



**R Duarte**  
E N G E N H A R I A

Condições Técnicas de Fundações e Estruturas

Execução

Projeto

**00399.2308.EST.CT**

Obra

**PRACETA CANTO DO**

**PESCADOR E**

**EQUIPAMENTO DE**

**APOIO AO SURF**

Cliente

**CÂMARA MUNICIPAL**

**DE ESPINHO**

Morada

**AVENIDA MARGINAL**

**SUL - BAIRRO DA**

**MARINHA**

## Conteúdo

1	Disposições gerais .....	7
1.1	Local.....	7
1.2	Obra.....	7
1.3	Projetos da responsabilidade do adjudicatário .....	7
1.4	Planeamento de construção e coordenação.....	8
1.4.1	Planeamento geral .....	8
1.4.2	Sequência de construção.....	8
1.4.3	Envios para aceitação ou comentários .....	8
1.4.4	Disponibilidade de materiais e equipamentos descritos .....	8
1.4.5	Encomendas .....	9
1.4.6	Técnicos especializados .....	9
1.4.7	Coordenação.....	9
1.5	Garantia de qualidade.....	9
1.5.1	Sistema de qualidade.....	9
1.5.2	Organização .....	10
1.5.3	Revisão do sistema de qualidade .....	10
1.5.4	Documentação .....	10
1.5.5	Registos de documentos .....	10
1.5.6	Registos das condições atmosféricas .....	10
1.5.7	Registos de construção .....	10
1.5.8	Controlo dos subempreiteiros .....	10
1.5.9	Materiais e peças pré-fabricadas.....	11
1.5.10	Materiais excluídos .....	11
1.5.11	Amostras.....	11
1.5.12	Variações .....	11
1.5.13	Inspeção e ensaio .....	11
1.5.14	Equipamento de inspeção .....	11
1.5.15	Trabalho em não conformidade .....	11

1.5.16	Proteção da obra .....	12
1.5.17	Drenagem e proteção .....	12
1.5.18	Mão-de-obra.....	12
1.6	Licenças e seguros.....	12
1.7	Trabalhos temporários .....	13
1.7.1	Responsabilidade .....	13
1.7.2	Estabilidade durante a construção .....	13
1.8	Direcção de obra .....	13
1.9	Escritório de obra .....	13
1.10	Desenhos “as built” e certificados de conformidade.....	13
1.11	Troca de informação .....	14
1.11.1	Formatos de ficheiros.....	14
1.11.2	Entrega de documentos.....	14
1.12	Plano de segurança.....	14
1.13	Sinalização e conservação dos acessos .....	14
1.14	CrITÉrios de medição .....	15
1.15	Preços.....	15
1.15.1	Preços novos.....	15
1.15.2	Preços de trabalhos não discriminados.....	16
1.15.3	Preços de trabalhos semelhantes .....	16
2	Caraterísticas dos materiais.....	17
2.1	Prescrições comuns a todos os materiais .....	17
2.2	Solos para aterros .....	18
2.3	Constituintes dos betões de ligantes hidráulicos .....	20
2.3.1	Cimentos.....	20
2.3.2	Adjuvantes .....	20
2.3.3	Agregados.....	25
2.3.4	Água .....	26
2.3.5	Pedra, em geral .....	27

2.4	Betões de ligantes hidráulicos .....	27
2.4.1	Normas aplicáveis .....	27
2.4.2	Composição dos betões .....	30
2.4.3	Preparação dos betões .....	30
2.4.4	Betão fabricado em centrais industriais (betão pronto).....	31
2.5	Argamassas .....	31
2.6	Aço para armaduras passivas .....	31
2.6.1	Normas aplicáveis .....	32
2.6.2	Inspeção e ensaios de receção .....	32
2.6.3	Colocação das armaduras .....	33
2.7	Aços para estruturas metálicas .....	35
2.7.1	Caraterísticas dos materiais .....	35
2.7.2	Fabrico.....	40
2.8	Resinas para injeções .....	42
2.8.1	Resinas de epoxi para injeções .....	42
2.8.2	Resinas de poliéster para injeções .....	43
2.9	Material de selagem de varões, ferrolhos ou buchas .....	43
2.10	Buchas químicas.....	43
2.11	Material para o preenchimento de juntas .....	44
2.11.1	Poliestireno expandido .....	44
2.11.2	Aglomerado de cortiça .....	44
2.12	Materiais de impermeabilização de juntas .....	44
2.12.1	Mastique.....	44
2.12.2	Juntas water-stop .....	45
2.13	Tubos de polietileno e geodrenos.....	46
2.14	Geotêxteis.....	46
2.14.1	Disposições gerais.....	46
2.15	Madeira estrutural .....	47
2.15.1	Madeira maciça .....	47

