade tal que a sua parte inferior fique fora da zona de variações desse nível freático.

4.2.2 A realização das fundações da estrutura será precedida pela entrega de um plano pormenorizado da sua execução, a submeter à aprovação da Fiscalização.

4.2.3 A implantação das fundações obedecerá aos elementos do projecto de execução, sendo da responsabilidade do Empreiteiro a sua execução.

4.2.4 Qualquer modificação que seja necessário introduzir no projecto, ou quaisquer trabalhos a mais que se tenham de efectuar, devido a defeituosa implantação, serão executados unicamente a expensas do Empreiteiro.

4.4. Execução

4.3.1 As sapatas serão executadas observando-se as disposições e recomendações constantes no projecto de execução.

4.3.2 O Empreiteiro deverá verificar se as tensões admitidas pelo projectista de Fundações e Estrutura para o terreno de fundação correspondem às admissíveis para os terrenos ocorrentes.

4.3.3 Devem ser tomadas todas as precauções no sentido de evitar o remeximento ou decomposição do terreno em que se apoiam as estruturas. Para tal, e sempre que as características do solo o aconselham, procurar-se-á reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre a escavação e a betonagem de preenchimento de volumes escavados.

4.3.4 Não será permitida qualquer betonagem, quer de betão de regularização ou selagem, quer de betão estrutural, sem que previamente a Fiscalização tenha inspeccionado os caboucos, e sem a sua autorização expressa.

4.3.5 As sapatas deverão ser betonadas contra as paredes laterais dos caboucos, pelo menos em 2/3 da sua altura, devendo as armaduras dos elementos estruturais que nelas se apoiam ficar embebidas na sua massa. Se em planta tiverem dimensões superiores às indicadas nos desenhos de construção, o volume escavado a mais e o betão para o preencher constituirão encargo do Empreiteiro.

4.3.6 A betonagem das sapatas será contínua, evitando-se a ocorrência de interrupções, que a existirem deverão ter a autorização expressa da Fiscalização.

4.3.7 Todo o betão será vibrado com vibradores de massa, tendo-se o cuidado de os não encostar às armaduras para que a vibração se não transmita ao betão que já iniciou o processo de presa.

5. FUNDAÇÕES INDIRECTAS. ESTACAS MOLDADAS IN SITU

5.1. Definição

5.1.1 Nestas especificações definem-se as condições técnicas a satisfazer na execução das estacas moldadas com extracção do terreno e construídas ao abrigo de tubo molde perdido.

5.1.2 Serão submetidos à aprovação da Fiscalização o tipo, as características e o modo de execução das estacas moldadas a construir e indicadas as características do equipamento a utilizar, bem

como a descrição pormenorizada das diferentes fases de execução e eventuais desenhos de definição e de pormenorização relativos às eventuais armaduras e dispositivos de centragem (espaçadores), armaduras de rigidez e armaduras para o transporte e elevação, que complementem os desenhos gerais apresentados no projecto.

5.2. Disposições Gerais

5.2.1 Em tudo o que estiver omissos nas presentes especificações deverão ser respeitados os regulamentos e as normas oficiais em vigor, incluindo as relacionadas com a execução de estruturas de betão armado, nomeadamente os regulamentos seguintes:

- Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (Dec. Lei 235/83, de 31 de Maio);
- NP ENV206 - Betão. Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade (Dec. Lei 330/95, de 14 de Dezembro);
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (Dec. Lei 349-C/83, de 30 de Julho).

5.2.2 Não existindo regulamentação nacional específica sobre a construção de estacas moldadas, deverão ser considerados os regulamentos e normas estrangeiras da especialidade, nos domínios em que forem aplicáveis, nomeadamente os seguintes:

- Document Technique Unifié nº 13.2 Foundations Profondes. Cap. 4.3: Foré Boue;
- Eurocode nº 7 - Geotechnical Design - CEN 1994;
- Execution of Special Geotechnical Work: Bored piles - CEN/TC288/WG3/N172E, Pr ENV1536, Dec. 1995.

5.2.3 O betão e as armaduras deverão ainda satisfazer, sempre que aplicáveis, as especificações relativas a estes materiais.

5.3. Processo de Execução

5.3.1 O processo de execução de estacas consiste no seguinte:

- Cravação de tubo moldador, não obturado na ponta, com escavação do terreno no seu interior à medida do avanço do processo, desde a superfície do terreno até às cotas de fundação definidas no projecto;
- Limpeza do fundo do furo;
- Betonagem no interior da coluna moldadora com coluna de betonagem, utilizando betões de consistência fluida, até à cota especificada em projecto.

5.4. Características do Betão

5.4.1 O betão a empregar será do tipo especificado em projecto.

5.4.2 A granulometria, a dosagem e a fluidez do betão deverão ser convenientemente estudadas, de forma a garantir que a betonagem se possa fazer nas melhores condições.

5.4.3 O estudo da composição do betão a utilizar, com a definição das características e dosagem dos materiais constituintes, será efectuada por forma a garantir o tipo, classe e qualidade do betão especificados no projecto.

5.4.4 É recomendado que:

- Betão seja rico em inertes finos, não devendo o diâmetro máximo dos mesmos ser superior a 1/4 do diâmetro interior da coluna de betonagem, com um máximo de 30 mm;
- A quantidade de sais, expressa em iões, presente no agregado e na água seja tal que o teor global no betão fique inferior a 0,2%;
- A água a utilizar deverá ser limpa, não contendo ácidos nem quaisquer impurezas;

- A relação água-cimento não deverá exceder 0,55;
- O cimento a utilizar no fabrico do betão será o cimento Portland normal. O tipo de cimento a utilizar no betão deve ter em conta a agressividade do solo e da água subterrânea;
- O betão será fabricado exclusivamente por meios mecânicos;
- Os resultados do ensaio de slump do betão deverão situar-se entre 140 e 180 mm;
- A aplicação de qualquer aditivo ao betão será proposta à aprovação prévia da Fiscalização.

5.5. Cota de Fundação

- 5.5.1 As estacas deverão penetrar pelo menos 8 m nas formações do substrato resistente. Os comprimentos das estacas indicadas no projecto são aproximados e deverão ser confirmados em obra em função da técnica construtiva que vier a ser utilizada e das condições geotécnicas do local de cada estaca.
- 5.5.2 Estarão disponíveis no estaleiro os meios adequados ao terreno a perfurar para se conseguirem as penetrações necessárias.
- 5.5.3 A cota de fundação de cada estaca terá, assim, de ser ajustada no decorrer dos trabalhos sempre devidamente sancionada pela Fiscalização, e terá em conta as características do terreno extraído ao atingir o nível previsto para a base da estaca.

5.6. Execução dos Trabalhos

Furação e Extracção do Terreno

- 5.6.1 As operações de furação através da introdução de tubo molde e a extracção do terreno deverão ser executadas numa sequência tal que não se originem efeitos detrimenais nas estacas já executadas, nem nas obras vizinhas, e conduzidas de forma a originar o mínimo de perturbação das características dos solos envolventes das estacas.
- 5.6.2 Os perfis que constituem os tubos moldes serão previamente preparados no estaleiro, de acordo com o prescrito no Regulamento e Estruturas de Aço para Edifícios, e com as secções de aço e disposições construtivas que deverão ser submetidas pelo Empreiteiro à aprovação da Fiscalização.
- 5.6.3 Durante a extracção do terreno deve ter-se em atenção a existência do nível freático, pelo que o nível de água no furo se deve situar sempre acima do nível freático após a estabilização.
- 5.6.4 Durante a escavação serão recolhidas amostras das diferentes formações atravessadas. Nos últimos 5 m, essa recolha será sistemática com afastamento de 1 m. Estas amostras serão classificadas, etiquetadas e conservadas por forma a garantirem a interpretação das condições geológicas tendo em conta todas as informações já disponíveis.

Limpeza do Fundo

- 5.6.5 Imediatamente antes do início da betonagem deverá proceder-se à limpeza do fundo da escavação para eliminar completamente a totalidade dos produtos da escavação, situados não somente no fundo do furo como também na superfície lateral, por forma a se obter um contacto de excelente qualidade não só entre o betão e o terreno na ponta da estaca, como também entre o betão e o tubo molde perdido.

Colocação do Betão

- 5.6.6 A betonagem deverá ser adequada ao processo de execução adoptado. A betonagem deverá ser feita com o recurso a coluna de betonagem, por forma a que a colocação do betão seja contínua e executada com o maior cuidado, a fim de evitar o rompimento da coluna de betão.

- 5.6.7 A coluna de betonagem deverá ficar mergulhada no betão no mínimo 2 m e no máximo 3 m. Deverá ser evitado o movimento de vaivém vertical da coluna de betonagem de forma a reduzir ao mínimo a fluidificação do betão.
- 5.6.8 A colocação do betão em obra deverá ser efectuada de modo a evitar a segregação, e em condições de temperatura e humidade que permitam que a presa e o endurecimento do betão se realizem normalmente. Em particular deverão ser observadas as seguintes regras:
- Só se deve proceder à colocação do betão depois de se ter assegurado que o tubo molde não ficou danificado pelo processo de cravação, e que também não tem, no seu interior, incrustações de betão ou outros elementos que, durante o processo de recuperação da coluna, aquando da betonagem, ponham em causa a boa execução da estaca;
 - A colocação do betão deve processar-se de forma contínua em cada estaca;
 - O intervalo entre o tempo de amassadura e a colocação do betão será o menor possível, não devendo em caso algum exceder uma hora em condições normais de temperatura e ambiente;
 - O intervalo de tempo entre o início da betonagem de uma mesma estaca e a sua conclusão não deverá exceder 1 hora.
- 5.6.9 A coluna de betonagem deverá apoiar no fundo da escavação por forma a evitar o deslavo do betão colocado no início da betonagem. Para tal, a coluna de betonagem deverá ser munida na extremidade inferior de ranhuras que permitam a saída de água da coluna. Por outro lado, antes de iniciar a colocação do betão deverá ser colocado previamente na coluna de betonagem um rolhão por forma a travar a descida do betão.
- 5.6.10 A escovagem da coluna é necessária em todas as furações que contenham água ou lama; esta operação permite expulsar a água ou a lama na coluna de betonagem sem deslavar o betão.
- 5.6.11 Actualmente, as operações que se consideram mais satisfatórias para início da betonagem com coluna são as que se descrevem seguidamente.
- 5.6.12 A coluna de betonagem é encimada por um funil cuja capacidade deve ser superior ao volume interior da coluna propriamente dita. Coloca-se uma pá (ou outra ferramenta semelhante) na base do funil de modo a fechá-lo. Deposita-se aí uma pasta de cimento puro ou de betão rijo (eventualmente envolvido num pequeno papel). Enche-se o funil de betão e somente quando se está pronto a prosseguir rapidamente a alimentação de betão (dumper cheio ou camião - betoneira no local), se retira o elemento de obstrução da base do funil.
- 5.6.13 Deve utilizar-se um tubo de respiração colocado contra o bordo interior do funil, evitando-se assim a prisão do ar no interior da estaca.
- 5.6.14 A descarga obtida pela queda rápida do betão permite acabar a limpeza do fundo da escavação e obter melhor contacto do betão com o terreno local, necessário para a mobilização da resistência de ponta.
- 5.6.15 No conjunto, as operações descritas, se forem bem executadas, facilitam melhor o escoamento do betão ao longo da coluna e frequentemente permitem diminuir as operações de encurtamento da coluna de betonagem.
- 5.6.16 A coluna de betonagem deve estar limpa antes de descida no furo. O ideal será colocá-la, durante a sua não utilização, sobre um estrado ou cavalete de madeira.
- 5.6.17 Na parte superior, a coluna deve ser constituída por troços curtos.
- 5.6.18 A coluna de betonagem deve ser lavada ao fim de cada betonagem.

5.7. Controlo de Execução e de Qualidade

- 5.7.1 O controlo de execução incidirá fundamentalmente sobre o alinhamento, a verticalidade das estacas, as propriedades do betão e as condições de colocação do betão.

- 5.7.2 A qualidade do betão deverá ser periodicamente controlada por ensaios a realizar. Para ensaios de resistência será extraído no mínimo um cubo por cada 10 m³ de betão.

5.8. Ensaios

- 5.8.1 Ensaios de Carga: ao efectuar os ensaios de carga, seguir-se-ão as instruções do caderno de encargo, que deverá indicar o número e a forma de as realizar, tanto nas estacas de ensaio, como nas estacas de trabalho.
- 5.8.2 Como do ensaio de carga resultará a rotura ou assentamento da estaca, esta não poderá ser construída na mesma zona das fundações, mas sim nas suas proximidades, devendo observar-se as mesmas condições no que se refere às características do solo e à profundidade das estacas definitivas.
- 5.8.3 Em obras de grande envergadura, deverão efectuar-se, dentro do possível, dois ensaios de carga sobre as estacas de ensaio. Neste caso, a distância entre as estacas ensaiadas não deve ser inferior a três metros (3 m). Durante o tempo que durarem os ensaios de carga, não poderá haver qualquer espécie de trepidação, nem as produzidas pelo trânsito, maquinaria ou trabalhos de cravação. Não deverá ser realizado mais do que um ensaio de cada vez.
- 5.8.4 No teste, deverá ter-se a máxima atenção de garantir que a sobrecarga é aplicada segundo o eixo da estaca e que não oscila durante a cravação por forma a evitar inclinações.
- 5.8.5 Os testes de carga e a análise dos respectivos resultados serão efectuados segundo a norma DIN 1054. Os custos relativos às estacas de teste e aos testes realizados com ambos os tipos de estacas consideram-se incluídos nos gastos com ensaios.
- 5.8.6 No caso de, por negligência do Empreiteiro, os testes de carga com estacas de trabalho não terem sido correctamente realizados, a Fiscalização poderá ordenar a execução de três testes de carga suplementares por cada estaca defeituosa que tenha sido detectada, testes esses em que a carga não ultrapassará 130% da carga de trabalho.
- 5.8.7 Ensaios Sónicos: o ensaio consiste na aplicação de uma onda sónica provocada pela pancada de um martelo na cabeça da estaca, e no registo da sua resposta por meio de um acelerómetro, também colocado na cabeça da estaca.
- 5.8.8 A onda provocada na cabeça duma estaca sem descontinuidades, é captada depois de reflectida no pé da mesma, ao fim do tempo $T = 2xL / c$, sendo L o comprimento da estaca e c a velocidade de propagação da onda sónica no betão. Caso exista uma descontinuidade ao pé da cabeça da estaca, provocará uma reflexão antes da reflexão correspondente ao pé da estaca. Conhecido o tempo de propagação T' , a localização da descontinuidade é obtida directamente da expressão $L' = cxT'/2$.
- 5.8.9 No caso da onda reflectida ser captada com a mesma polaridade da onda incidente, existe uma diminuição de rigidez do meio, que poderá ser devida a uma diminuição acentuada de diâmetro, fractura, má qualidade do material, etc. No caso da onda reflectida ser captada com polaridade inversa da onda incidente, poder-se-á estar na presença de uma grande rigidez na ponta da estaca, num aumento acentuado de diâmetro, etc.
- 5.8.10 Os registos obtidos serão processados e analisados de forma a acentuar eventuais descontinuidades no corpo das estacas. Os resultados devem ser apresentados sob forma gráfica com as respectivas conclusões. Os registos serão apresentados e seleccionados depois de vários ensaios realizados sobre a mesma estaca.
- 5.8.11 Os ensaios a realizar são os indicados na seguinte tabela:

ITEM	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Ensaio Sónico	ASTM D5882-16 AFNOR P160-2,4
2	Ensaio Cross-Hole	ASTM D6760-16 AFNOR NF P94-160-1

Tabela 2 – Ensaios de Estacas

5.9. Tolerâncias

5.9.1 Serão admitidas as seguintes tolerâncias:

- de implantação:
 - alinhamento dos eixos - 30 mm em 4 m
 - máximo deslocamento do centro da estaca em qualquer direcção - 75 mm
- de irregularidades na espessura - 30 mm
- em relação à verticalidade - 1 em 75 mm

5.9.2 As consequências resultantes de desvios superiores aos indicados são de inteira responsabilidade do Empreiteiro competindo-lhe propor as soluções para as corrigir que deverão ser devidamente apreciadas pela Fiscalização.

5.10. Registo de Execução

5.10.1 Para cada estaca deve ser preenchida uma ficha de execução em moldes a acordar com a Fiscalização, mas que deverá incluir:

- número da estaca;
- data da colocação do tubo molde;
- data da escavação (horas de início e fim);
- data da betonagem (horas de início e fim);
- volume de betão utilizado em função da cota de betonagem com observações afastadas no máximo de 2 m;
- cotas da base e do topo da estaca;
- penetração do tubo molde em função do número de pancadas;
- cubos de betão recolhidos para ensaios de resistência, correspondente cota do betão e respectivos resultados;
- pormenores especiais de execução, incluindo obstruções durante a cravação do tubo molde, tempos de paragem e particularmente de execução da betonagem;
- resultados dos ensaios de "slump".

5.10.2 As fichas de execução deverão ser verificadas e assinadas pela Fiscalização logo após a conclusão de cada estaca.

5.11. Saneamento da Cabeça da Estaca

5.11.1 O volume de betão acima da cota do topo da estaca será demolido e as armaduras limpas para ligação à sapata.

5.11.2 A demolição do betão deverá ser executada com equipamento que não danifique o betão e as armaduras.

6. FUNDAÇÕES INDIRECTAS. PEGÕES

6.1. Definições

- 6.1.1 Designa-se por pegão um elemento de fundação indirecta com elevada secção transversal, circular ou quadrada, nunca inferior a 1 m². Nestas especificações definem-se as condições técnicas a satisfazer na execução de pegões.
- 6.1.2 Será submetida à aprovação da Fiscalização o modo de execução dos pegões a construir e indicadas as características do equipamento a utilizar, bem como a descrição pormenorizada das diferentes fases de execução e eventuais desenhos de definição e de pormenorização relativos a peças pré-fabricadas e dispositivos construtivos, dependendo da técnica de execução escolhida.