2.15.2	Madeira lamelada – colada .....	48
2.15.3	Derivados de madeira.....	49
2.15.4	Aglomerados de partículas de madeira .....	51
2.16	Madeira de cofragem .....	52
2.16.1	Contraplacado para moldes de betão á vista .....	52
2.17	Lajes aligeiradas de vigotas .....	52
2.17.1	Especificações gerais.....	52
2.17.2	Caraterísticas dos elementos constituintes.....	52
2.18	Endurecedor de superfície .....	54
2.19	Materiais não especificados .....	54
3	Execução dos trabalhos.....	55
3.1	Trabalhos preparatórios .....	55
3.1.1	Limpeza e desmatação .....	55
3.1.2	Saneamento .....	55
3.1.3	Proteção da vegetação existente .....	55
3.1.4	Levantamento e inspeção de estruturas contíguas .....	55
3.2	Implantação, plano de nivelamento e tolerâncias.....	55
3.3	Demolições .....	56
3.3.1	Providências preliminares .....	56
3.3.2	Escolha do processo de demolição .....	57
3.3.3	Processos de demolição.....	58
3.3.4	Demolição de betões .....	59
3.4	Escavação.....	60
3.4.1	Disposições gerais .....	60
3.4.2	Execução .....	60
3.4.3	Condução dos trabalhos .....	61
3.4.4	Escavações para execução de sapatas e de maciços de encabeçamento de estacas.....	61
3.5	Aterros .....	62
3.5.1	Disposições gerais .....	62

3.5.2	Aterros técnicos .....	62
3.5.3	Empréstimos e depósitos.....	63
3.5.4	Aterros em contato com edifícios.....	63
3.6	Betão de regularização.....	63
3.6.1	Objectivo .....	63
3.6.2	Materiais .....	63
3.6.3	Execução .....	64
3.7	Betão armado .....	64
3.7.1	Betonagem, compatação e cura.....	64
3.7.2	Moldes.....	66
3.7.3	Cavaletes, cimbramentos e restantes estruturas provisórias. ....	67
3.7.4	Desmoldagem e descimbramento .....	68
3.7.5	Controlo de qualidade .....	68
3.7.6	Armaduras passivas .....	70
3.7.7	Tolerâncias.....	71
3.7.8	Acabamento das superfícies não cofradas.....	71
3.7.9	Acabamento das superfícies moldadas .....	72
3.7.10	Condições especiais de execução de maciços de encabeçamento de microestacas, sapatas, vigas e lintéis de fundação	73
3.7.11	Condições especiais de execução de lajes térreas.....	73
3.7.12	Condições especiais de execução das paredes de contenção e muros de suporte .....	74
3.7.13	Condições especiais de execução dos pilares, das vigas, das lajes e das paredes .....	74
3.7.14	Condições especiais de execução e selagem de varões, ferrolhos e buchas .....	74
3.8	Betão leve .....	74
3.9	Acabamento de lajes à talocha mecânica .....	75
3.10	Impermeabilização com emulsão benuminosa .....	75
3.11	Impermeabilização com emulsão betuminosa, telas betuminosas e manta drenante .....	76
3.12	Estruturas metálicas.....	76
3.12.1	Classe de execução .....	76

3.12.2	Ligações da estrutura metálica .....	77
3.12.3	Transporte e montagem .....	81
3.12.4	Proteção contra a corrosão .....	82
3.12.5	Tolerâncias .....	84
3.12.6	Inspeção, ensaios e reparações.....	85
3.12.7	Esquema de pintura .....	87
3.13	Instrumentação e monitorização .....	87
3.13.1	Inspeção antes do início dos trabalhos .....	88
3.13.2	Instrumentação em fase de obra.....	88
3.13.3	Instrumentação a implementar.....	88
3.13.4	Frequência de leituras da instrumentação.....	88
3.13.5	Especificações do sistema de monitorização .....	89
3.13.6	Cablagem e centralização.....	91
3.13.7	Critérios de alerta e alarme e medidas de reforço .....	91

## 1 Disposições gerais

### 1.1 Local

O local da obra é em Avenida Marginal Sul - Bairro Da Marinha - Espinho.

O Adjudicatário deverá:

- verificar juntamente com as Autoridades Públicas e outras, a extensão e localização de todos os serviços e estruturas enterradas, à superfície e aéreas que possam ser afetados pela Obra;
- inteirar-se das condições geológico e geotécnicas do terreno do local da obra;
- visitar o local e avaliar por seus próprios meios a natureza e as condições do solo e da água, materiais a serem escavados, acesso e quaisquer outros aspetos que possam afetar o seu planeamento ou métodos de execução da obra;
- notificar de imediato o Administrador do Contrato caso as condições encontradas no terreno sejam significativamente diferentes das descritas na generalidade dos Documentos do Contrato.

### 1.2 Obra

As presentes condições técnicas referem-se à execução das seguintes empreitadas:

- movimentos de terras;
- contenção periférica;
- fundações;
- estruturas metálicas e de betão armado;

Na execução destas empreitadas deve ser tido em consideração o Projeto Geral de Arquitetura e todos os Projetos das restantes especialidades, nomeadamente no que respeita a redes enterradas e embebidas no betão, atravessamentos de elementos de betão armado, etc..

O Adjudicatário terá à sua responsabilidade exclusiva todos os trabalhos e fornecimentos necessários, incluindo meios de elevação, infraestruturas de serviços, e todos os trabalhos preparatórios, acessórios e complementares necessários à completa realização da empreitada, de forma a satisfazer as condições impostas de funcionamento, obedecendo aos regulamentos, às normas de boa ética e às técnicas da arte aplicáveis.

### 1.3 Projetos da responsabilidade do adjudicatário

Os principais sistemas, componentes ou montagens sujeitas a conceção e projeto pelo Adjudicatário são listadas a seguir, sendo descritas no Projeto as especificações a que devem obedecer.

- **Contenção Periférica**

O Projeto de Execução das contenções periféricas em provisória é da competência do Adjudicatário, devendo ser submetidos à aprovação dos Projetistas.

As armaduras indicadas no projeto referem-se unicamente à estabilidade global do Edifício em fase definitiva, ou seja, após a conclusão da empreitada de estruturas. Todos os reforços de armaduras, ancoragens no terreno e perfis metálicos necessários para as fases construtivas devem ser incorporados no Projeto de Execução a apresentar pelo Adjudicatário.

- **Estrutura Metálica**

O projeto das ligações da estrutura metálica, a produção dos desenhos de fabrico e os projetos das estruturas provisórias e/ou auxiliares de montagem é da competência do Adjudicatário, devendo ser submetidos à aprovação dos Projetistas.



- Betão armado

É também da competência do Adjudicatário a elaboração de desenhos de preparação de armaduras, e o projeto de cofragens (incluindo estereotomia de elementos de betão à vista), escoramentos e cimbres, para aprovação pelos Projetistas, devidamente compatibilizados com o Projeto de Execução de Arquitetura e das restantes especialidades.

Caso nada seja referido em contrário, a Obra foi concebida tendo em vista o seu estado acabado. Os pressupostos de cálculo assumidos no Projeto estão descritos nos Desenhos de Execução, na Memória Descritiva e Justificativa e nas presentes Condições Técnicas.

Para todos os itens em que, no Projeto, é dada liberdade ao Adjudicatário para escolher o tipo ou o fornecedor de quaisquer sistemas, unidades, componentes, montagens ou conjuntos, as suas opções deverão ser apresentadas, sob pena de poderem vir a não ser consideradas se apresentadas após a adjudicação.

## 1.4 Planeamento de construção e coordenação

### 1.4.1 Planeamento geral

O Adjudicatário deverá enviar um Planeamento Geral, onde descreverá o programa previsto, a sequência de construção da Obra e as datas nas quais quaisquer itens importantes de informação serão solicitados ao Administrador do Contrato. Caso o Adjudicatário pretenda, a qualquer momento, antecipar uma dessas datas, deverá informar o Administrador do Contrato com pelo menos 2 (duas) semanas de antecedência relativamente às datas propostas.