6.2. Abertura de Poços

- 6.2.1 Os poços de fundação a executar terão a implantação indicada nos desenhos de construção que se referem a este tipo de fundação, e terão a profundidade considerada suficiente, em cada caso, a juízo da Fiscalização, de acordo com a geologia local.
- 6.2.2 Os poços de fundação directa são entivados de acordo com as directivas estabelecidas para as escavações para fundações. Particulares cuidados serão tomados se aparecer água.
- 6.2.3 Durante a abertura dos poços far-se-ão as verificações necessárias para que o poço mantenha vertical o seu eixo longitudinal, e se garantam a verticalidade das paredes e a geometria da secção. As tolerâncias máximas para os alinhamentos verticais são os seguintes:
- Pegões não armados atravessando materiais oferecendo fraca resistência lateral: inferior ou igual a 0,125xdiâmetro;
 - Pegões não armados em solos com resistência lateral: inferior ou igual a 0,015xcomprimento;
 - Pegão em betão armado: a fixar no local indicado pela Fiscalização em acordo com o projectista.
- 6.2.4 O fundo de cada poço deverá ser regularizado, dentro da medida do possível.
- 6.2.5 O enchimento com betão far-se-á contra as paredes e o fundo, retirando, à medida que se progrida em altura, as entivações e escoramento que, de modo nenhum, poderão ser deixadas envolvidas no betão ou entre este e as paredes de poço. A execução de poços por “havage” (escavação do solo do interior do pegão usando uma escavadora com o afundamento dos caixões à medida que a escavação progride) constitui excepção a esta regra, devendo neste caso a betonagem ser efectuada contra a entivação metálica ou em betão, que poderá ser deixada no local.
- 6.2.6 Nos casos em que os moldes fiquem perdidos, os vazios entre os caixões e o terreno deverão ser preenchidos por injeção de uma calda de cimento com a mistura adequada.
- 6.2.7 Os ensaios a realizar são os indicados na seguinte tabela:

ITEM	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Ensaio Sónico	ASTM D5882-16 AFNOR P160-2,4
2	Ensaio Cross-Hole	ASTM D6760-16 AFNOR NF P94-160-1

Tabela 3 – Ensaios de Pegões

PARTE II - ESTRUTURAS

7. CIMENTOS E LIGANTES HIDRÁULICOS

- 7.1. Os cimentos a utilizar deverão satisfazer ao prescrito na legislação, normalização e regulamentação aplicável, nomeadamente a que estabelece os critérios de conformidade e a certificação dos cimentos. Estão em vigor os seguintes documentos:
- Norma Moçambicana NM NP EN 197-1;
 - Norma Moçambicana NM NP EN 197-2;
 - Decreto n.º 28/2016: Regulamento de Produção, Transporte, Comercialização e Garantia de Qualidade de Cimentos Correntes.
- 7.2. O cimento deve ser de preferência nacional, de fabrico recente e acondicionado por forma a ser bem protegido contra a humidade. Nos termos da legislação em vigor o cimento a utilizar deverá ter o Certificado de Qualidade.
- 7.3. O cimento deve ser fornecido a granel ou em sacos. O cimento fornecido a granel deve ser armazenado em silos estanques à humidade e equipados com termómetros. Quando fornecido em sacos não será permitido o seu armazenamento a céu aberto, devendo ser guardado com todos os cuidados indicados na cláusula 9 do Decreto n.º 28/2016.
- 7.4. Em cada remessa o Empreiteiro deverá fornecer à Fiscalização um boletim de entrega indicando a quantidade, o número de remessa, o nome do fabricante, a data de moagem e o número e data do certificado de ensaio da fábrica relativo à mesma remessa.
- 7.5. O Empreiteiro deverá providenciar para que as entregas sejam feitas com a frequência imposta pelo plano de trabalhos, a fim de ser assegurada a frescura e a suficiência do material.
- 7.6. Se a Fiscalização tiver dúvidas quanto ao estado de conservação do cimento, em armazém ou dos lotes fornecidos, poderá exigir a colheita de amostras para ensaios.
- 7.7. Será rejeitado todo o cimento que se apresente com vestígios de humidade, endurecido, com grânulos, ou que se encontre mal acondicionado ou armazenado. Quando em sacos, será rejeitado todo aquele que seja contido em sacos abertos ou com indícios de violação. O tempo de armazenamento não ultrapassará 90 dias. O cimento rejeitado deve ser identificado e retirado do estaleiro em obra.
- 7.8. Não é admitida a mistura de cimentos de proveniências diferentes.
- 7.9. O cimento, para uma qualidade de betão, e para um mesmo elemento de obra, deve ser obrigatoriamente da mesma proveniência, devendo esta ser comprovada por certificados de origem.
- 7.10. O cimento a utilizar, de acordo com determinada composição do betão, não poderá apresentar características de qualidade sensivelmente inferiores às do lote de cimento que serviu de base ao estabelecimento da referida composição. Se outra regra não vier a ser acordada, o resultado dos ensaios de determinação da resistência mecânica à compressão aos 28 dias sobre a argamassa normal não poderá ser inferior em 5 MPa à média dos valores atribuídos ao referido lote.
- 7.11. O cimento Portland a utilizar nos betões e argamassas será, no mínimo, da classe de resistência 32,5 (CE 32,5).
- 7.12. Em alternativa ao Cimento Portland CE 32,5, poderão ser propostos pelo Empreiteiro outros cimentos que conduzam a melhores condições de durabilidade dos betões e argamassas, nomeadamente o cimento de alto forno 60/80 ou o cimento pozzolânico.

- 7.13. A mistura em obra de adições aos cimentos só deve ser admitida em casos excepcionais, devidamente justificados e quando a Indústria Cimenteira não produza, de forma corrente, cimentos certificados com características equivalentes.
- 7.14. Sem prejuízo do disposto no ponto anterior, a junção de adições na fase de amassadura só pode ser admitida quando o cimento for do tipo I e tiver por objectivo a obtenção da durabilidade adequada para o betão dando satisfação às Especificações e Normas em vigor.
- 7.15. A mistura de adições deve subordinar-se ao disposto na Especificação E378 – Betões. Guia para a utilização de Ligantes Hidráulicos. É vedado o recurso a qualquer adição que não esteja coberta pelas seguintes Normas ou Especificações: NP 4220, NP EN450, LNEC E375, LNEC E376 e LNEC E377.
- 7.16. Resumo dos Ensaios

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Teor em Sódio	NM NP EN 196-21; ASTM C 114
2	Teor em Potássio	NM NP EN 196-21; ASTM C 114
3	Resíduo insolúvel	NM NP EN 196-21; ASTM C 114
4	Sulfatos	NM NP EN 196-2; ASTM C25-88
5	Perda ao fogo	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
6	Cloretos	NM NP EN 196-21;

Tabela 4 – Cimento. Ensaio de Recepção

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Teor em sulfatos	NM NP EN 196-2; ASTM C25-88
2	Resíduo insolúvel	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
3	Óxido de alumínio	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
4	Óxido de cálcio	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
5	Óxido de magnésio	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
6	Óxido de ferro	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
7	Perda ao Fogo	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
8	Sílica	NM NP EN 196-2; ASTM C 114
9	Teor em Sódio	NM NP EN 196-21; ASTM C 114
10	Teor em Potássio	NM NP EN 196-21; ASTM C 114
11	Cloretos	NM NP EN 196-21;

Tabela 5 – Cimentos. Análise Completa

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Massa Volúmica	NP EN 196-6: / LNEC E64
2	Superfície Específica (BLAINE)	NP EN 196-6: § 4
3	Resíduo de Peneiração (crivo 90 µm)	NP EN 196-6: § 3
4	Expansibilidade	NP EN 196-3:
5	Água de Pasta	NP EN 196-3:
6	Início de Presa	NP EN 196-3:
7	Fim de Presa	NP EN 196-3:
8	Compressão e Flexão incluindo o fabrico de provetes para 2 idades	NP EN 196-1:

Tabela 6 – Cimentos e Ligantes Hidráulicos. Ensaios.

8. INERTES

- 8.1. Os inertes para betões de ligantes hidráulicos deverão satisfazer o prescrito na Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993) e da Especificação LNEC E373 – Inertes para Argamassas e Betões. Características e Verificação de Conformidade.
- 8.2. O Empreiteiro apresentará à aprovação da Fiscalização o plano de obtenção de inertes, lavagem e selecção de agregados, proveniência, transporte e armazenagem, a fim de se verificar a garantia da sua produção e fornecimento com as características convenientes e constantes, nas quantidades e dimensões exigidas. As origens dos inertes não devem ser alteradas sem prévia autorização.
- 8.3. A Fiscalização reterá sempre uma colecção de amostras dos inertes aprovados para servirem de padrão durante todo o tempo de execução da obra.
- 8.4. A areia a empregar no fabrico dos betões e das argamassas deve, em especial, satisfazer as seguintes condições:
 - Ser convenientemente limpa ou lavada, e cirandada, se tal se mostrar necessário na opinião da Fiscalização;
 - Não conter quantidades prejudiciais de argila e de substâncias orgânicas ou outras impurezas;
 - Ter grão anguloso áspero ao tacto;
 - Ser rija, de preferência siliciosa ou quartzosa.
- 8.5. No fabrico das argamassas destinadas às alvenarias de pedra irregular, deve preferir-se a areia de grão medianamente grosso; para as argamassas a empregar no assentamento de cantaria, na alvenaria de tijolo e em rebocos ou guarnecimentos, deve utilizar-se a areia de grão fino; para o betão armado deve ser composta de grãos finos, médios e grossos, em partes aproximadamente iguais e sempre de forma a que a sua composição granulométrica seja a mais conveniente para a compacidade do betão.
- 8.6. Considera-se areia de grão grosso a que passando num peneiro de 5mm, é retirada no peneiro de 2mm; areia de grão médio a que, passando no peneiro de 2mm é retirada no de 0,5mm; areia de grão fino a que, passando no peneiro de 0,5mm é retirada no de 0,07mm.

8.7. O inerte grosso deve ser, de preferência, proveniente de pedra britada ou de seixo anguloso e deve, em especial, satisfazer as seguintes condições:

- Apresentar resistência mecânica, forma e composição química adequada para o fabrico do betão a que se destinam;
- Não conter, em quantidades prejudiciais, películas de argila ou de qualquer outro revestimento que os isole do ligante, partículas demasiadamente finas e partículas moles;
- Deve ser sempre lavado, e com especial cuidado no caso de ser godo;
- Os elementos individuais de inerte grosso devem ser de preferência isométricos, não devendo a porção de partículas chatas ou alongadas exceder 20% do peso total; uma partícula é considerada chata quando $d/b < 0,5$ e alongada quando $L/b > 1,5$, sendo b a largura, d a espessura e L o comprimento da partícula;
- A máxima dimensão de inerte grosso não deverá exceder 1/4 da menor dimensão da peça a betonar, 1,3 vezes a espessura do recobrimento das armaduras nem exceder 3/4 da distância entre varões, cabos ou bainhas.
- A granulometria dos inertes deverá obedecer à orientação estabelecida na Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993). A sua determinação constituirá ensaio obrigatório quando seja necessário o estudo da composição do betão. Os inertes deverão ainda ter módulo de finura que não se afaste mais do que 0,20 do módulo de finura dos inertes que serviram de base ao estabelecimento da referida composição.
- O Empreiteiro apresentará para apreciação da Fiscalização o plano de ensaios de inertes que se propõe realizar e a justificação no caso da dispensa de alguns ensaios preconizados na especificação LNEC E373 para a verificação das características dos inertes.
- A Fiscalização poderá mandar realizar os ensaios que julgar necessários. Os ensaios referidos serão realizados de acordo com os documentos normativos especificados na Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993). Inertes cujos ensaios não garantam a durabilidade exigida para o betão, serão rejeitados.
- Enquanto armazenados os inertes devem ser empilhados de modo a evitar a segregação dos elementos. As pilhas devem ser constituídas por camadas de espessura sensivelmente uniforme e da ordem do 1 metro. Cada camada deve estar completa antes de se começar a seguinte e não deve ser permitido que uma camada seja empilhada irregularmente sobre a camada imediatamente inferior. Os inertes que tenham ficado segregados ou misturados com outro material estranho não devem ser utilizados.

8.8. Ensaios a realizar

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Reactividade potencial	I-882
2	Determinação do Teor em Sulfatos	NM NP EN 196-2; ASTM C25-88
3	Determinação do teor de Cloretos	NM NP EN 196-21; NP EN 196-21
4	Alteração pelo Sulfato de Sódio (Pedra)	E-238-
5	Matéria orgânica	LNEC E 201 -
6	Ensaios de caracterização de inertes	

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
7	Ensaio de desgaste pela M. De Los Angeles	LNEC E 237
8	Ensaio de esmagamento	NP 1039
9	Determinação da Tensão de rotura da rocha	NP1040
10	Análise granulométrica	NP 1379
11	Determinação das massas volúmicas e absorção de água de britas e godos	NP 581
12	Deter. Do índice volumétrico	LNEC E 223
13	Determinação das massas volúmicas e absorção de água das areias	NP 954
14	Determinação da baridade	NP 955

Tabela 7 – Inertes: Areia e Pedra. Lista de Ensaios

9. ÁGUA

- 9.1. A água a utilizar no fabrico de betões e argamassas deve satisfazer as condições prescritas na Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993) e na Especificação LNEC E372 – Água de Amassadura para betões. Características e Verificação de Conformidade.
- 9.2. A água a utilizar na obra, tanto na confecção de betões e argamassa como para a cura do betão deverá, na generalidade, ser doce, limpa e isenta de matérias estranhas em solução ou suspensão.
- 9.3. Não necessita de qualquer estudo a água proveniente da rede de distribuição ao público ou a que já tenha sido aprovada em outras obras, desde que cumpra o prescrito.
- 9.4. A fiscalização poderá assegurar-se no início dos trabalhos e periodicamente, durante a execução da obra da qualidade da água. O Empreiteiro deverá proceder à recolha e acondicionamento das amostras e suportará todos os encargos com as determinações e análises a efectuar em laboratório oficial.
- 9.5. Não poderá ser utilizada água que, utilizada noutras obras, tenha produzido eflorescências ou perturbações no processo de presa e endurecimento dos betões e argamassas com ela fabricados. É proibida a utilização de água do mar ou salobra de poços quer para a amassadura quer para a cura do betão. A água de amassadura deverá ser isenta de cloretos.
- 9.6. Lista de Ensaios

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Matéria orgânica	NP1414; NP-731
2	Cloretos	NP 423; ASTM D 512 – 67 /Photometer Method (PHOT.51)
3	Sulfatos	NP-413 /Photometer Method (PHOT.32)

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
4	Determinação do pH	NP 411/METODO DIRECTO
5	Conductividade Eléctrica	NP EN 27 888
6	Determinação dos sais totais Dissolvidos	METODO DIRECTO
7	Determinação da Alcalinidade	NP EN ISO 9963-1; NP 421
8	Determinação de Açúcares	Teste do Espelho de Prata

Tabela 8 – Água para Construção. Lista de Ensaios

10. ADJUVANTES PARA O BETÃO E ARGAMASSAS

- 10.1. Os adjuvantes a utilizar no fabrico dos betões devem satisfazer às prescrições da Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993) e da Especificação LNEC E374.
- 10.2. Poderão ser utilizados adjuvantes nas argamassas e nos betões, como plastificantes, introdutores de ar, ou ambos, ou ainda retardadores de presa e aceleradores, desde que aprovados pela Fiscalização. Os adjuvantes a utilizar no betão e argamassa têm como objectivo, nomeadamente aumentar a durabilidade, reduzir a retracção e aumentar a trabalhabilidade sem o recurso ao aumento da relação água/cimento.
- 10.3. Em zonas de selagem deverão ser utilizadas argamassas de alta resistência, as quais deverão ser submetidas à Fiscalização para aprovação. Essas argamassas serão pré-doseadas e fornecidas prontas a aplicar.
- 10.4. O Empreiteiro deverá sempre submeter à aprovação da Fiscalização a utilização de um adjuvante, devendo para o efeito apresentar certificado de origem, especificação do fabrico, composição, certificado de garantia, condições de armazenagem e sensibilidade das argamassas e betões à dosagem de adjuvantes.
- 10.5. A utilização de um dado adjuvante pressupõe a aprovação da Fiscalização, a qual poderá, além dos elementos anteriormente referidos, mandar executar os testes necessários para verificar que o adjuvante produz, nas argamassas ou nos betões, o efeito pretendido. O número e natureza dos ensaios a realizar quer sobre os adjuvantes quer sobre os betões com eles fabricados serão os indicados na Especificação LNEC E374 e realizados segundo as normas aí referidas. Devem ser conservadas amostras dos betões utilizados. Também terá de ser verificado que o adjuvante não produz qualquer reacção com as armaduras.
- 10.6. Sempre que recorra ao emprego de adjuvantes, o Empreiteiro obriga-se a observar as prescrições de aplicação fixadas pelo fabricante, particularmente no que respeita à dosagem.
- 10.7. Não serão permitidas misturas de adjuvantes de diferentes marcas embora da mesma natureza. Quando se coloque a possibilidade de utilização de vários tipos de adjuvantes, deverá ser feito previamente um estudo de compatibilidade de forma a verificar-se o resultado final.
- 10.8. Deverá evitar-se o uso de adjuvantes que contenham cloretos. Se tal não for o caso o Empreiteiro deverá mostrar que o teor de cloretos no betão será, no máximo, o indicado na cláusula 5.5 da Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993) para o betão simples, armado e pré-esforçado.
- 10.9. O emprego de adjuvantes em relação aos quais não exista experiência de aplicação em obras do tipo a que estas Condições Técnicas se referem, obriga o Empreiteiro a promover, de sua conta, a realização de ensaios que provem a eficiência e a inocuidade dos mesmos.