O Planeamento deve ser feito na forma mais adequada para o correto controlo da Obra. Deverá considerar todos os prazos necessários para a elaboração dos projetos, desenhos e documentos da competência do Adjudicatário, bem como os prazos para a correspondente aprovação pelos Projetistas, que serão de 6 (seis) semanas úteis para a aprovação de Projetos e de 3 (três) semanas úteis para aprovação de desenhos de preparação, fabrico ou de montagem. A resposta a pedidos de esclarecimento de projeto simples será dada no prazo de 2 (duas) semanas úteis, contadas a partir da receção do correspondente pedido de aprovação:

- quinzenalmente, o Adjudicatário atualizará o planeamento geral, mostrando o trabalho executado e propondo eventuais alterações de datas e da sequência de trabalhos que visem o cumprimento das datas estabelecidas contratualmente;
- semanalmente, o Adjudicatário apresentará o planeamento dos projetos, desenhos e documentos que submeterá à aprovação dos Projetistas na semana seguinte, indicando a data em que pretende dar início à construção dos trabalhos correspondentes. Esta data nunca poderá ser anterior à data de quatro semanas úteis após a data previsível de resposta dos Projetistas, tendo em conta os prazos de aprovação definidos.

### 1.4.2 Sequência de construção

Os métodos e faseamento construtivo apresentados no Projeto devem ser encarados como indicativos, cabendo ao Adjudicatário, caso assim o pretenda, apresentar com a sua Proposta eventuais soluções alternativas para aprovação pelos Projetistas, caracterizando-as totalmente no que se refere ao sistema em si bem como às suas implicações na estrutura final e demonstrando a sua viabilidade.

### 1.4.3 Envios para aceitação ou comentários

Sempre que forem especificados envios para comentários, o Adjudicatário deverá preparar e enviar, juntamente com o Planeamento Geral, um planeamento referente a esses envios, em coordenação com o Planeamento Geral, incluindo tolerâncias de tempo acordadas para envios e aprovação antes de o trabalho correspondente ter início.

O Adjudicatário deve verificar se todos os desenhos de fabrico e de preparação estão completos e coordenados. O Adjudicatário deve confirmar por escrito ao Administrador do Contrato que efetuou esta verificação.

### 1.4.4 Disponibilidade de materiais e equipamentos descritos

A disponibilidade dos materiais e equipamentos especificados deverá ser confirmada pelo Adjudicatário antes da apresentação da sua proposta, propondo, em caso de indisponibilidade, materiais equivalentes, para aprovação pelos Projetistas.

Durante a execução da Obra, caso se verifique a indisponibilidade de materiais especificados no Projeto, o Adjudicatário aplicará materiais considerados equivalentes pelos Projetistas, pelos preços unitários dos materiais ou equipamentos propostos inicialmente e assumirá os custos resultantes de eventuais adaptações a que a alteração possa dar origem.

#### 1.4.5 Encomendas

Não dev em ser efetuadas encomendas a granel de material sem que tenham sido dadas as aprovações prévias especificadas nas Condições Técnicas, nem sem terem sido enviados resultados satisfatórios de quaisquer ensaios preliminares requeridos pelo Caderno de Encargos.

#### 1.4.6 Técnicos especializados

O Adjudicatário deve garantir que os técnicos responsáveis por trabalhos especializados estão presentes em permanência na obra durante o período de execução daqueles trabalhos, sem o que aqueles trabalhos não poderão ser executados. Os Currículos Vitae daqueles técnicos deverão ser atempadamente submetidos à aprovação dos Projetistas e do Administrador do Contrato.

#### 1.4.7 Coordenação

O Adjudicatário deve verificar todos os desenhos de forma a assegurar atempadamente que possui informação suficiente para efetuar o trabalho e que todas as instruções e desenhos que possui, fornecem informação compatível com o trabalho que irá ser efetuado. Se o Adjudicatário achar que são necessários detalhes adicionais, deverá notificar o Administrador do Contrato de imediato.