10.10.A quantidade total de adjuvantes, quando utilizados, deverá respeitar os limites indicados na cláusula 5.8 da Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993).

11. BETÕES

11.1. Composição dos Betões

11.1.1 A composição do betão deve ser expressa através dos seguintes elementos:

- Tipo, classe e qualidade do betão;
- Natureza e dosagem do ligante;
- Identificação, características, granulometria e máxima dimensão dos inertes e quantidades a empregar por cada categoria de inertes;
- Razão água/ligante, referida aos inertes secos;
- Natureza e dosagem dos adjuvantes, quando utilizados

11.1.2 O estudo da composição dos betões deverá ser apresentado pelo Empreiteiro à aprovação da Fiscalização, com pelo menos 30 dias de antecedência em relação à data de betonagem do primeiro elemento da obra em que esse betão seja aplicado.

11.1.3 O Empreiteiro obriga-se a mandar efectuar, no LEM, os ensaios necessários ao citado estudo. Em especial deverá determinar, além da sua resistência à compressão, o módulo de elasticidade instantâneo e a prazo, a retracção, fluência para vários níveis de tensão, a consistência, a porosidade e a permeabilidade.

11.1.4 O Empreiteiro entregará à Fiscalização amostras dos mesmos inertes utilizados nos estudos dos betões para se poder comprovar a manutenção das suas características.

11.1.5 O Empreiteiro obriga-se a encarregar o LEM a controlar o seu fabrico, tendo principalmente em vista as correcções accidentais a fazer em consequência das variações da humidade, da granulometria e de outras causas.

11.1.6 A proveniência dos cimentos não pode ser alterada durante a execução da empreitada, salvo com a aprovação da Fiscalização. Em casos excepcionais, e de manifesta impossibilidade, serão efectuados estudos no LEM, por forma a garantir que os cimentos de diferentes proveniências, a utilizar num mesmo elemento, tenham aproximadamente a mesma alcalinidade, ficando assim garantido que não são de temer fenómenos de corrosão nas armaduras.

11.1.7 Na composição dos betões, poderá o Empreiteiro utilizar, da sua conta e observado que seja o disposto na Norma Portuguesa NP ENV 206 – artº 5.8, adjuvantes cuja necessidade se justifique, mormente plastificantes e aceleradores de presa, com o intuito de melhorar a trabalhabilidade com a menor razão água-cimento possível. O Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização o adjuvante que pretende utilizar ficando desde já proibida a utilização de adjuvantes com base em cloretos ou que contenham quaisquer elementos corrosivos.

11.1.8 Todos os encargos com o estudo e controlo das características dos betões, aqui especificamente mencionados ou não, são da exclusiva conta e responsabilidade do Empreiteiro e consideram-se incluídos nos preços unitários respectivos.

11.1.9 Nas peças de betão em que os elementos estejam em contacto permanente, ou possam estar em contacto prolongado com a água, será adicionado impermeabilizante que a Fiscalização aprove, com a dosagem que o fabricante prescreva. A eficácia do impermeabilizante proposto poderá ser confirmada através da realização de testes laboratoriais que a Fiscalização exija.

11.1.10 O estudo da composição do betão é em todos os casos obrigatório.

11.1.11 Sempre que a Fiscalização o entender, serão realizados ensaios complementares no LEM, por conta do Empreiteiro

11.2. Instalações de fabrico

- 11.2.1 O fabrico do betão deve ser feito respeitando a composição aprovada pela fiscalização e que consta do boletim de fabrico.
- 11.2.2 O betão será fabricado por meios mecânicos, utilizando uma instalação central de betão montada no estaleiro ou betão pronto, obedecendo os materiais que entram na sua composição às condições atrás indicadas, de acordo com as disposições legais em vigor, e sendo cuidadosamente respeitadas as prescrições da Norma Portuguesa NP ENV 206, particularmente o seu artº 9 e as Especificações LNEC e Normas Portuguesas referidas no seu Anexo Nacional. O Empreiteiro deverá propor para aprovação as instalações de fabrico do betão, que deverão possuir capacidade suficiente para o cumprimento do programa de trabalhos estabelecido.
- 11.2.3 Todo o equipamento deve ser mantido em estado apropriado e estar livre de depósitos de betão endurecido. Qualquer equipamento deficiente ou com betão aderente não será aprovado pela Fiscalização até que seja convenientemente reparado, substituído ou limpo. A Fiscalização poderá exigir do Empreiteiro que nenhum período de trabalho seja iniciado sem aviso prévio, a fim de poder certificar-se do estado do equipamento.
- 11.2.4 Os materiais inertes e o cimento serão doseados em peso para todos os betões.
- 11.2.5 As betoneiras deverão ter contadores de água e balanças devidamente aferidas para que as quantidades de água e materiais introduzidos em cada amassadura sejam exactamente aquelas que o LEM tiver indicado no estudo aprovado.
- 11.2.6 Quando é usado cimento em sacos, as quantidades dos inertes para cada amassadura devem ser as exactamente suficientes para um número exacto de sacos cheios de cimento e não será permitida nenhuma amassadura que requeira parte dos sacos.
- 11.2.7 Todo o cimento a granel deverá ser pesado num aparelho contendo um depósito e uma tremonha graduada. Esta tremonha deve ser convenientemente selada e ventilada para obstar a entrada de pó durante a operação. O tubo de descarga não deve estar suspenso da tremonha e deve ser disposto de forma a que cimento não seja retido ou dele se escape.
- 11.2.8 A instalação de betonagem deve incluir receptáculos, tremonhas e balanças separadas para os inertes finos e para cada dimensão de inertes grosseiros.
- 11.2.9 A proporção da humidade dos inertes, especialmente da areia, deve ser verificada várias vezes ao dia por meio de equipamento que permita uma determinação praticamente instantânea da humidade. A quantidade de humidade determinada deste modo deve ser considerada para correcção do volume de água na amassadora.
- 11.2.10 O Empreiteiro deverá verificar e calibrar todos os dispositivos de peso/medição pelo menos duas vezes por dia, uma antes do início das operações da manhã e outra antes de começar as operações da tarde.
- 11.2.11 As balanças devem ser inspeccionadas e seladas pelo menos uma vez por mês ou com maior frequência se a Fiscalização julgar necessário para assegurar a sua contínua precisão.

11.3. Execução da amassadura

- 11.3.1 A amassadura do betão deve ser efectuada mecanicamente e o volume de amassadura não será superior à capacidade nominal da betoneira indicada pelo fabricante.
- 11.3.2 Os materiais para o fabrico dos betões serão introduzidos na betoneira pela seguinte ordem: inertes grossos e médios, cimento, areia e água, de modo a que a mistura final seja homogénea e que não dê lugar a segregação aquando da descarga. Não será permitida a fabricação de misturas secas, com vista a ulterior adição de água.
- 11.3.3 O tempo de trabalho das betoneiras em cada amassadura deverá ser adaptado de acordo com o tipo de trabalho a realizar, não devendo, em princípio, ser superior ao triplo do necessário para

que a mistura feita a seco apareça de aspecto uniforme se outro não se mostrar mais conveniente, em função das características especiais das betoneiras.

- 11.3.4 A consistência normal das massas do betão moldado, a verificar por meio de cone de Abrams ou do estrado móvel, deve ser verificada à saída da central e no local de aplicação (sendo tanto quanto possível a da terra húmida). A quantidade de água necessária será determinada nos ensaios prévios de modo a que se consiga trabalhabilidade compatível com a resistência desejada, com as características dimensionais dos elementos a moldar e com os processos de vibração adoptados, salvaguardando o limite da relação água/cimento.
- 11.3.5 A quantidade de água deverá ser frequentemente corrigida, de acordo com as variações de humidade dos inertes, para que a relação água/cimento seja a recomendada nos estudos de qualidade dos betões, não podendo exceder o valor máximo indicado. A humidade dos inertes deverá ser periodicamente determinada, quer com a entrada dos novos lotes de inertes, quer de cada vez que a alteração das condições atmosféricas o justifique, por forma a que as correcções atrás referidas possam ser realizadas atempadamente e com o maior rigor.
- 11.3.6 A distância entre os locais das instalações de fabrico e de colocação dos betões em obra será a menor possível devendo os meios de transporte e percursos a utilizar bem como os tempos previstos para o transporte, ser submetidos à apreciação da Fiscalização. O transporte do betão, para as diferentes zonas de aplicação, deverá ser feito por processos que não conduzam à segregação dos inertes.
- 11.3.7 Se a temperatura ambiente for tal que exista o risco de a temperatura do betão no momento da sua colocação ser inferior a 5º C ou superior a 35ºC, o empreiteiro deverá tomar medidas adequadas, devidamente justificadas com as normas em vigor.

11.4. Betonagem e Desmoldagem

- 11.4.1 A betonagem deverá obedecer às normas estabelecidas no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, na Norma Portuguesa NP ENV 206, artº 10 (1993) e nas Especificações LNEC e Normas Portuguesas referidas no seu Anexo Nacional, e atendendo ainda ao indicado neste Caderno de Encargos e no Projecto.
- 11.4.2 O betão será utilizado logo após o seu fabrico, apenas com as demoras inerentes à exploração das instalações. Não se tolerará que o período decorrido entre o fabrico do betão, e o fim da sua vibração, exceda meia-hora no tempo quente e uma hora no tempo frio, devendo estas tolerâncias serem reduzidas se as circunstâncias o aconselharem.
- 11.4.3 A compactação será feita exclusivamente por meios mecânicos (vibração de superfície, vibração dos moldes e pervibração). As características dos vibradores serão previamente submetidas à apreciação da Fiscalização, devendo os vibradores para pervibração serem de frequência elevada (9 000 a 20 000 ciclos/min).
- 11.4.4 A vibração, será feita de maneira uniforme, até que a água de amassadura reflua à superfície, e por forma a que o betão fique homogéneo.
- 11.4.5 Após a betonagem e a vibração, o betão será protegido contra as perdas de água por evaporação e contra as temperaturas extremas, conforme a cláusula 10.6 da Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993). Para evitar as perdas de humidade, as superfícies expostas deverão ser protegidas pelos meios que o Empreiteiro entender propor e a Fiscalização aprovar. Entre esses meios, figuram a utilização de telas impermeáveis e a de compostos líquidos para a formação de membranas, também impermeáveis.
- 11.4.6 A cura do betão deve começar imediatamente após a betonagem e deverá manter-se pelo período necessário com um mínimo de 12 dias. O período de cura depende da composição do betão, das condições de temperatura e humidade.

- 11.4.7 Se a temperatura no local da obra for inferior a zero graus centígrados, ou se houver previsão de tal vir a acontecer nos próximos cinco dias, a betonagem não será permitida. Para temperaturas compreendidas entre zero e +5°C (cinco), as betonagens só serão realizadas se a Fiscalização o permitir desde que sejam escrupulosamente observadas as medidas indicadas no Artº 5.10 da NP ENV 206. Se a temperatura, no local da obra, for superior a +35°C (trinta e cinco), a betonagem não será permitida a não ser com a autorização expressa da Fiscalização e com o rigoroso cumprimento das condições do Artº 5.10 da acima citada Norma Portuguesa.
- 11.4.8 Para cumprimento do estipulado na cláusula anterior, o Empreiteiro obriga-se a ter no estaleiro um termómetro devidamente aferido devendo proceder ao registo das temperaturas nos dias das operações de betonagem bem assim como nos cinco dias seguintes.
- 11.4.9 Cada elemento de construção deverá ser betonado de maneira contínua, ou seja, sem intervalos maiores do que os das horas de descanso, inteiramente dependentes do seguimento das diversas fases construtivas, procurando-se sempre a redução dos esforços de contracção entre camadas de betão com idades diferentes.
- 11.4.10 As juntas de betonagem só terão lugar nos pontos onde a Fiscalização o permitir de acordo com o plano de betonagem a elaborar pelo Empreiteiro e a aprovar pela Fiscalização. Antes de começar uma betonagem, as superfícies de betão serão tratadas convenientemente de acordo com as indicações da Fiscalização, admitindo-se, em princípio, o seguinte tratamento: deixar-se-ão na superfície de interrupção pequenas caixas de endentamento e inertes salientes; se se notar presa do betão nas juntas, serão as superfícies lavadas a jacto de ar e de água e retirada a "nata" que se mostre desagregada a fim de se obter uma boa superfície de aderência sendo absolutamente vedado o emprego de escovas metálicas no tratamento das superfícies de betonagem.
- 11.4.11 Toda a armadura da zona da secção onde se situa a junta de betonagem deverá ter continuidade através desta.
- 11.4.12 Nas juntas onde se sobreponham elementos em elevação a executar posteriormente deverão ser, passadas 2 a 5 horas, limpas as áreas a ocupar por esses elementos superiores, tratando-se essas zonas de forma análoga à atrás indicada.
- 11.4.13 Nas faces visíveis dos elementos em elevação (pilares, paredes, etc), as juntas só serão permitidas nas secções coincidentes com as juntas de cofragem. Não serão toleradas escorrências ou diferenças de secção, pelo que as juntas de cofragem terão de ser convenientemente vedadas e as cofragens cuidadosamente apertadas contra as peças já betonadas.
- 11.4.14 As juntas de betonagem das lajes serão lavadas com jacto de água, retirando-se alguma pedra que se reconheça estar solta.
- 11.4.15 Nas juntas de betonagem, será por princípio obrigatório o emprego de "cola" ou "argamassa" apropriada à base de resinas "epoxy" podendo, contudo, a Fiscalização dispensar esse trabalho se tal se não mostrar absolutamente necessário.
- 11.4.16 Se a interrupção de betonagem conduzir a uma junta mal orientada, o betão será demolido na extensão necessária, de forma a conseguir-se uma junta convenientemente orientada; mas antes de se recommençar a betonagem, e se o betão anterior já tiver começado a fazer presa, a superfície da junta deverá ser cuidadosamente tratada e limpa para que não fiquem nelas inertes com a possibilidade de se destacar. A superfície assim tratada deverá ser molhada a fim de que o betão seja convenientemente humedecido, não se recommençando a betonagem enquanto a água escorrer ou estiver acumulada.
- 11.4.17 Todas as arestas das superfícies de betão serão chanfradas a 45º, tendo 1,5 cm de cateto a secção triangular resultante do chanfro, quer esta corresponda a um enchimento quer a um

corte da peça chanfrada, salvo nas zonas em que o próprio projecto já contempla um esquadro de maiores dimensões.

- 11.4.18 Após obtido o acordo da Fiscalização, a desmoldagem dos fundos dos elementos estruturais só poderá ser realizada quando o betão apresente uma resistência de, pelo menos, $\frac{2}{3}$ do valor característico e nunca antes de 3 dias após a última colocação do betão.
- 11.4.19 Em caso de utilização de pré-esforço a desmoldagem nunca será feita antes de passados 3 dias após a última colocação de pré-esforço, da injeção da argamassa coloidal e da selagem das amarrações.
- 11.4.20 As operações de desmoldagem e descimbramento deverão ser conduzidas de modo a que não se provoque esforços inconvenientes, choques ou fortes vibrações.
- 11.4.21 A betonagem não será realizada em períodos de chuva intensa.

11.5. Controlo das Características Mecânicas dos Betões

- 11.5.1 Durante a betonagem serão realizados ensaios de controlo das características mecânicas dos betões, os quais serão levados a efeito sobre o mínimo de seis cubos por cada amassadura ou por cada $20m^3$ de betão, se as amassaduras ultrapassarem esse valor, ou por cada elemento betonado de uma só vez, se esse elemento não utilizar mais de uma amassadura; em caso de betonagem contínua, deverão fabricar-se cubos para ensaio de controlo pelo menos três vezes por semana.
- 11.5.2 Os cubos serão feitos do betão das amassaduras destinadas a serem aplicadas em obra e designadas pela Fiscalização.
- 11.5.3 Os cubos só poderão ser fabricados na presença da Fiscalização. Os cubos serão executados, transportados, curados e conservados de acordo com a Especificação E 255 - 1971 do LNEC e com as instruções da Fiscalização, em moldes metálicos com as faces bem desempenadas.
- 11.5.4 Deverá ser organizado um registo compilador de todos os ensaios de cubos para todos os betões a fim de, em qualquer momento, se verificar o cumprimento das características estabelecidas.
- 11.5.5 Todos os cubos serão numerados na sequência normal dos números inteiros, começando em 1, seja qual for o tipo de betão ensaiado.
- 11.5.6 No cubo será gravado não só o número de ordem como também a classe, a parte da obra a que diz respeito e a data do fabrico.
- 11.5.7 Do registo compilador deverão constar os seguintes elementos:
 - número do cubo
 - data de fabrico
 - data do ensaio
 - idade
 - tipo, classe e qualidade
 - dosagem
 - quantidade de água de amassadura
 - local de emprego do betão de onde foi retirada a massa para o fabrico do cubo
 - resistência obtida no ensaio
 - média da resistência dos três cubos que formam o conjunto do ensaio.
 - resistência equivalente aos 28 dias de endurecimento, segundo a curva de resistência que for estipulada pelo laboratório oficial que procedeu ao estudo, tendo em conta a composição aprovada para o betão ou, na falta dessa curva, segundo os coeficientes de endurecimento indicados no artº 15º do REBAP.
 - peso do cubo

- observações.
- 11.5.8 A conservação dos cubos durante o endurecimento obedecerá ao que for determinado pela Fiscalização, de acordo com as condições climáticas existentes.
- 11.5.9 Sempre que forem fabricados cubos, por cada série de seis 6 (seis), ou 3 (três) no caso da classe do betão não inferior a C20/25, será preenchido pela Fiscalização residente um "verbete de ensaio", do qual constará o número dos cubos, a data de fabrico, a marca do cimento, a dosagem, a granulometria, a água de amassadura, o modo de fabrico e outras indicações que se considerem convenientes. O Empreiteiro receberá o duplicado do "verbete de ensaio".
- 11.5.10 Os cubos serão transportados para o laboratório de ensaio, devidamente acondicionados e por forma a que não se deteriore.
- 11.5.11 Com base no "verbete de ensaio", e depois da Fiscalização ter fixado a data em que os cubos devem ser ensaiados, será entregue ao Empreiteiro um ofício da Fiscalização, que acompanhará os cubos na sua entrega ao laboratório que há-de proceder aos respectivos ensaios. Para o efeito, o Empreiteiro obriga-se a tomar as precauções necessárias por forma a que seja observada a data prevista para o ensaio e a que os resultados dos mesmos sejam comunicados imediata e directamente à Fiscalização.
- 11.5.12 O controlo de aceitação será efectuado para cada tipo de elemento estrutural separadamente, segundo os critérios seguintes:
- Número de amostras inferior a 6

Cada controlo de aceitação será representado por três amostras.

Sendo R_1 , R_2 e R_3 a resistência das últimas três amostras, médias das resistências dos cubos de cada amostra, e sendo R_{\min} a menor de todas, considera-se o controlo como positivo, conduzindo à aceitação do betão, quando se verificarem ambas as condições:

$$R_m > (f_{ck} + 5) \text{ MPa}$$

$$R_{\min} > (f_{ck} - 1) \text{ MPa}$$

em que:

$$R_m = (R_1 + R_2 + R_3) / 3$$

- Número de amostras igual ou superior a 6

Sendo R_1 , R_2 , ... R_n , a resistência das últimas n amostras consecutivas, médias das resistências dos provetes de cada amostra, e sendo R_{\min} a menor de todas, considera-se o controlo como positivo, conduzindo à aceitação do betão, quando se verificarem ambas as condições:

$$R_m > f_{ck} + \lambda \sigma$$

$$R_{\min} > f_{ck} - k$$

em que:

σ - é o desvio padrão das resistências do conjunto de amostras.

λ e k - são os valores indicados no Quadro seguinte de acordo com o número n de amostras do conjunto.

n	λ	k
6	1,87	3
7	1,77	3
8	1,72	3
9	1,67	3
10	1,62	4
11	1,58	4
12	1,55	4
13	1,52	4
14	1,50	4
15	1,48	4

- 11.5.13 Nos ensaios de consistência, realizados com o cone de ABRAMS, admitem-se, para betões colocados por bombagem consistências até 15 cm e para os restantes consistências até 5 cm.
- 11.5.14 Serão conduzidos sistematicamente ensaios sobre cubos para determinar a resistência à compressão aos 1, 3, 7, 28, 90 e 120 dias afim de se poderem planejar e controlar devidamente as várias sequências dos trabalhos (aplicação do pré-esforço, avanço dos cimbres e dos moldes, entradas em cargas, etc.).
- 11.5.15 Serão realizados os provetes que a Fiscalização determinar, para determinação dos módulos de elasticidade dos betões com várias idades, e para quantificar os parâmetros de retracção e de fluência reais, valores esses essenciais para a correcta execução da obra.

11.6. Controlo das Características de Durabilidade do Betão

- 11.6.1 O controlo das características de durabilidade e aderência do betão poderá envolver os seguintes ensaios no betão efectivamente aplicado:
- ensaios de permeabilidade, em provetes no laboratório
 - ensaios de porosidade
 - ensaios de retracção
- 11.6.2 Caso venham a realizar-se, estes ensaios serão definidos pela Fiscalização, tanto no que se refere às metodologias de ensaio como em relação às regras de aceitação.

11.7. Rejeição dos Betões

- 11.7.1 No caso da Fiscalização determinar a rejeição imediata de betões que não satisfaçam o estipulado, quer no que se refere à resistência quer no que se refere às características de durabilidade, o acordo a que se refere a cláusula 11 da Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993) poderá, a seu juízo ser estabelecido nas seguintes condições:
- a) Proceder-se-á, por conta do Empreiteiro, à realização de ensaios não destrutivos ou a ensaios normais de provetes recolhidos em zonas que não afectem de maneira sensível a capacidade de resistência das peças; se os resultados obtidos forem indiscutivelmente satisfatórios, a juízo da Fiscalização, a parte da obra a que digam respeito será aceite.
 - b) Se os resultados desses ensaios mostrarem, como os ensaios de controlo, características de betão inferiores às requeridas, considerar-se-ão dois casos:
 - i. Se as características atingidas (em particular as de resistência aos esforços) se situarem acima de 85% das exigidas, proceder-se-á a ensaios de carga e de comportamento, por conta do Empreiteiro que, se derem resultados satisfatórios na

opinião da Fiscalização determinarão a aceitação da parte da obra em dúvida, sem outra penalização ou o Empreiteiro sofrerá uma penalização correspondente a uma redução de 10% do valor do preço unitário a aplicar à quantidade de obra em questão

- ii. Se as características determinadas forem inferiores a 85% das exigidas, o Empreiteiro será obrigado a demolir e reconstruir as peças deficientes, à sua conta.

11.8. Ensaios de Carga

- 11.8.1 Quando se verificar uma situação correspondente à definida em b.i. do ponto 7.7.1, ou a execução não tiver sido realizada dentro das tolerâncias fixadas ou normalmente admitidas, a Fiscalização poderá exigir do Empreiteiro a realização de ensaios de carga.
- 11.8.2 Os encargos com a realização de ensaios de carga, são da conta do Empreiteiro, não tendo o mesmo direito a receber qualquer indemnização.
- 11.8.3 As condições preconizadas para ensaios de carga, a duração dos ensaios, os ciclos sucessivos de carga e descarga e as medições a efectuar serão objecto de um programa pormenorizado o qual será estabelecido de acordo com a Fiscalização e aprovado pelo Projectista e pelo LEM.
- 11.8.4 As sobrecargas a aplicar não deverão exceder as sobrecargas características adoptadas no Projecto.
- 11.8.5 Nos ensaios com cargas móveis a velocidade da carga deverá ser tanto quanto possível, a velocidade prevista para a exploração.
- 11.8.6 O ensaio será considerado satisfatório, no elemento ensaiado, quando se verificarem as duas condições seguintes:
 - as flechas medidas não excedem os valores calculados com base nos resultados obtidos para os módulos de elasticidade dos betões;
 - as flechas residuais são suficientemente pequenas, tendo em conta a duração de aplicação da carga, por forma a que o comportamento se possa considerar elástico. Esta condição deverá ser satisfeita, quer a seguir ao primeiro carregamento, quer aos seguintes, se os houver.

11.9. Disposições Regulamentares

11.9.1 Normas portuguesas

- NP 87 Consistência do Betão. Ensaio de abaixamento
- NP 414 Consistência do Betão. Ensaio de espalhamento
- NP 1383 Betões. Preparação de provetes para ensaios de compressão e de flexão
- NP 1384 Betões. Determinação da massa volúmica do betão fresco
- NP 1385 Betões. Determinação da compressão do betão fresco
- NP 1386 Betões. Determinação do teor em ar do betão fresco. Processo pneumático
- NP 1387 Betões. Determinação dos tempos de presa

11.9.2 Especificações LNEC

- E 226 Betão. Ensaio de compressão
- E 227 Betão. Ensaio de flexão
- E 228 Betão. Determinação da trabalhabilidade Vêbê

11.10. Lista de Ensaaios

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
Ensaaios de betões		
1	Abaixamento pelo cone de Abrams	EN NP 12350-2
2	Moldagem de cubos	EN NP 12350-1
3	Ensaio à compressão de cubos de betão	EN NP 12390-3
4	Ensaio à compressão diametral de manilhas de betão	ABNT NBR 8890
5	Ensaio de vigas de betão à flexão	NP EN 12390-5
6	Ensaio de pavês de betão	SANS 1058-5
7	Ensaio de vigotas de betão	REBAP

Tabela 9- Betões. Lista de Ensaaios

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Testes de dureza superficial do betão – Ensaio esclerométrico	ISO/DIS 8045; EN 12504-2; ENV 206; DIN 1048, Teil 2; - ASTM C 805; ASTM D 5873; JGJ/T 23-2001; JJG 817-
2	Sondagem de armaduras - Detecção de armaduras e do seu recobrimento	SN 505 262; DIN 1045; DGZfP B2; BS 1881: Part 204
3	Sondagem de armaduras - Detecção de potencial de corrosão	BS 1881, Part 201; UNI 10174; DGZfP B3; SIA 2006; RILEM TC 154-EMC; ASTM C876-91
4	Determinação da integridade de estacas “Impact Echo”	ASTM D 5882-07
5	Determinação da integridade de estacas – “Cross hole”	ASTM D 6760-14
6	Medição de propagação de ultra-sons – Ensaio Ultrassónico	NP EN 12504-4-2007; ASTM C597-02; BS 1881 Part 203; ISO 1920-7:2004; IS 13311; CECS21
7	Medição de vibrações em estruturas de betão armado	NBR 6118/03; BS 6399
8	Ensaio de carga por painel de laje	Não aplicável
9	Determinação da profundidade de carbonatação	E391-LNEC; EN 13295
10	Determinação da aderência do betão por tracção “Pull off”	ISO 4624; BS 1881 part 207; DIN 1048 part 2; ZTV SIB 90; SIA 2002; NF P 18-853; ASTM D 4541-85; ACI 503-30; EN 1015-12; EN 1348

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
11	Determinação da resistência a compressão de cubos de betão	NP EN 12390-3:3003
12	Determinação da resistência a compressão de carotes de betão	EN 12504-1-2009
13	Ensaio a compressão diametral de manilhas de betão	ABNT NBR 8890
14	Ensaio de vigas de betão a flexão	NP EN 12390-5
15	ensaio de pavês de betão	SANS 1058-5
16	Ensaio de vigotas de betão	REBAP

Tabela 10 – Elementos de Betão e de Betão Armado. Lista de Ensaios

12. ARGAMASSAS

12.1. Fabrico de Argamassas

12.1.1 As argamassas a aplicar na obra serão constituídas por areia siliciosa, cimento Portland normal, água e eventualmente aditivos plastificantes ou impermeabilizantes. A amassadura das argamassas deve ser feita mecanicamente e junto das instalações de fabrico do betão, sendo a granulometria de areia e a quantidade de água utilizada submetida à aprovação da Fiscalização.

12.1.2 As dosagens de cimento a empregar no fabrico das argamassas dependerão da sua utilização, e salvo indicação em contrário, serão as indicadas seguidamente:

a) Argamassa tipo I: 600 Kg de cimento por m³ de argamassa.

Esta argamassa deve ser utilizada no assentamento de elementos pré-fabricados e no eventual reboco das superfícies de betão onde, por defeito de execução, seja necessário utilizá-la e a Fiscalização o permita;

b) Argamassa tipo II: Argamassa coloidal ou pasta de cimento com aditivo que lhe não confira retracção e com o traço indicado nos documentos de homologação de origem ou do fabricante, destinada à selagem dos varões dos chumbadouros de fixação de estruturas metálicas ou equipamentos à estrutura de betão.

c) Argamassa tipo III: Argamassa de resinas epoxídicas, em misturas pré-doseadas, a utilizar como argamassa de reparação em zonas de juntas de betonagem ou de betonagem defeituosa;

d) Argamassa tipo IV: 300 Kg de cimento por m³ de argamassa.

Esta argamassa deve ser utilizada como ligante de assentamento de alvenaria em elevação ou em enchimento, rebocos normais de paredes de alvenaria e salpicados, mas só em interiores;

e) Argamassa tipo V: 400 Kg de cimento por m³ de argamassa.

Esta argamassa deve ser utilizada como ligante de alvenaria de paramento ou exposta ao ar livre e nos rebocos em contacto com os agentes atmosféricos;

f) Argamassa tipo VI: Argamassa de cimento e pó de pedra ao traço 1:5 a utilizar no assentamento de calçada de pedra.

- 12.1.3 Não será permitido o emprego de cal no fabrico destas argamassas, nem mesmo como aditivo plastificante.
- 12.1.4 A argamassa do tipo II será feita por meios mecânicos ou manuais apropriados, dispondo de rede de filtragem e de capacidade de fornecer uma mistura com os componentes uniformemente dispersos. Esse equipamento disporá de meios para uma medição precisa dos componentes da argamassa. O Empreiteiro proporá a marca do plastificante expansivo que eventualmente entrar na composição da argamassa, acompanhando a proposta de um certificado de origem indicando a data limite além da qual o produto não deve ser utilizado, mas fica desde já entendido que nesse aditivo não deve existir nenhum produto corrosivo para o aço como, por exemplo, cloretos ou pó de alumínio.
- 12.1.5 As argamassas do tipo II poderão ser substituídas por produtos "epoxys" adequados à selagem de elementos metálicos. Para esta substituição deverá ser pedida à Fiscalização a autorização respectiva, devendo o Empreiteiro apresentar os certificados de homologação dos produtos a usar.
- 12.1.6 O fabrico das argamassas será preferencialmente feito por meios mecânicos, admitindo-se porém que sejam fabricadas manualmente em estrados de madeira ou metálicos lisos. Neste caso, os materiais devem misturar-se primeiramente a seco e só depois se amassarão com a água necessária até à obtenção da consistência plástica com aparência homogénea.
- 12.1.7 As argamassas serão fabricadas no momento do seu emprego e na proporção do seu consumo, sendo rejeitadas todas as que comecem a fazer presa no amassadouro ou sejam remolhadas.
- 12.1.8 As argamassas fabricadas serão conservadas ao abrigo das chuvas, do sol e do vento.

12.2. Transporte e Depósito

- 12.2.1 Depois de fabricadas, as argamassas deverão ser transportadas para os locais de aplicação utilizando meios de transporte limpos, não absorventes e que não provoquem a segregação dos componentes. Quando as circunstâncias o permitam, pode o transporte da argamassas ser realizado por gravidade, por ar comprimido, ou por bombagem.

12.3. Condicionamentos de Aplicação

- 12.3.1 Nenhuma argamassa pode ser utilizada após se ter iniciado a presa ou o endurecimento.
- 12.3.2 Lista de Ensaios

Nº	ENSAIOS	NORMAS REGULAMENTOS
1	Cloretos solúveis	E 253 – 1971
2	Sulfatos	LNEC E 202
3	Determinação de Resistência à Carbonatação	E 391 – 1993

Tabela 11 – Argamassas. Lista de Ensaios

13. AÇO PARA ARMADURAS DE BETÃO ARMADO

13.1. Características

- 13.1.1 O aço das armaduras de betão armado será em varão redondo com os diâmetros indicados no projecto e da classe A400NR prevendo-se também a utilização de varão redondo da classe A235NL (em ganchos para soldar e em chumbadouros de chapas) e a utilização de malhas

electrossoldadas da classe A500ER, possuindo as características mínimas de forma satisfazer as prescrições do REBAP ou dos Documentos de Homologação Oficiais.

- 13.1.2 O aço deve ser de textura homogénea de grão fino, não quebradiço e isento de zincagem, pintura, alcatroagem, argila, óleo, gorduras, ferrugem solta e escamas excessivas, calda de cimento ou outras matérias que prejudiquem a sua aderência ao betão, obedecendo escrupulosamente às prescrições do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado. Quando tal se verificar, as armaduras deverão ser passadas energicamente a escova metálica e verificadas pela fiscalização.
- 13.1.3 A tolerância dos diâmetros dos varões deverá satisfazer o especificado na norma NP-332, incluindo os varões de aço nervurado em que a tolerância será medida entre o diâmetro nominal e o diâmetro efectivo.
- 13.1.4 As armaduras devem possuir marcas indeléveis que permitem a sua fácil identificação em obra.

13.2. Ensaaios de Recepção

- 13.2.1 Os ensaios a realizar serão de tracção sobre provetes proporcionais longos e de dobragem, efectuados de acordo com as Normas Portuguesas em vigor, respectivamente a NP-105 e a NP-173.
- 13.2.2 Os ensaios de recepção serão feitos, recolhendo-se seis amostras de cada diâmetro e tipo, por cada partida de aço entrada no estaleiro, ou pelo menos uma vez por mês, sendo três amostras para ensaios de tracção e as outras para ensaios de dobragem.
- 13.2.3 Todos os encargos com o controlo das características dos aços, especialmente mencionados ou não neste Caderno de Encargos, são da exclusiva conta do Empreiteiro e consideram-se incluídos nos preços unitários respectivos.
- 13.2.4 A recolha das amostras a ensaiar será feita de acordo com o quadro seguinte, considerando dois casos principais:
- As armaduras foram já ensaiadas na fábrica e vêm acompanhadas dos correspondentes certificados de ensaio, pelo que será possível identificar com exactidão a fornada a que correspondem;
 - Não é possível apresentar os resultados dos ensaios realizados na fábrica.