Caso seja detetada alguma discrepância entre qualquer dos desenhos do Projeto (quer seja da mesma especialidade ou de especialidades diferentes), o Adjudicatário deverá notificar o Administrador do contrato de imediato de modo a que os desenhos sejam devidamente compatibilizados.

O Adjudicatário deverá obter aprovação para a dimensão e posição de qualquer negativo, ranhura, peça embebida ou acessório de fixação por ele pretendido ou por qualquer Subempreiteiro antes de o trabalho correspondente ter início. A menos que especificado em contrário ou aprovado, todos os negativos e ranhuras devem ser cofrados e quaisquer peças embebidas ou acessórios de fixação integradas no momento da construção. Nenhuma parte da Obra poderá ser cortada ou perfurada sem aprovação dos Projetistas.

Nenhum trabalho poderá ser iniciado sem que sejam enviados resultados satisfatórios relacionados com ensaios preliminares estipulados pelas Condições Técnicas.

### 1.5 Garantia de qualidade

#### 1.5.1 Sistema de qualidade

O Adjudicatário deverá descrever e implementar durante o Contrato, um sistema de qualidade com o objetivo de verificar que toda a Obra está de acordo com os requisitos do Contrato.

O Adjudicatário deverá fornecer um plano de qualidade antes do início da Obra. O plano de qualidade deverá descrever na sua globalidade as práticas, recursos e atividades específicas para a implementação do sistema de qualidade no Contrato. O plano de qualidade deverá incluir disposições legais e procedimentos subordinados aos seguintes títulos:

- Organização
- Revisão do sistema de qualidade
- Documentação
- Controlo de Subempreiteiros
- Materiais e peças pré-fabricadas
- Inspeção e ensaio
- Equipamento de inspeção

### 1.5.2 Organização

O Adjudicatário deverá destinar um membro sénior da sua equipa e dotá-lo dos recursos necessários para assegurar que o sistema de qualidade é eficaz. O Adjudicatário deverá fornecer detalhes e deveres dos funcionários quer envolvidos no terreno quer fora dele, e quaisquer autoridades de inspeção independentes, que proponha empregar.

O Adjudicatário deverá assegurar que todo o pessoal possui as qualificações, experiência e formação adequadas para executar as tarefas que lhes são atribuídas.

### 1.5.3 Revisão do sistema de qualidade

O sistema de qualidade deverá ser revisto periódica e sistematicamente pelo Adjudicatário de forma a assegurar a sua eficácia. Devem ser mantidos registos da revisão e torná-los disponíveis para exame pelo Administrador do Contrato e pelos Projetistas.

### 1.5.4 Documentação

O Adjudicatário deverá manter registos com o objetivo de justificar a conformidade com os requisitos especificados, incluindo o trabalho levado a cabo pelos Subempreiteiros, fabricantes, fornecedores e autoridades de inspeção independentes. Os registos deverão incluir:

- identificação do elemento, item, grupo ou lote;
- natureza e número das observações e ensaios;
- número e tipo de deficiências detetadas;
- detalhes de qualquer ação corretiva tomada ou proposta.

Quaisquer registos que indiquem que material ou mão-de-obra em qualquer parte da Obra não está de acordo com os requisitos especificados, devem ser enviados sem demora ao Administrador do Contrato juntamente com as propostas do Adjudicatário para retificação.

Todos os registos devem ser mantidos no local da obra e disponibilizados para exame. Concluída a Obra, deve ser fornecida ao Administrador do Contrato uma cópia de todos os registos, a menos que exista indicação em contrário.

### 1.5.5 Registos de documentos

O Adjudicatário deverá estabelecer e manter procedimentos para controlo de todos os documentos e dados referentes a cada atividade do plano de qualidade.

### 1.5.6 Registos das condições atmosféricas

O Adjudicatário deverá manter um registo diário das temperaturas máximas, mínimas e médias exteriores à sombra.

Deverá ser mantido um registo da humidade e da velocidade do vento. As leituras devem ser efetuadas imediatamente antes de ser colocado qualquer betão.

### 1.5.7 Registos de construção

O Adjudicatário deverá manter registos datados com precisão relativos à evolução da Obra. Nesses registos deverá constar a identificação e caracterização dos materiais empregues na obra bem como o local onde foram aplicados.

Dos pedidos para betonagem deverão constar as datas e as ocorrências das vistorias de cofragens e armaduras.

### 1.5.8 Controlo dos subempreiteiros

Todos os trabalhos executados por Subempreiteiros deverão observar o sistema de qualidade e o Adjudicatário deverá assegurar que qualquer Subempreiteiro efetua os procedimentos e controlos necessários estipulados pelo Contrato.

### 1.5.9 Materiais e peças pré-fabricadas

Todos os materiais e peças pré-fabricadas devem ser fabricados e ensaiados de acordo com o requisito especificado. Quando as provas de conformidade dependerem apenas das inspeções e ensaios efetuados por um Subempreiteiro, fabricante, fornecedor ou autoridade de inspeção independente, o Adjudicatário deverá assegurar que essas provas são satisfatórias e que são mantidos registos adequados.

Não podem ser utilizados na Obra materiais ou peças pré-fabricadas sem que tenha sido verificada a conformidade com o especificado.

Todos os materiais e peças pré-fabricadas entregues na obra devem conter o nome do fabricante, o nome da marca ou qualquer outro dado que possa ser necessário para verificar a natureza exata do material ou da peça e relacioná-lo com os requisitos especificados.

Os materiais e as peças pré-fabricadas devem ser provenientes de fornecedores e fabricantes que tenham sido avaliados por uma instituição de certificação independente.

O transporte, manuseamento e armazenamento dos materiais e peças pré-fabricadas, deverá ser controlado de forma a evitar má utilização, danos ou deterioração.

Os certificados de ensaio da obra devem incluir o local na Obra ou o grupo que a amostra representa.

### 1.5.10 Materiais excluídos

Os materiais ou substâncias que habitualmente se saibam, aquando da sua utilização, ter efeitos nefastos, devem ser utilizados apenas conforme previsto pelas Normas Europeias em vigor no momento da utilização.

### 1.5.11 Amostras

O Adjudicatário deverá fornecer todas as amostras estipuladas nas Condições Técnicas para aprovação por parte do Administrador do Contrato e dos Projetistas e fornecer um armazenamento seguro incluindo prateleiras para apresentação, referência e inspeção de amostras aprovadas.

### 1.5.12 Variações

As variações nos materiais especificados ou demonstrados nos desenhos podem vir a ser permitidas se o Adjudicatário enviar detalhes completos da sua proposta antes de a obra em questão ter início. Esses detalhes serão sujeitos a aprovação.

Todos os dados para aprovação devem ser acompanhados por provas que demonstrem que o material está de acordo com os requisitos das Condições Técnicas.

### 1.5.13 Inspeção e ensaio

O Adjudicatário será responsável pela execução de todas as inspeções e ensaios necessários pelo seu plano de qualidade para verificar se a Obra satisfaz os requisitos especificados.

O Adjudicatário deverá possuir um sistema de identificação do estado da inspeção da Obra em todas as fases.

O Adjudicatário deverá avisar por escrito com 1 (uma) semana de antecedência o Administrador do Contrato e os Projetistas sempre que forem efetuadas inspeções ou ensaios pelo Adjudicatário, Subempreiteiros, fabricantes, fornecedores e outros, de modo a permitir que aqueles possam estar presentes, caso o pretendam.

### 1.5.14 Equipamento de inspeção

O Adjudicatário será responsável pelo fornecimento, controlo, calibragem, manutenção e inspeção do equipamento de medição e ensaio adequado para demonstrar que a Obra está de acordo com os requisitos especificados. Este equipamento, ou semelhante, deverá ser colocado à disposição do Administrador do Contrato ou de um representante seu sempre que for necessário para inspeção da Obra.

### 1.5.15 Trabalho em não conformidade

Sempre que, na opinião do Administrador do Contrato ou dos Projetistas, quaisquer materiais ou trabalhos acabados em qualquer parte da Obra, não estejam de acordo com as Condições Técnicas, a parte da Obra em questão não será aceite.

Qualquer obra que os Projetistas considerem ser de qualidade inferior em relação a uma amostra ou protótipo aprovado ou que apresente diferenças inaceitáveis em relação às partes da Obra já construídas ou que sejam posteriormente manchadas ou danificadas, não será aceite.