CASO	N.º DE UNIDADES DE CADA PARTE DA ENTREGA	N.º DE AMOSTRAS EM RELAÇÃO AO PESO DA PARTE DA ENTREGA	
		≤ 10 t	> 10 t
1	INDEPENDENTE DO N.º	2*	3*
2	≤ 10	2	-
	11 - 100	2	8
	> 100	4	8

* refere-se ao N.º de amostras por fornada.

Por "parte da entrega" entende-se aqui varões de aço de uma classe única, com o mesmo diâmetro, fornecido pelo mesmo fornecedor e na mesma altura, podendo no entanto admitir-se que o transporte seja subdividido por várias unidades de transporte e até efectuado com algum tempo de intervalo, desde que fique comprovada a sua idêntica origem.

13.3 Transporte e Armazenamento das Armaduras

- 13.3.1 O transporte e armazenamento das armaduras deve ser efectuado de acordo com o artigo 154.1 do R.E.B.A.P.
- 13.3.2 No caso de armaduras pré-fabricadas, há que cuidar, em especial, da manutenção da sua forma e das posições relativas dos varões que a constituem.
- 13.3.3 A utilização conjunta de aços de tipos diferentes exige que na obra se tomem precauções que evitem erros resultantes da incorrecta identificação dos aços.

13.4. Corte e Dobragem de Varões

- 13.4.1 O corte de varões deve ser feito, exclusivamente, por meios mecânicos.
- 13.4.2 A dobragem dos varões deve ser feita a frio, por meios mecânicos, a velocidade constante, com o auxílio de mandrins, de modo a assegurar um raio de curvatura constante na zona dobrada.
- 13.4.3 Para diâmetros superiores a 25 mm, a dobragem poderá ser feita a quente, mas neste caso o arrefecimento deve ser lento por acção do ar e abrigado da chuva ou mau tempo.
- 13.4.4 A dobragem de varões em aço nervurado será efectuada de acordo com o disposto no art. 79º do REBAP.
- 13.4.5 Não é permitido o aquecimento com maçarico a fim de facilitar a operação de dobragem. No caso de a temperatura ambiente ser baixa (inferior a 5º C), devem ser tomadas precauções especiais na dobragem dos varões, tais como reduzir a velocidade de dobragem, aumentar os raios de curvatura.
- 13.4.6 Só é permitido efectuar a desdobragem dos varões, nos casos especiais em que tal seja indispensável (varões de espera por exemplo) e desde que, obviamente a operação não danifique os varões.

13.5. Emenda de Varões

- 13.5.1 As emendas de varões serão admitidas onde indicadas nos desenhos, ou de acordo com os artigos 84º e 85º do REBAP mediante a aprovação da Fiscalização, não sendo permitidas as emendas de varões de comprimento inferior a 3m.
- 13.5.2 No caso de se pretender efectuar emendas de varões por soldadura, deverá provar-se a aptidão dos aços a serem soldados e a técnica de soldadura a empregar, mediante a apresentação de parecer favorável do LEM. Em todo o caso, a soldadura deverá garantir uma capacidade resistente superior a 90% da capacidade dos varões que ela unir, não sendo autorizada a soldadura em zonas de dobragem, nem como ligação entre armaduras cruzadas.
- 13.5.3 As soldaduras por maçarico não serão utilizadas.
- 13.5.4 Os soldadores a utilizar deverão ser devidamente qualificados. Ao Dono de Obra ou ao seu representante é reservado o direito de exigir provas de qualificação dos soldadores. É igualmente reservado o direito ao Dono de Obra ou ao seu representante de recusar o soldador que revelou qualidade insuficiente nas primeiras soldaduras que realizou na obra.
- 13.5.5 A sequência das soldaduras a executar e os eléctrodos a utilizar deverão ser objecto de prévia aprovação escrita do Dono da Obra ou do seu representante. Deverão igualmente ser apresentadas previamente ao Dono da Obra ou ao seu representante as especificações dos processos de soldadura.
- 13.5.6 As superfícies a soldar deverão ser secas e bem limpas, imediatamente antes da soldadura, eliminando escórias, ferrugem, óleo, etc.. Os eléctrodos deverão igualmente estar secos.
- 13.5.7 O fornecedor deve proceder à repicagem das escórias quando os cordões de soldadura forem obtidos por mais de uma passagem.

- 13.5.8 As soldaduras serão controladas por inspecção visual com avaliação dos calibres dos cordões da soldadura e da sua perfeição quanto à geometria e acabamento. As soldaduras poderão ser controladas por líquidos penetrantes no sentido de se detectarem fissuras.
- 13.5.9 Se a Fiscalização assim o entender poderão ser realizados ensaios de tracção em provetes sujeitos a processo de soldadura igual ao executado "in situ".

13.6 Montagem das Armaduras

- 13.6.1 As armaduras serão montadas obedecendo ao projecto e segundo o disposto na regulamentação aplicável, nomeadamente quanto a curvaturas, ganchos, comprimentos de amarração e emendas por sobreposição, bem como no que diz respeito a distâncias entre varões e recobrimentos das armaduras.
- 13.6.2 Os varões serão convenientemente ligados por ataduras de arame recozido de diâmetro de 1,5 a 2 mm ou por soldadura por pontos. As extremidades das ataduras de arame deverão ser dobradas de tal modo que, quando colocadas em obra, não atravessem a camada de recobrimento das armaduras.
- 13.6.3 No caso de utilizar soldaduras por pontos de ligação de aços de qualidade diferente do aço A235, serão efectuados ensaios obrigatórios com vista à verificação que a soldadura não afecta as propriedades mecânicas das armaduras.

13.7. Armaduras Ordinárias Pré-fabricadas

- 13.7.1 O Empreiteiro poderá fornecer a obra com armaduras ordinárias pré-fabricadas em montagens rígidas. Em tal caso, deverão ser concedidas à Fiscalização as facilidades necessárias à verificação das características dos varões utilizados e das técnicas de execução das montagens.

13.8. Colocação de Armaduras

- 13.8.1 As armaduras serão colocadas rigorosamente conforme os desenhos indicam devendo ser atadas de forma eficaz para que não se desloquem durante as diversas fases de execução da obra.
- 13.8.2 O posicionamento das armaduras ordinárias deve ser tal que a altura útil dos elementos "d" satisfaça as tolerâncias a seguir indicadas:
- Para $d \leq 20$ cm $d = + 0,075 d$
 - Para $20 < d \leq 40$ cm $d = + (0,05 d + 0,5 \text{ cm})$
 - Para $d > 40$ cm $d = + 2,5 \text{ cm}$
- 13.8.3 No que se refere ao intervalo entre varões na direcção da largura do elemento a tolerância é de + 6mm.
- 13.8.4 Os posicionadores a utilizar devem ser convenientemente envolvidos pelo betão, não devem prejudicar a betonagem nem devem contribuir para o enfraquecimento da peça, quer directamente, quer facilitando a acção do meio ambiente.
- 13.8.5 Devem, além disso, ser constituídos por material inerte relativamente ao betão e ao aço das armaduras podendo utilizar-se pequenos calços pré-fabricados com a menor dimensão possível, de argamassa, micro-betão ou de plástico para manter as armaduras afastadas dos moldes e para garantir os recobrimentos das armaduras prescritos no projecto, não sendo permitido o emprego de pedras de brita para esse efeito. No caso de se usarem calços de betão ou argamassa deve garantir-se que tenham características de permeabilidade idênticas ao betão utilizado no mesmo elemento e ser adequados ao tipo de acabamento pretendido para as superfícies das peças.
- 13.8.6 O recobrimento será o indicado nos desenhos e de acordo com a E-378. A tolerância de recobrimento é de $\pm 0,5 \text{ cm}$.

- 13.8.7 Não será permitida a colocação de armaduras sobre camadas de betão fresco nem a utilização de suportes metálicos que atinjam a superfície do betão.
- 13.8.8 A colocação de malhas electrosoldadas terá que ser executada com a maior atenção e a respectiva fixação deverá ser conseguida através de dispositivos previamente aprovados pela Fiscalização.
- 13.8.9 As armaduras para betão submerso serão fixadas com cuidado especial que a situação exige antes do início da betonagem.

13.9. Verificação de Armaduras

- 13.9.1 O betão não poderá ser espalhado sobre as armaduras antes da Fiscalização aprovar a sua colocação e montagem.
- 13.9.2 Durante a execução das betonagens deverá evitar-se, o mais possível a deformação e o deslocamento das armaduras.

13.10. Lista de Ensaios

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Ensaio de tracção de aços	Norma Portuguesa, NP-EN 10.002-; Ensaio de Tracção. Parte 1 “- 2006”
2	Ensaio de dobragem de aços	Norma Portuguesa, NP - 173
3	Dimensionamento de aços (preparação de amostras)	Norma Portuguesa, NP -331

Tabela 12 – Aço para Construção. Lista de Ensaios

14. AÇO PARA ARMADURAS DE PRÉ-ESFORÇO

- 14.1. Admite-se, em princípio, a utilização de qualquer dos tipos existentes no mercado, desde que sejam de proveniência reconhecida e apresentem, devidamente certificadas por documentos de homologação nos país de origem, as características mecânicas previstas no sistema de pré-esforço que for adoptado.
- 14.2. Os aços a utilizar serão obrigatoriamente de baixa relaxação e as características a que devem obedecer não podem ser, em nenhum caso, inferiores às estabelecidas nas especificações aplicáveis, nomeadamente as seguintes:
- EURONORM 10138
 - BRITISH STANDARD 5896-1980
 - ASTM-A 416-80 - Para cordões
 - ASTM-A 722-80 - Para varões
- 14.3. Serão fornecidos junto com cada lote de aço os diagramas de tensões-extensões e os resultados dos restantes ensaios na origem que certificam as suas propriedades devendo ser claramente indicado o valor do módulo de elasticidade. Esses ensaios e os documentos comprovativos obedecerão ao especificado na norma que, conforme o tipo de aço a utilizar, lhe for aplicável.
- 14.4. Se a Fiscalização assim o entender serão executados os ensaios necessários para comprovação das características indicadas e dos valores dos módulos de elasticidade. Esses ensaios serão realizados de acordo com o especificado na EN 10138 ou em 9. e 23. da BS 5896-1980, seguindo-se em tudo as normas acima citadas e as regras de aceitação aí descritas.
- 14.5. Só poderão ser aplicados em obra, lotes de aço já ensaiados ou já aceites pela Fiscalização.

- 14.6. Se o transporte e o fornecimento for efectuado em bobinas, elas devem ter obrigatoriamente um diâmetro tal que, aquando do seu desenrolamento os cabos não apresentem qualquer deformação. Para todos os efeitos, o diâmetro interior das bobinas não poderá ser inferior a 200 vezes o diâmetro do fio mais espesso do cordão.
- 14.7. Serão tomadas todas as precauções no transporte e armazenamento por forma a impedir a corrosão e a contaminação dos aços.
- 14.8. Toda a duração de armazenamento em obra superior a um mês, dará lugar a uma verificação periódica do estado dos aços e à renovação, sempre que necessário, da matéria especial de protecção.
- 14.9. Todas as bobinas de aço serão devidamente identificadas pelo fornecedor, terão etiquetas com a inscrição de ensaiadas ou por ensaiar, e só deverão sair do armazém para serem utilizadas. As que não forem utilizadas deverão regressar imediatamente ao armazém.
- 14.10. Lista de Ensaaios

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Ensaio de cabos de pré-esforço	Norma Portuguesa, NP-EN 10.002-; Ensaaios de Tracção. Parte 1 “- 2006”
2	Módulo de elasticidade	EN 10138

Tabela 13 – Aço para Armaduras de Pré-esforço. Lista de Ensaaios

15. BAINHAS E CALDAS PARA PRÉ-ESFORÇO

15.1. Bainhas para Armaduras de Pré-Esforço

- 15.1.1 As bainhas serão caneladas e respeitarão o especificado no artigo 163º do REBAP.
- 15.1.2 As espessuras mínimas da chapa constituinte das bainhas serão, conforme o seu diâmetro interior, as seguintes:
- $\varnothing_i < 55 \text{ mm}$ - esp. min = 0,31 mm
 - $55 < \varnothing_i < 65 \text{ mm}$ - esp. min = 0,45 mm
 - $65 < \varnothing_i < 110 \text{ mm}$ - esp. min = 0,53 mm
 - $110 < \varnothing_i \text{ mm}$ - esp. min = 0,60 mm
- 15.1.3 O diâmetro exterior das bainhas será, conforme o seu diâmetro interior, o seguinte:
- $\varnothing_i < 65 \text{ mm}$ - $\varnothing_e = \varnothing_i + 5 \text{ (mm)}$
 - $\varnothing_i > 65 \text{ mm}$ - $\varnothing_e = \varnothing_i + 7 \text{ (mm)}$
- 15.1.4 As bainhas e acessórios a instalar serão acompanhados por um certificado do fabricante com a indicação das suas características e condições de utilização.
- 15.1.5 Serão efectuados os seguintes ensaios de recepção:
- Flexibilidade
- As bainhas deverão suportar sem qualquer alteração três flexões alternadas com os raios de curvatura do projecto.
- Resistência ao amolgamento
- Colocado um troço de bainha com aproximadamente 1,00 m de comprimento sobre uma base rígida, aplica-se na geratriz superior, e entre duas estrias, através de um pilão cuja extremidade tem o formato de um semi-círculo com 12 mm de diâmetro, a força indicada a seguir em função do diâmetro interior da bainha.

Ø	F (kg)
25 a 75	75
75 a 85	90
85 a 95	105

A bainha deverá resistir às aplicações destas forças.

- Estanquicidade

Para o ensaio de perda de água, sobre a mesma amostra, procede-se ao enchimento da bainha com água, até se obter uma pressão interior de 0,5 bar que se manterá 5 minutos; a perda de água não deverá ultrapassar 1,5 % do volume do tubo.

15.2. Ancoragens de Pré-Esforço

- 15.2.1 As ancoragens do sistema de pré-esforço que o Empreiteiro propuser, e que venha a ser aceite pela Fiscalização, deverão ser de origem e ser acompanhadas das respectivas especificações (qualidade dos materiais, dimensões e tolerâncias), certificados de qualidade e controlo de conformidade e documentos de homologação.
- 15.2.2 O corpo de ancoragem será constituído por peça única, em aço vazado, dotada de nervuras transversais adequadas à transferência dos esforços ao betão.
- 15.2.3 Só será aceite material de origem, isto é, não serão aceites quaisquer componentes que não tenham sido fabricados ou pela Empresa de origem do sistema que for aprovado ou em fábricas pelas quais a mesma se responsabilize.
- 15.2.4 A Fiscalização reserva-se o direito de mandar, de cada lote de trinta ancoragens de cada tipo, ensaiar uma delas por si escolhida, de mandar verificar se os materiais que a constituem correspondem às qualidades especificadas e se todas as dimensões estão dentro dos limites de tolerância indicados nos documentos de homologação apresentados pelo fabricante. Os encargos inerentes são da conta do Empreiteiro e encontram-se incluídos no preço do pré-esforço.

15.3. Caldas de Cimento para Injecção das Bainhas

- 15.3.1 Calda coloidal ou pasta de cimento com o traço determinado em ensaios, e com os ajustamentos necessários, também determinados em ensaios, para a quantidade de água e do plastificante em função da temperatura e do comprimento dos cabos a injectar.
- 15.3.2 O Empreiteiro submeterá à aprovação da Fiscalização, após estudos detalhados, a composição nominal da calda, precisando:
 - a natureza, qualidade e origem dos constituintes;
 - a dosagem de cada constituinte expressa em peso, com as tolerâncias admissíveis;
 - a ordem de introdução dos constituintes no misturador.
- 15.3.3 De qualquer modo, a relação água/cimento será a menor possível, compatível com a trabalhabilidade adequada e não deve ser superior a 0,40.
- 15.3.4 O cimento, do tipo I, fornecido em saco, das classes 32.5 ou 42.5, deve respeitar, além das NP aplicáveis, ainda o seguinte:
 - não apresentar fenómenos de falsa presa;
 - ter um teor de ião cloro inferior a 0,05%;

- não conter nem íões de enxofre nem qualquer outro elemento que possa provocar corrosão no aço.
- 15.3.5 O Empreiteiro proporá a marca do adjuvante que pretende utilizar, acompanhando a proposta de um certificado de origem indicando a data limite para além da qual o produto não deve ser utilizado, ficando desde já entendido que nesse adjuvante não deve existir nenhum produto corrosivo para o aço, como, por exemplo, cloretos ou alumínio.
- 15.3.6 Além da Especificação LNEC E 372, a água respeitará, adicionalmente, as especificações seguintes:
- cloretos por íão Cl- < 500 mg/l;
 - sulfatos por íão SO₄²⁻ < 400 mg/l;
 - ausência de detergentes.
- 15.3.7 Para o conjunto dos constituintes (cimento, água e adjuvante) o teor em íões agressivos será globalmente inferior a:
- 0,1% da massa de cimento em íões Cl-;
 - 0,1% da massa de cimento em íões SO₄²⁻;
 - traços de íões S²⁻.
- 15.3.8 As tolerâncias sobre as dosagens serão as seguintes:
- ± 2% sobre a massa de cimento;
 - ± 1% sobre a massa de água;
 - ± 2% sobre a massa do adjuvante.
- 15.3.9 Serão conduzidos ensaios de acordo com as especificações da prEN 445, devendo os resultados desses ensaios obedecer às especificações da prEN 447, respeitando-se o seguinte:
- A mistura será estudada em função das condições locais e das condições reais de injeção, por forma a ter boa trabalhabilidade, a qual deverá ser sempre testada com o cone de Marsh. O tempo de escoamento pelo tubo inferior do cone deve ser inferior a vinte e cinco segundos até decorridos, pelo menos, trinta minutos após a fabricação da calda ou até ao fim do período de injeção.
 - A exsudação da calda, medida sobre provetes cilíndricos hermeticamente fechados, não deverá ser superior a 2% às três horas, nem a 3% como máximo absoluto, devendo a leitada absorver toda a água exsudada em vinte e quatro horas.
 - A variação de volume da calda, medida sobre provetes cilíndricos, deverá estar compreendida entre -1% e +5%. Se forem usados agentes expansivos não poderá haver diminuição de volume. O seu tempo de início de presa a 30°C deverá, em todas as circunstâncias de temperatura, ser superior a 3 horas.
- 15.3.10 Serão conduzidos ensaios sistemáticos de resistência aos 3, 7 e 28 dias para garantir a resistência exigida e afinar a composição da calda. Cada um desses ensaios será realizado, em cada amassadura, sobre, pelo menos, uma amostra de três provetes, ficando ao critério da Fiscalização aumentar o número de amostras por amassadura.
- 15.3.11 A sua resistência à compressão aos 28 dias não poderá ser inferior a 50 MPa.

15.4 Lista de Ensaio

Nº	ENSAIOS	NORMAS / REGULAMENTOS
1	Ancoragens de Pré-Esforço	Não aplicável

Tabela 14 – Aço para Armaduras de Pré-esforço. Lista de Ensaio

16. CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO E PRÉ-ESFORÇADO

16.1. Condições Técnicas

- 16.1.1 Os elementos estruturais de betão, serão executados, em princípio, por métodos tradicionais, moldando no local os elementos previstos no projecto, com as dimensões aí indicadas.
- 16.1.2 Não será permitida qualquer betonagem sem prévia inspecção, pela Fiscalização, dos moldes e armaduras.
- 16.1.3 Na execução dos moldes, e no fabrico e colocação de armaduras, seguir-se-á o previsto no projecto e neste caderno de encargos.
- 16.1.4 A colocação, compactação e cura do betão far-se-á de acordo com o prescrito neste caderno de encargos.
- 16.1.5 As juntas de betonagem deverão ser rigorosamente posicionadas e sujeitas à aprovação prévia da Fiscalização a qual, do mesmo modo, aprovará o tratamento e preparação das referidas juntas.
- 16.1.6 A localização das juntas de betonagem deverá ser preferencialmente em zonas de momentos nulos no caso das lajes e das vigas (desde que os painéis se mantenham devidamente escorados) devendo ser tomadas as medidas necessárias ao tratamento dessas juntas.

16.2. Nivelamento – Tolerâncias

- 16.2.1 As tolerâncias para os desvios em relação às cotas e especificações do projecto são as seguintes:
 - em relação a uma base de referência, em valor absoluto (estrutura de betão): $\pm 1\text{cm}$
 - em relação a uma base de referência, em valor absoluto (estrutura metálica): $\pm 5\text{mm}$
 - em relação ao recobrimento das armaduras: $\pm 5\text{mm}$
- 16.2.2 O Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização o processo que se propõe utilizar para garantir e permitir o controlo destas tolerâncias. Em relação a dimensões não referidas explicitamente aplicar-se-á a regulamentação em vigor.
- 16.2.3 Todas as operações de nivelamento, durante as fases de construção, serão da obrigação do Empreiteiro que as registará cuidadosamente entregando, logo após a sua realização, os registos à Fiscalização, considerando-se o custo dessas operações como já incluído nos preços dos materiais.

17. AÇOS PARA ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO METÁLICA

17.1. Condições Gerais

- 17.1.1 Os perfilados a utilizar serão de aço das classes Fe360 (S235), Fe430 (S275) ou Fe510 (S355), especificadas no R.E.A.E. e/ou no Eurocode 3 devendo estes ser fornecidos com certificado de qualidade.
- 17.1.2 Os perfilados e chapas a empregar nas estruturas, serão de aço de construção, partindo de material novo e trabalhado segundo a melhor técnica.
- 17.1.3 As estruturas metálicas a fornecer e a montar, compreenderão os elementos metálicos (perfis, chapas, etc.) e os órgãos de ligação (parafusos, porcas, anilhas, placas, electrodos para soldaduras, etc.).
- 17.1.4 As tolerâncias de fabrico deverão estar de acordo com as recomendações Europeias da ECCS.
- 17.1.5 Serão da responsabilidade do Empreiteiro todos os danos causados nos materiais durante o transporte, desde a oficina ao local de montagem.

- 17.1.6 Nos casos omissos, o fornecedor deverá reger-se por normas e/ou códigos que se reportem a este tipo de construção, entre eles o R.E.A.E (Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios), Eurocódigo 3 (Pré norma europeia ENV 1993-1-1), SIA 161 (Construction Métallique) entre outras, devendo neste caso comunicar ao dono de obra ou ao seu representante as normas técnicas ou códigos adoptados.
- 17.1.7 Desde que a qualidade do aço satisfaça as mesmas condições e a Fiscalização o aprove, os perfilados poderão ser substituídos por perfis equivalentes, mas apenas nos elementos que não ponham em causa o projecto de Arquitectura.
- 17.1.8 Os aços a utilizar na estrutura metálica devem possuir textura compacta e homogénea e não ter inclusões, fendas ou outros defeitos prejudiciais à sua utilização. Se eventualmente as matérias primas adquiridas pelo fornecedor apresentarem qualquer defeito, a sua aplicação só será permitida se a correcção for efectuada por processos que garantam as características iniciais do material e perfeito funcionamento das peças a que se destinam.
- 17.1.9 O fornecedor dever-se-á obrigar a comunicar à Fiscalização o tipo de defeito encontrado, bem como a especificação para a recuperação do mesmo. Só após acordo escrito da Fiscalização, é que o fornecedor poderá dar início ao processo de reparação ou, se for caso disso, à substituição da peça defeituosa.
- 17.1.10 As características mecânicas dos aços deverão respeitar as especificações do projecto de acordo com o R.E.A.E. Os aços em parafusos e soldaduras devem corresponder ao especificado no projecto e satisfazer as condições prescritas no R.E.A.E. As classes de resistência especificadas para os parafusos deverão respeitar a norma DIN 267.
- 17.1.11 As anilhas estampadas devem satisfazer a norma DIN 125 - Forma A e as anilhas em cunha as normas DIN 434 e 435 (1967).
- 17.1.12 O aço em parafusos deverá obedecer às condições do artº 10º do R.E.A.E. ou ao Eurocode 3.
- 17.1.13 O metal de adição para soldadura obedecerá às condições expressas no artº 11º do R.E.A.E.

17.2. Condições de Execução

Preparação das chapas e perfis

- 17.2.1 Todas as chapas e perfis a utilizar na construção devem estar perfeitamente desempenadas e alinhadas, o que equivale a dizer que não deverão apresentar flechas, devidas a curvaturas, superiores a 1/1500.
- 17.2.2 A Fiscalização poderá rejeitar todas as chapas e perfis que não satisfaçam a estas condições.
- 17.2.3 As operações de desempenho e alinhamento deverão ser feitas à prensa, ao martelo ou com o auxílio de uma máquina de rolos.

Corte, furação e rectificação de chapas e perfis

- 17.2.4 O corte das chapas e perfis poderá ser feito à tesoura, à serra ou por oxicorte. Nos dois primeiros casos, as peças poderão ficar em bruto, desde que o corte não apresente rasgamentos, faltas de material ou rebarbas. No último caso, só se admitirá este processo desde que se utilize uma máquina automática de oxicorte, que garanta que o corte é regular, sendo contudo necessário reparar à mó todas as irregularidades que se verifiquem.
- 17.2.5 A furação das chapas ou perfilados não poderá em caso algum ser feita a maçarico. Nos casos correntes, esta furação poderá ser feita a saca-bocados ou a punção directamente, no diâmetro definitivo, desde que não se exija o mandrilamento do furo. Se, porém, por razões especiais de ligação, for exigido o mandrilamento dos furos, estes deverão ser abertos com um diâmetro inferior em 3 mm ao definitivo, por qualquer dos processos anteriormente indicados ou pelo

emprego de engenhos de furar ou de brocas, fazendo-se de seguida o alargamento de furo até à dimensão definitiva com o auxílio de um mandril.

- 17.2.6 Os cortes efectuados por oxicorte, e nomeadamente naqueles aos quais se vão aplicar cordões de soldadura, deverão ser convenientemente limpos e afagados.

Montagem

- 17.2.7 O Empreiteiro deverá apresentar um plano de montagem bem como os meios a utilizar. Estes deverão ser aprovados pela Fiscalização.
- 17.2.8 As peças a ligar na montagem deverão ser marcadas, cuidadosamente posicionadas, para o que haverá que considerar a colocação de dispositivos de posicionamento que mantenham as peças nas posições correctas, sem lhes introduzir esforços secundários.
- 17.2.9 Todos os elementos da estrutura deverão ser decapados e pintados antes da montagem; as zonas das soldaduras serão retocadas com pintura apropriada, anticorrosiva, o mesmo se fazendo a todas as zonas danificadas durante a montagem.
- 17.2.10 As tolerâncias de montagem, tais como as de fabrico, deverão estar de acordo com as recomendações Europeias da ECCS.

17.3. Ligações

Características Gerais

- 17.3.1 Todas as ligações deverão ser efectuadas sem introduzir esforços importantes nas peças.
- 17.3.2 A execução das várias ligações deverá obedecer a regras intencionalmente aceites para este tipo de ligações, nomeadamente as recomendações da ECCS para a construção metálica e compatibilizadas com as disposições regulamentares do R.E.A.E.
- 17.3.3 Qualquer alteração ao tipo de ligação previsto deverá cumprir os critérios de dimensionamento utilizados no projecto e deverá, em qualquer caso, ser submetida à aprovação da Fiscalização
- 17.3.4 Devem retocar-se contra a corrosão todas as pinturas que tenham ficado danificadas durante a execução das ligações.
- 17.3.5 Em obras consideradas de maior importância ou sempre que o dono de obra achar conveniente, poder-se-á exigir ao empreiteiro ensaios, realizados em laboratórios oficiais, do tipo de ligação efectuado.
- 17.3.6 Todas as ligações serão aprovadas pela Fiscalização.

Ligações aparafusadas, conectores e chumbadores

- 17.3.7 As ligações por parafusos deverão ter características que observam as condições prescritas nos artigos 22º e 23º do R.E.A.E. As disposições dos parafusos deverão obedecer ao indicado no artigo 25º do R.E.A.E., 1986.
- 17.3.8 Após o aperto, a parte roscada dos parafusos deverá ficar saliente das porcas de um comprimento correspondente a pelo menos uma espira, com o máximo de 60% do diâmetro do parafuso.
- 17.3.9 Os chumbadores deverão ter as características mínimas indicadas nos desenhos.
- 17.3.10 No caso de utilização de ligações aparafusadas pré-esforçadas, os parafusos utilizados não poderão ser de classe de resistência inferior a 8.8. Nestas ligações não poderá haver deslizamento entre parafusos.

Ligações soldadas

- 17.3.11 Os soldadores a utilizar deverão ser devidamente qualificados. Ao dono de obra ou ao seu representante é observado o direito de exigir provas de qualificação dos soldadores e de

recusar o soldador que revelou qualidade insuficiente nas primeiras soldaduras que realizou na obra.

- 17.3.12 Deverão tomar-se precauções necessárias para evitar as excessivas deformações das peças a soldar ou efeitos nocivos às vibrações térmicas. Para tal dever-se-á estabelecer um critério cuidadoso da sequência das soldaduras a executar sobre cada peça, dando conhecimento do mesmo à Fiscalização.
- 17.3.13 Os trabalhos de soldadura deverão ser feitos ao abrigo da chuva, do vento ou da neve, e, deverão ser interrompidos se a temperatura descer abaixo de + 5° C, a menos que se tomem disposições especiais que assegurem a boa qualidade dos cordões executados nessas condições.
- 17.3.14 A sequência das soldaduras a executar e os electrodos a utilizar deverão ser objecto de prévia aprovação escrita do Dono da Obra ou do seu representante. Deverão igualmente ser apresentadas previamente ao Dono da Obra ou ao seu representante as especificações dos processos de soldadura, onde vêm definidos, entre outros, os parâmetros de soldadura e as preparações de chanfros.
- 17.3.15 As superfícies a soldar deverão ser secas e bem limpas, imediatamente antes da soldadura, eliminando escórias, ferrugem, óleo. Os electrodos deverão igualmente estar secos.
- 17.3.16 O fornecedor deve proceder à repicagem das escórias quando os cordões de soldadura forem obtidos por mais de uma passagem.
- 17.3.17 Nos cordões de soldadura topo a topo e sempre que isso seja construtivamente possível, proceder-se-á à esmerilagem da raiz e à execução do respectivo cordão.
- 17.3.18 A espessura de todos os cordões de canto será a máxima de acordo com o definido no Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios.
- 17.3.19 Quando a espessura dos cordões é indicada nos desenhos, devem observar-se as indicações aí contidas.
- 17.3.20 As soldaduras deverão ficar sem defeitos prejudiciais e com dimensões e contornos adequados.

Verificação das soldaduras

- 17.3.21 As soldaduras serão controlados por inspecção visual com avaliação dos calibres dos cordões da soldadura e da sua perfeição quanto à geometria e acabamento.
- 17.3.22 As soldaduras poderão ser controladas por líquidos penetrantes no sentido de se detectarem fissuras.
- 17.3.23 Se a Fiscalização assim o entender poderão as soldaduras ser radiografadas.

17.4. Protecção de Estruturas Metálicas

- 17.4.1 Os perfis deverão ser protegidos contra a corrosão por meio de decapagem e pintura com primário e três camadas de tinta anticorrosiva.
- 17.4.2 Os perfis interiores do edifício serão ainda protegidos com um revestimento espesso que assegure uma resistência ao fogo superior ou igual a EF30. A protecção contra a corrosão e a protecção contra o fogo poderão ser realizadas a partir do mesmo material. O sistema de protecção deverá ser proposto pelo Empreiteiro, devendo a proposta ser acompanhada de certificados de fabrico que deverão incluir resultados de ensaios de qualificação em laboratório oficial.
- 17.4.3 A decapagem será realizada com grenalha de aço ao grau SA 2½ em oficina.
- 17.4.4 As tintas a aplicar nas diversas camadas deverão ter cores ou tonalidades diferentes.

- 17.4.5 O primário a adoptar deverá ser um primário epoxídico de zinco com 40 microns, com excepção das zonas na vizinhança dos bordos a soldar.
- 17.4.6 Nas zonas soldadas e na sua vizinhança será aplicado um primário especial de grande espessura baseado em resina epoxídica modificada e alumínio, aplicado em obra imediatamente após a soldadura e a sua escovagem com escova de arame duro.
- 17.4.7 A camada de tinta a aplicar sobre o primário epoxídico (subcapa) deverá ter 75 microns sendo baseado em resinas acrílicas e de borracha clorada.
- 17.4.8 As camadas seguintes de tinta a aplicar sobre a subcapa terão 35 microns de espessura, com colocação a definir pela Fiscalização, será também baseada em resinas acrílicas e de borracha clorada.
- 17.4.9 As tintas deverão satisfazer as prescrições gerais estabelecidas nas normas portuguesas aplicáveis. A Fiscalização poderá exigir os ensaios necessários antes da aprovação.
- 17.4.10 A aplicação da tinta será feita por pintores brochantes especializados, seguindo cuidadosamente o que for aconselhado pelos técnicos do fabricante.
- 17.4.11 A pintura, no local da obra, será executada somente depois dos elementos estarem perfeitamente assentes e cuidadosamente limpos, não podendo ser realizada com tempo chuvoso ou com superfícies húmidas.
- 17.4.12 As camadas de tinta deverão cobrir perfeitamente as superfícies e apresentar espessura uniforme, não se permitindo a aplicação de uma camada sobre outra já executada senão depois de se verificar que esta está completamente seca.

17.5. Ensaios de Controlo de Estruturas Metálicas

18. VIGAS METÁLICAS

18.1. Condições Gerais

- 18.1.1 Os perfilados a utilizar serão de aço das classes Fe360 (S235), Fe430 (S275) ou Fe510 (S355), especificadas no R.E.A.E. e/ou no Eurocode 3 devendo estes ser fornecidos com certificado de qualidade.
- 18.1.2 As vigas a empregar nas estruturas, serão de aço de construção, partindo de material novo e trabalhado segundo a melhor técnica.
- 18.1.3 As tolerâncias de fabrico deverão estar de acordo com as recomendações Europeias da ECCS.
- 18.1.4 A armazenagem será feita em ambiente limpo e de modo a que não sejam provocadas deformações nos materiais.
- 18.1.5 O transporte e colocação dos materiais será feito de modo a que não haja danos nas peças. Serão da responsabilidade do empreiteiro todos os danos causados nos materiais durante o transporte, desde a oficina ao local de montagem
- 18.1.6 Nos casos omissos, o fornecedor deverá reger-se por normas e/ou códigos que se reportem a este tipo de construção, entre eles o R.E.A.E (Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios), Eurocódigo 3 (Pré norma europeia ENV 1993-1-1), SIA 161 (Construction Métallique) entre outras, devendo neste caso comunicar ao dono de obra ou ao seu representante as normas técnicas ou códigos adoptados.
- 18.1.7 Todo o pessoal a utilizar deverá ser devidamente qualificado. Ao dono de obra ou ao seu representante é observado o direito de exigir provas de qualificação.

18.2. Condições de Execução

Preparação

- 18.2.1 Todos os perfis a utilizar não deverão ter uma flecha máxima de $l/1000$ antes da montagem (l é o comprimento do perfil a utilizar).
- 18.2.2 Antes da montagem das vigas, conforme o plano de montagem, estas deverão estar limpas de quaisquer detritos.
- 18.2.3 Todas as vigas serão vistoriadas pela Fiscalização podendo esta rejeitar todos os perfis que não satisfaçam as condições requeridas neste caderno de encargos ou nas normas em vigor.

Execução

- 18.2.4 A montagem deverá ser conforme o plano de montagem previamente definido pelo Empreiteiro e aprovado pela Fiscalização
- 18.2.5 A montagem será feita de acordo com os desenhos e terá as tolerâncias de acordo com as recomendações Europeias da ECCS.

19. CHAPAS METÁLICAS

19.1. Condições Gerais

- 19.1.1 Os materiais a utilizar nas chapas deverão estar de acordo com o especificado no R.E.A.E. e/ou no Eurocode 3, devendo estes ser fornecidos com certificado de qualidade.
- 19.1.2 As chapas deverão resistir às acções e solicitações que irão ser submetidas, de acordo com as condições definidas no R.S.A. (Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes).
- 19.1.3 As chapas a empregar nas estruturas serão de aço de construção, partindo de material novo e trabalhado segundo a melhor técnica.

- 19.1.4 As tolerâncias de fabrico deverão estar de acordo com as recomendações Europeias da ECCS.
- 19.1.5 A armazenagem será feita de modo a que as chapas sejam cobertas, estando deste modo resguardadas da água por forma a evitar a condensação.
- 19.1.6 O transporte e colocação dos materiais será feito de modo a que não haja danos nas peças. Serão da responsabilidade do Empreiteiro todos os danos causados nos materiais durante o transporte, desde a oficina ao local de montagem.
- 19.1.7 Nos casos omissos, o fornecedor deverá reger-se por normas e/ou códigos que se reportem a este tipo de construção, entre eles o R.E.A.E (Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios), Eurocódigo 3 (Pré norma europeia ENV 1993-1-1), SIA 161 (Construction Métallique), entre outras, devendo neste caso comunicar ao dono de obra ou ao seu representante as normas técnicas ou códigos adoptados.
- 19.1.8 Todo o pessoal a utilizar deverá ser devidamente qualificado. Ao dono de obra ou ao seu representante é observado o direito de exigir provas de qualificação.

19.2. Condições de Execução

Preparação

- 19.2.1 Todas as chapas a utilizar não deverão ter uma flecha máxima de $l/1000$ antes da montagem (l é o maior comprimento da chapa a utilizar).
- 19.2.2 Antes da montagem das chapas, conforme o plano de montagem, estas deverão estar limpas de quaisquer detritos.
- 19.2.3 Todas as chapas serão vistoriadas pela Fiscalização, podendo esta rejeitar todas as chapas que não satisfaçam as condições requeridas.

Execução

- 19.2.4 A montagem deverá ser conforme o plano de montagem previamente definido pelo Empreiteiro e devidamente aconselhado pelo fabricante e deverá ser submetido à aprovação da Fiscalização.
- 19.2.5 A montagem será feita de acordo com os desenhos e terá as tolerâncias, de acordo com as recomendações Europeias da ECCS.
- 19.2.6 Na montagem deverão ser instaladas ancoragens e outros mecanismos para limitar as deformações.
- 19.2.7 O empreiteiro deverá acautelar a disposição dos materiais, de modo a que, em caso algum, haja zonas da chapa sobrecarregadas com cargas superiores às dimensionadas.
- 19.2.8 Caso de o projecto preveja lajes colaborantes (lajes mistas), a montagem destas será proposta pelo Empreiteiro e aprovada pela Fiscalização, para não haver esforços na estrutura que não estavam previstos no projecto de execução

20. MADEIRAS

20.1. Características Gerais

- 20.1.1 Por se tratar de um material de origem biológica, formado em conjunto com um grande número de factores externos que influenciam a formação do lenho na árvore, as madeiras apresentam uma grande variabilidade das suas características.
- 20.1.2 Apesar desta variabilidade, cada espécie é, no entanto, caracterizada ao nível da organização dos seus tecidos, por uma estrutura anatómica bem diferenciada do ponto de vista da geometria, composição e arranjo dos seus elementos constituintes. Daqui a grande importância que tem para a caracterização de uma dada espécie florestal, a descrição dos aspectos anatómicos que permitem classificá-la dentro de uma dada Família, Género ou Espécie.

- 20.1.3 Outros aspectos relacionados com a anatomia e com grande interesse na concretização do lenho são os que se referem à cor, fio, textura e desenho das madeiras, de que o utilizador pode tirar partido, sobretudo quando estão em vista usos em que o aspecto estético é importante.
- 20.1.4 As características referentes à cor, fio, textura e desenho não apresentam grande variabilidade dentro da mesma espécie florestal mas o mesmo não acontece em geral com as características físicas e mecânicas que exibem larga dispersão.
- 20.1.5 Em relação às madeiras nacionais, não apresentam uma diferenciação tão marcada das camadas de crescimento, o que lhes confere uma maior homogeneidade do tecido lenhoso e simultaneamente uma menor variabilidade das características.
- 20.1.6 As madeiras são qualificadas regra geral segundo as seguintes características:
- Humidade
 - Retracção
 - Densidade
 - Características mecânicas
 - Características tecnológicas
 - Características das madeiras e utilizações

20.1.7 Humidade

Embora não se possa considerar uma característica intrínseca da madeira, a sua determinação é indispensável. Trata-se de um parâmetro que não só condiciona grandemente o comportamento do material durante a fase de laboração, secagem e preservação, mas, por efeito do fenómeno de retracção e entumescimento, influi de maneira notável na geometria das peças em serviço, nas características de resistência mecânica dos elementos estruturais e na sua durabilidade.

Em material lenhoso recentemente abatido, a humidade é muito variável, podendo ter valores desde 200 a 300% - espécies florestais de muito baixa densidade - até 40 ou 50% - espécies de elevada densidade.

A madeira é considerada verde para teores de humidade variando entre os 20 a 30%.

É designada geralmente por madeira comercialmente seca aquela que contém uma humidade entre 18 a 20% e, por seca ao ar, a que atingiu a humidade de equilíbrio correspondente às condições médias de temperatura e humidade relativa do ar sob coberto, variável consoante a época do ano e a região.

A humidade de equilíbrio pode atingir valores da ordem dos 8 a 12%, correspondentes a locais secos ou aquecidos.

Convencionalmente adoptou-se o valor de 12% para a humidade normal. Tem grande importância nas madeiras a aplicar, a sua obtenção com uma humidade próxima da correspondente à situação de equilíbrio, que é, variável consoante o meio considerado.

20.1.8 Retracção

A determinação da humidade é essencial para a caracterização das madeiras do ponto de vista das retracções. O valor da retracção varia consoante a direcção que se considera e é diferente de espécie para espécie florestal. Assim é importante a determinação das retracções lineares totais - desde a humidade de saturação até 0% - segundo as direcções tangencial (Rt), radial (Rr) e axial (Ra), a partir das quais se pode calcular a retracção volumétrica.

Porque do valor da retracção depende o comportamento da madeira quanto à variação do volume e forma, formação de fendas e empenos, toma um interesse particular a sua determinação sistemática.

Certas grandezas como a relação R_t/R_r , a humidade de saturação das fibras, S , e o coeficiente de retracção volumétrica V , R_v/S , ligadas às características referidas, desempenham papel importante na apreciação de uma dada madeira face às suas utilizações possíveis.

Assim, quanto maior for R_t/R_r , maior será a tendência para a madeira fender e empenar; quanto mais elevado for V , mais "nervosa" será a madeira, isto é, sofrerá maiores variações de dimensão por efeito das alterações de humidade; quanto maior for S menor será V , etc.

20.1.9 Densidade

A densidade é um dos índices que mais informação fornece sobre as características gerais de uma madeira. A uma maior densidade corresponde quase sempre uma maior retractibilidade, uma maior dificuldade de laboração, uma maior resistência mecânica, uma menor permeabilidade, uma maior durabilidade natural, entre outros.

Trata-se pois, de uma característica cujo conhecimento é essencial para a qualificação das espécies. A sua determinação deve fazer-se sistematicamente, mesmo em situações onde apenas haja possibilidade de realizar um estudo sumário da madeira em causa.

Deve chamar-se a atenção para o facto de a densidade depender bastante da humidade, dependência aliás, que é mais forte para valores deste parâmetro superiores à humidade de saturação das fibras, uma vez que, nestas condições, o aumento de peso da madeira não é acompanhado de aumento de dimensão das peças, como acontece quando o valor da humidade se situa abaixo daquele limite.

Por esta razão, falar em densidade de uma dada madeira só tem sentido quando se indica a humidade a que foi determinada. Geralmente os valores apresentados em tabelas referem-se a humidade de 12%.

Sendo a densidade da madeira um bom aferidor da resistência mecânica, a sua consideração quando se seleccionam peças para estruturas é da máxima importância.

Uma maneira prática - embora indirecta - de a estimar, consiste na determinação do número médio de anéis por centímetro medido na direcção radial. Para madeiras resinosas, quanto maior for esse número, mais elevada será a resistência, dado que a um estreitamento das camadas de crescimento corresponde geralmente um aumento da percentagem de lenho de Outono presente numa dada secção. Para madeira de folhosas, passa-se em geral o contrário, isto é, quanto menor for o número de anéis por centímetro, mais alta será aquela percentagem e, consequentemente, mais elevada a densidade e a resistência aos diversos tipos de solicitação.

20.1.10 Características Mecânicas

O interesse da determinação destas características reside no facto de praticamente não haver elementos de construção - seja taco de pavimento, porta, peça de mobiliário, perna de asna, travessa de caminho de ferro, etc. - no qual não sejam importantes os esforços a que está sujeito.

Em determinadas situações, a madeira irá ser solicitada a esforços de compressão, noutras a esforços de tracção, noutras a esforços de flexão, etc. Casos haverá nos quais a peça ou

estrutura estará sujeita a cargas dinâmicas exigindo-se que possua capacidade de resistência ao choque; noutras terá de absorver tensões de corte ou esforços de compressão transversal, etc.

Quando se trata de materiais isótropos, por não variarem as suas propriedades com a direcção, é lícito falar simplesmente em tensões de rotura à compressão, à tracção ou ao corte. Relativamente à madeira já assim não sucede, havendo necessidade de referir a direcção em que actua o esforço, o que conduz à definição de resistências segundo a direcção das fibras - compressão, tracção e corte axiais - e normalmente às fibras: - compressão e tracção transversais. Quanto a estes últimos, dever-se-á distinguir ainda entre os que são dirigidos tangencialmente às camadas de crescimento e os que são aplicados radialmente, pois é diferente o comportamento da madeira num caso e noutro.

Uma outra característica que normalmente se determina é a sua dureza, uma vez que em determinadas utilizações o material lenhoso fica submetido à acção de cargas concentradas que tendem a produzir mossas ou esmagamentos nas superfícies expostas. Estão nestes casos por exemplo: os tacos para pavimentos, as travessas de caminho de ferro, etc..

Em geral, as características mecânicas que se determinam para qualificar uma madeira, são as seguintes:

- compressão axial: tensão de rotura, cotas estática e específica;
- flexão estática: tensão de rotura, cotas de rigidez, de flexão e de tenacidade;
- tracção transversal: tensão de rotura, cota de aderência;
- fendimento: força unitária de rotura, cota de fissilidade;
- corte: tensão de rotura, cota de corte;
- dureza: dureza, cota de dureza.

Quando a madeira se destina a estruturas, é fundamental o estabelecimento das tensões de segurança que podem ser adoptadas pelo Projectista. A determinação destas características envolve um conhecimento mais profundo do material lenhoso, pois exige que se estudem extensivamente os diversos factores que afectam o seu comportamento mecânico.

Em primeiro lugar, e para os diferentes tipos de solicitações, impõe-se conhecer a dispersão das tensões de rotura; daí a necessidade de se conhecer um grande número de valores provenientes das mais variadas origens, a fim de se ter em conta a variabilidade da madeira determinada pelos diversos factores de clima, de solo e de povoamento em que vegetou a espécie florestal que a produziu. Em segundo lugar, há que estudar a influência que a humidade exerce sobre aquelas tensões para se poder prever a redução que sofrem as características de resistência quando este factor sobe do valor normal de 12% a que são referidos os resultados, para um valor que, nas condições mais desfavoráveis represente a humidade que a madeira pode atingir em serviço, seja em locais abrigados, seja em situações de exposição franca às intempéries. Um terceiro aspecto a considerar refere-se à influência da permanência das cargas que actuam nas estruturas, pois os valores determinados para as tensões de rotura são em geral obtidos sob a acção de solicitações de curta duração.

Finalmente, há que ter em conta, por se tratar de um parâmetro que afecta fortemente a resistência da madeira, o efeito depreciador dos defeitos, designadamente os nós, as fendas, o fio diagonal, o fio torcido, entre outros.

20.1.11 Características Tecnológicas

Entre as principais características tecnológicas que fornecem um conhecimento útil devem referir-se: Facilidade de laboração, propensão para fendas e empenos, facilidade de secagem, facilidade de acabamento, durabilidade natural e facilidade de impregnação por produtos preservadores.

A facilidade de laboração está fortemente relacionada com a densidade e a dureza da madeira, com certas anomalias do tecido lenhoso, designadamente fio reverso, fio torcido, inclusões minerais, etc. A humidade desempenha também papel importante, sendo o trabalho de serragem mais fácil quando o valor se situa acima da humidade de saturação das fibras.

A propensão para fendas e empenos depende fundamentalmente da retractibilidade da madeira, da relação entre a retracção tangencial e a radial, de certos aspectos da estrutura lenhosa, designadamente dimensões e número de raios lenhosos por unidade de superfície, presença de fio reverso ou de fio torcido, ocorrência do lenho de reacção, tensões internas, etc.

A facilidade de acabamento está sobretudo ligada às características anatómicas -disposição dos feixes de fibras e do parênquima, dimensões dos poros, dimensões dos raios lenhosos, etc. - e com aspectos com elas relacionados, como o fio, o brilho, a textura e o desenho, desempenhando papel importante certas anomalias, como o lenho de reacção, o fio reverso, o fio ondulado, o fio torcido, o fio diagonal e outras. Também o plano de corte da madeira, segundo se aproxima da situação radial ou da situação tangencial, sobretudo nos casos em que os raios são grandes, tem influência na facilidade de acabamento.

Por outro lado, certos produtos contidos na madeira - gomas, resinas, etc. - podem ter efeito importante sobre a qualidade das superfícies acabadas devido ao eventual tipo de reacção química com os recobrimentos - vernizes, tintas e colas.

A durabilidade natural encontra-se principalmente associada a densidade, a porosidade, a permeabilidade e ainda à presença de substâncias extractáveis, como resinas e gomas, que desempenham não só um papel de natureza física, por reduzirem a permeabilidade do lenho a líquidos e gases, uma vez que esses produtos colmatam os vazios celulares e intercelulares. No fundo é a permeabilidade que comanda a durabilidade, podendo afirmar-se, de um modo geral, que as madeiras muito permeáveis são susceptíveis de ser atacadas por agentes xilófagos enquanto o são menos as pouco permeáveis. Assim se explica a grande diferença de durabilidade entre borne e cerne de uma mesma espécie, uma vez que a permeabilidade do cerne é, regra geral, bastante mais baixa que a do borne.

A facilidade de impregnação por produtos preservadores está, como é óbvio, vinculada à permeabilidade do tecido lenhoso, dependendo esta fundamentalmente do diâmetro dos lumens das células - traqueídeos, vasos e fibras - das dimensões dos raios lenhosos, da existência de canais secretores, da distribuição, número e dimensões das ligações que estabelecem a passagem entre células contíguas e da ocorrência de obstruções que impeçam ao nível dos lumens celulares e das ligações entre estes, o movimento dos líquidos.

Relacionando estas características com a anterior pode-se afirmar que uma madeira pouco durável é facilmente impregnável por produtos preservadores e que uma madeira muito durável é difícil de impregnar.

20.1.12 Características da madeira e utilizações

Às condições de uso e de utilização das madeiras devem corresponder determinadas características desta.

No sentido de facilitar a escolha correcta de uma espécie em relação às solicitações de serviço a que irá ficar sujeita, dão-se a seguir para as aplicações mais correntes, indicações genéricas sobre as características que a madeira deverá possuir.

20.2. Estruturas

- média e elevada resistência a todos os tipos de solicitações;
- retracção média e baixa;
- fraca propensão para fender e empenar;
- fio recto;
- nós limitados em número e dimensões;
- elevada durabilidade contra insectos e fungos ou facilidade de impregnação por produtos preservadores;
- capacidade de suportar órgãos metálicos de ligação, sem fendas;
- humidade na altura de aplicação:
 - estruturas expostas ao tempo <18%
 - estruturas abrigadas <14%

20.3 Tacos e parquet- mosaico

- textura homogénea, cor e desenho agradáveis permitindo bom acabamento;
- média e elevada resistência ao desgaste que corresponde geralmente a média e elevada dureza;
- média e baixa retracção e coeficiente de retractibilidade baixo;
- durabilidade satisfatória contra fungos e particularmente contra insectos;
- humidade na altura da aplicação:
 - dependências não aquecidas 12 a 14%
 - dependências aquecidas 10 a 12%

20.4 Soalho

Características iguais às anteriores.

20.5 Portas

- Portas engradadas: características idênticas às indicadas para tacos e parquet mosaico.
- Para além daquelas, fraca propensão para fender, empenar e boa aptidão à colagem.
- Portas planas, contraplacados ou outras: a madeira da estrutura interior deve ser branda, pouco retráctil oferecendo boas condições de colagem.

20.6 Janelas

- média e elevada densidade e resistência;
- fio recto,
- facilidade de laboração;
- retracção média e baixa;
- fraca propensão para fender e empenar;
- boa aptidão a colagem;
- elevada durabilidade contra fungos;
- humidade na altura da aplicação - 12 a 14%.

20.7 Guarnições

- Características idênticas às indicadas para as portas engradadas.

20.8 Folhas e contraplacados

- textura homogênea, cor e desenho agradáveis permitindo bom acabamento;
- retracção média e baixa;
- facilidade de corte por desenrolamento ou guilhotinagem;
- boa aptidão à colagem;
- humidade na altura da aplicação - 10 a 12%

20.9. Características Particulares

- 20.9.1 A espécie da madeira a aplicar para cada um dos elementos definidos no projecto é a indicada nos desenhos e pormenores, no Mapa de Acabamentos e/ou no Mapa de Quantidades de Trabalho.
- 20.9.2 As madeiras a utilizar terão coloração uniforme, serão de fibras direitas e unidas, sem ninhos de nós, nós podres, soltadiços, ou de diâmetro superior a 10 mm, fendilhados ou lascados, sem cavidades, fendas ou podridões resultantes ou não do ataque de fungos. Não deverão apresentar sinais de infestamento por animais xilófagos, manchas, bolsas de resina, drenos ou outros defeitos que comprometam a sua duração, resistência ou aspecto estético.

21. ALVENARIAS DE TIJOLO

21.1. Características Gerais

- 21.1.1 O material a utilizar será o tijolo de barro vermelho para alvenaria, de acordo com a NP 834 que classifica os formatos e as deformações e a NP 80 que define as características gerais a que devem obedecer e os classifica quando à resistência, à compressão, à eflorescência e sais solúveis.
- 21.1.2 Entende-se por:
- Tijolo maciço: tijolo cujo volume de argila cozida não é inferior a 85% do seu volume total aparente.
 - Tijolo furado: tijolo com furos ou canais paralelos às suas maiores arestas e tais que a sua área não é inferior a 30% da face correspondente nem superior a 75% da mesma área.
 - Tijolo perfurado: tijolos com furos perpendiculares ao seu leito e tais que a sua área não é inferior a 15% da área da face correspondente nem superior a 50% da mesma área.
- 21.1.3 As tolerâncias de dimensões para cada um dos formatos são indicadas na NP 834.

21.2. Recepção — Inspecções de Carácter Geral e Outras

- 21.2.1 Os fornecimentos serão repartidos por lotes tendo em conta o tipo, dimensões e forma dos tijolos.
- 21.2.2 Em caso algum será permitido colocar em obra lotes contendo em si próprios diferentes tipos e formatos de tijolos.
- 21.2.3 É obrigatória a aplicação de tijolos certificados. Sempre que a Fiscalização o exigir o Empreiteiro é obrigado a fornecer, dentro do prazo por aquela entidade estabelecido, certificados de qualidade dos tijolos fornecidos.
- 21.2.4 Independentemente da apresentação dessa documentação, a Fiscalização poderá proceder a inspecções de carácter geral ou outras, compreendendo verificações de dimensões e de deformação, além da satisfação às exigências de identificação, aparência e toque.

21.3. Colheita de Amostras

21.3.1 Para o efeito, os fornecimentos de tijolos da mesma marca, tipo, dimensões e forma, deverão considerar-se repartidos por lotes.

21.3.2 De cada lote será escolhida uma amostra contendo 30 tijolos inteiros, tomados quanto possível casualmente.

21.3.3 Ensaaios

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| • De dimensões e deformação | 10 tijolos |
| • De compressão | 6 tijolos |
| • De eflorescência | 5 meios tijolos |
| • De dissolução de sais | 5 meios tijolos |
| • De absorção de água | 4 tijolos inteiros |

21.3.4 Todos os lotes que depois de ensaiados excederam o estipulado como aceitável serão recusados.

21.3.5 Os tijolos devem obedecer às condições especificadas de seguida:

- Terem textura homogénea, isenta de quaisquer corpos estranhos e não terem fendas;
- Terem forma e dimensões regulares e uniformes, serem cozidos, duros, sonoros, consistentes e não vitrificados, admitindo-se uma tolerância, para mais ou para menos, de 2% para o comprimento e de 3% para a espessura;
- Terem cor uniforme, apresentarem fractura de grão fino e compacto e isento de manchas;
- Imersos em água durante vinte e quatro horas, o volume absorvido desta não deve exceder um quinto do seu volume próprio ou 12% do seu peso.

21.3.6 Lista de Ensaios

Tabela 15 – Tijolos. Lista de Ensaios

21.4. Execução

21.4.1 A espessura das paredes a construir e o tipo dos tijolos a aplicar corresponderão, para cada local, ao indicado nos desenhos e pormenores de projecto.

21.4.2 Independentemente do tipo de tijolos utilizados, recusar-se-ão todos os que apresentarem arestas ou cantos fortemente quebrados, fissuras, empenos, dimensões fora das tolerâncias, recozimento ou outros defeitos.

21.4.3 É conveniente, antes de erguer qualquer parede, marcá-la previamente, ou seja, colocar os tijolos a seco de forma a determinar com exactidão o número de tijolos inteiros e fracções que formarão a parede; e ainda, o modo de formação de cunhais, de se efectuarem as entregas e o encontro com os elementos de betão. Estes cuidados são indispensáveis pois, em caso algum, será permitido que, para casos semelhantes, haja soluções construtivas ou remates diferentes, que as alvenarias fiquem desligadas dos elementos de betão contra os quais rematam ou que fracções de blocos inferiores a 1/3 do seu comprimento sejam aplicadas.

21.4.4 Na execução das alvenarias, ter-se-á o cuidado de não utilizar tijolos sem que estes estejam devidamente humedecidos.

21.4.5 Os tijolos serão assentes em contra-fiada formando juntas horizontais e verticais preenchidas a argamassa de cimento e areia ao traço mínimo de 1:6.

- 21.4.6 Não se assentará nenhuma fiada sem se ter assegurado a ligação, estabilidade, horizontalidade e verticalidade da anterior.
- 21.4.7 As argamassas serão aplicadas em quantidades maiores que o necessário a fim de que, comprimidos os tijolos contra os leitos e topos, esta ressuma, enchendo completamente as juntas.
- 21.4.8 A espessura das juntas horizontais não deve exceder 1,0 cm e as verticais 0,5 cm.
- 21.4.9 A argamassa refruente pelas juntas deve ser retirada quando ainda fresca e trabalhável.
- 21.4.10 Quando a argamassa comumente aplicada não permitir a perfeita ligação dos tijolos entre si ou destes com elementos de betão, poder-se-á recorrer a massas à base de resinas sintéticas e cargas seleccionadas.
- 21.4.11 Essas massas, depois de terem feito presa, deverão ter altos índices de adesão, de flexibilidade, de impermeabilidade, de resistência aos choques térmicos, aos agentes químicos, biológicos, poluentes e atmosféricos.
- 21.4.12 Estas argamassas só poderão ser aplicadas depois do seu tipo ter sido aprovado pela Fiscalização. Em qualquer caso, a argamassa aplicada deve ligar fortemente as várias peças num todo sólido. Qualquer argamassa que tenha perdido trabalhabilidade deve de imediato ser retirada do local de trabalho e, em caso algum, poderá ser aplicada.
- 21.4.13 O Empreiteiro obriga-se à execução e/ou aplicação dos elementos necessários à total estabilidade das paredes, independentemente dos vãos inseridos, comprimento e altura dos panos, cargas que as paredes tenham de suportar ou outras, recorrendo para isso às técnicas e meios suplementares adequados.
- 21.4.14 Dará particular atenção às paredes duplas, procedendo ao seu travamento, através da colocação de peças metálicas apropriadas a cada caso.
- 21.4.15 Em todas as paredes duplas dever-se-ão tomar os cuidados necessários para que a argamassa que se desprenda no assentamento dos tijolos, bem como pedaços destes, não se acumulem no fundo da caixa de ar.
- 21.4.16 Sempre que as alvenarias formem paredes duplas com paramentos de betão; e estes confinem com o exterior ou com o terreno, será ou não, de acordo com o definido nos desenhos e pormenores de projecto, executada numa caleira, devidamente impermeabilizada, que conduza os eventuais repassos de água para locais de escoamento.
- 21.4.17 Quando nada estiver indicado nos desenhos e pormenores de projecto, nas paredes duplas exteriores, no fundo da caixa, dever-se-á formar um esbarro em argamassa, com a inclinação descendente voltada para o pano exterior, de forma a que a água que se forma no interior da caixa de ar, por condensação, ou que aí se venha a introduzir se escoe sempre para o lado exterior.
- 21.4.18 No fundo do esbarro, de maneira a captar essas águas e a conduzi-las para o exterior, serão colocados, espaçados entre si de forma equidistante e de acordo com o comprimento dos panos, pequenos tubos de plástico de diâmetro menor ou igual a 1 cm. Mesmo quando não indicados nos desenhos e pormenores de projecto as ressalvas dos vãos serão executadas com elementos de betão armado, arco de tijolo ou tijolo armado e fazem parte da execução das alvenarias.
- 21.4.19 Depois de executada a alvenaria, a parede deverá ficar completamente desempenada e alinhada respeitando as cotas definidas nos desenhos e pormenores de projecto. Nas suas superfícies não será permitida a presença de barbotas de argamassa, desencontros de arestas e cantos, depressões e convexidades, sobre-espessuras em juntas, inclinações nas fiadas ou outros defeitos.

21.5. Particularidades

- 21.5.1 Cuidados especiais serão dispensados à carga, descarga, transporte e armazenamento dos tijolos, de modo a não provocar ou acentuar defeitos.
- 21.5.2 De acordo com as indicações fornecidas nos desenhos e pormenores de projecto, as paredes duplas serão ou não termicamente isoladas. Quando o forem, sê-lo-ão com mantas de lã mineral termoendurecidas com um peso específico de 40 Kg/m³ e a espessura indicada nos desenhos e pormenores de projecto.
- 21.5.3 O Empreiteiro deverá dar especial atenção à eventual instabilidade dos panos de alvenarias, em particular aos que pelas suas dimensões, comprimento e/ou altura, possam ter ou poder vir a ter insegurança.

22. ALVENARIAS DE BLOCOS DE CIMENTO

22.1. Características Gerais

- 22.1.1 Os blocos de cimento sólidos ou ocos devem obedecer às seguintes características:
- Todas as unidades devem ser de forma rectangular e nominalmente fiel ao padrão adequado que consiste em não ter defeitos visíveis que possam interferir com a correcta colocação das unidades, comprometer a solidez ou a estabilidade da construção.
 - A resistência nominal à compressão das unidades é de 7 MPa com um teor médio mínimo de 5 unidades de compressão de 8,0 MPa e resistência mínima à compressão de uma unidade individual de 5,5 MPa.
 - A média da retracção por secagem de peças não deve ultrapassar 0,06% para as unidades de contracção normal e 0,08% para as unidades de encolhimento elevado.
 - A argamassa dos blocos deve ser constituída pelos seguintes componentes:

1	2	3	4	5
Classificação da alvenaria	Resistência à compressão (Mpa)	Cimento (Kg)	Pó de pedra (litros)	Areia (litros)
A	>5	50	0-10	130
B	4	50	0-40	200
C	1,5 – 2	50	0-80	300

- Argamassa deve ser de classe B, salvo indicação em contrário.
- Os materiais devem ser misturados a seco até ficarem de cor uniforme, adicionando depois água até os ingredientes estarem bem incorporados.

22.2. Recepção — Inspeções de Carácter Geral e Outras

- 22.2.1 Os fornecimentos serão repartidos por lotes tendo em conta o tipo, dimensões e forma dos blocos de cimento.
- 22.2.2 Em caso algum será permitido colocar em obra lotes contendo em si próprios diferentes tipos e formatos de blocos.

22.3. Colheita de Amostras

- 22.3.1 Para o efeito, os fornecimentos de blocos da mesma marca, tipo, dimensões e forma, deverão considerar-se repartidos por lotes.

22.3.2 De cada lote será escolhida uma amostra contendo 30 blocos inteiros, tomados quanto possível casualmente.

22.3.3 Ensaios

- De dimensões e deformação 10 blocos
- De compressão 6 blocos
- De eflorescência 5 meios blocos
- De dissolução de sais 5 meios blocos
- De absorção de água 4 blocos inteiros

22.3.4 Todos os lotes que depois de ensaiados excederam o estipulado como aceitável serão recusados.

22.3.5 A lista de ensaios é a definida na tabela seguinte:

Tabela 16 – Blocos de Cimento. Lista de Ensaios,

22.4. Execução

22.4.1 A espessura das paredes a construir e o tipo de blocos a aplicar corresponderão para cada local ao indicado nos desenhos e pormenores de projecto.

22.4.2 Independentemente do tipo de blocos de cimento utilizados recusar-se-ão todos os que apresentarem arestas ou cantos fortemente danificados, fissuras, empenos, dimensões fora das tolerâncias ou outros defeitos.

22.4.3 É conveniente antes de erguer qualquer parede marcá-la previamente, ou seja, colocar os blocos a seco de forma a determinar com exactidão o número de blocos inteiros e fracções que formarão a parede; e ainda, o modo de formação de cunhais, de se efectuarem as entregas e o encontro com os elementos de betão. Estes cuidados são indispensáveis pois, em caso algum, será permitido que, para casos semelhantes, haja soluções construtivas ou remates diferentes, que as alvenarias fiquem desligadas dos elementos de betão contra os quais rematam ou que fracções de blocos inferiores a 1/3 do seu comprimento sejam aplicadas.

22.4.4 Na execução das alvenarias ter-se-á o cuidado de não utilizar blocos sem que estes estejam devidamente humedecidos.

22.4.5 Os blocos de cimento serão assentes em contra-fiada formando juntas horizontais e verticais preenchidas a argamassa de cimento e areia ao traço mínimo de 1:6.

22.4.6 Não se assentará nenhuma fiada sem se ter assegurado a ligação, estabilidade, horizontalidade e verticalidade da anterior.

22.4.7 As argamassas serão aplicadas em quantidades maiores que o necessário a fim de que, comprimidos os blocos de cimento contra os leitos e topos, esta ressuma, enchendo completamente as juntas.

22.4.8 A espessura das juntas horizontais não deve exceder 1,0 cm e as verticais 0,5 cm.

22.4.9 A argamassa refluxante pelas juntas deve ser retirada quando ainda fresca e trabalhável.

22.4.10 Quando a argamassa usualmente aplicada não permitir a perfeita ligação dos blocos entre si ou destes com elementos de betão, poder-se-á recorrer a massas à base de resinas sintéticas e cargas seleccionadas.

22.4.11 Essas massas, depois de terem feito presa, deverão ter altos índices de adesão, de flexibilidade, de impermeabilidade, de resistência aos choques térmicos, aos agentes químicos, biológicos, poluentes e atmosféricos.

- 22.4.12 Estas argamassas só poderão ser aplicadas depois do seu tipo ter sido aprovado pela Fiscalização. Em qualquer caso a argamassa aplicada deve ligar fortemente as várias peças num todo sólido. Qualquer argamassa que tenha perdido trabalhabilidade deve de imediato ser retirada do local de trabalho e, em caso algum, poderá ser aplicada.
- 22.4.13 O Empreiteiro obriga-se à execução e/ou aplicação dos elementos necessários à total estabilidade das paredes, independentemente dos vãos inseridos, comprimento e altura dos panos, cargas que as paredes tenham de suportar ou outras, recorrendo para isso às técnicas e meios suplementares adequados.
- 22.4.14 Dará particular atenção às paredes duplas, procedendo ao seu travamento, através da colocação de peças metálicas apropriadas a cada caso.
- 22.4.15 Em todas as paredes duplas dever-se-ão tomar os cuidados necessários para que a argamassa que se desprenda no assentamento dos blocos, bem como pedaços destes, se não acumulem no fundo da caixa de ar.
- 22.4.16 Sempre que as alvenarias formem paredes duplas com paramentos de betão; e estes, confinem com o exterior ou com o terreno, será ou não, de acordo com o definido nos desenhos e pormenores de projecto, executada numa caleira, devidamente impermeabilizada, que conduza os eventuais repassos de água para locais de escoamento.
- 22.4.17 Quando nada estiver indicado nos desenhos e pormenores de projecto, nas paredes duplas exteriores, no fundo da caixa, dever-se-á formar um esbarro em argamassa, com a inclinação descendente voltada para o pano exterior, de forma a que a água que se forma no interior da caixa de ar, por condensação, ou que aí se venha a introduzir se escoe sempre para o lado exterior.
- 22.4.18 No fundo do esbarro, de maneira a captar essas águas e a conduzi-las para o exterior, serão colocados, espaçados entre si de forma equidistante e de acordo com o comprimento dos panos, pequenos tubos de plástico de diâmetro menor ou igual a 1 cm. Mesmo quando não indicados nos desenhos e pormenores de projecto, as ressalvas dos vãos serão executadas com elementos de betão armado, arco de tijolo ou tijolo armado e fazem parte da execução das alvenarias.
- 22.4.19 Depois de executada a alvenaria, a parede deverá ficar completamente desempenada e alinhada respeitando as cotas definidas nos desenhos e pormenores de projecto. Nas suas superfícies, não será permitida a presença de barbotas de argamassa, desencontros de arestas e cantos, depressões e convexidades, sobre-espessuras em juntas, inclinações nas fiadas ou outros defeitos.