Todo o trabalho que se encontre nestas condições será retirado do local e substituído ou reparado de uma forma aprovada, sendo que o custo adicional fica a cargo do Adjudicatário.

#### 1.5.16 Proteção da obra

O Adjudicatário é responsável por assegurar os trabalhos se encontram protegidos de forma adequada no final de cada dia e durante períodos de mau tempo.

Todos os trabalhos expostos à vista na Obra concluída devem ser protegidos contra o risco de descargas, manchas e outros danos.

#### 1.5.17 Drenagem e proteção

O Adjudicatário deverá tomar todas as medidas necessárias de forma a manter a Obra sem água nos locais onde esta possa ter efeitos nefastos. O Adjudicatário deverá tomar especial atenção ao nível freático no local da obra.

#### 1.5.18 Mão-de-obra

A mão-de-obra utilizada pelo Adjudicatário para a execução dos trabalhos da Empreitada será da melhor qualidade e especializada nas tarefas que lhe estão destinadas. O Adjudicatário não poderá empregar ninguém sem as devidas qualificações para a execução dos trabalhos necessários. O Administrador do Contrato tem o direito de expulsar da obra trabalhadores que julgue incompetentes, descuidados, insubordinados ou, de outro modo, inconvenientes. Em casos de disputa cabe unicamente ao Administrador do Contrato a decisão quanto à qualidade ou adequabilidade da mão-de-obra empregue, sendo a sua decisão final.

### 1.6 Licenças e seguros

O regime da Empreitada será o indicado no programa de concurso, obtido a partir das quantidades e respetivos preços unitários.

Com exceção da licença de construção e respetiva taxa, todas as licenças, municipais ou outras, necessárias à execução da obra, decorrem, em termos de responsabilidade de obtenção, custos e taxas associadas, por conta do adjudicatário. Os custos correspondentes devem estar diluídos nos valores unitários apresentados no Mapa de Trabalhos e Quantidades.

O empreiteiro manterá plenamente válidos e eficazes todos os seguros que lhe competem nos termos da lei e regulamentos aplicáveis à construção civil. O empreiteiro cumprirá atempadamente todas as obrigações que lhe caibam nos contratos de seguro, por forma a evitar a sua extinção, designadamente o dever de pagamento dos respetivos prémios. Caso o empreiteiro falte a esse pagamento, o dono da obra poderá, se assim o entender, proceder a esse pagamento, ficando automaticamente sub-rogado dos direitos da companhia de seguros, e podendo deduzir a quantia desembolsada no primeiro pagamento que deva fazer ao empreiteiro.

As apólices de seguro acima mencionadas serão sujeitas a aprovação do dono da obra.

Caso o empreiteiro não constitua os seguros nos termos desta cláusula, o dono da obra poderá, em alternativa, considerar a adjudicação sem efeito ou resolver o contrato, consoante os casos, ou celebrar ele próprio os contratos de seguro em falta por conta do empreiteiro. Os montantes despendidos na constituição dos seguros, incluindo os honorários pagos a consultores ou outros profissionais em ligação com estes seguros, serão deduzidos no pagamento seguinte que o dono da obra deva fazer ao empreiteiro.

A fiscalização poderá exigir a todo o tempo ao empreiteiro a apresentação das apólices e os recibos dos pagamentos dos prémios respetivos.

Qualquer dedução efetuada pela seguradora a título de franquia, em caso de sinistro, será suportada pelo empreiteiro.

## 1.7 Trabalhos temporários

### 1.7.1 Responsabilidade

O Adjudicatário será responsável pelo projeto, fabrico, construção e remoção de todos os trabalhos temporários, acessórios e complementares inerentes à realização do objeto desta Empreitada (incluindo, mas não se limitando a acessos provisórios, plataformas de trabalho necessárias, escoramentos, cimbres, protótipos, etc.), devendo fornecer detalhes das suas propostas antes do início da Obra para aprovação pelo Administrador do Contrato e os Projetistas.

Antes do início de qualquer drenagem, o Adjudicatário deverá enviar para apreciação, detalhes do seu método de controlo proposto.

Durante todo o prazo da obra, o Adjudicatário manterá a obra limpa e organizada, disponibilizando para esse efeito as equipas de pessoal e equipamento necessárias.

### 1.7.2 Estabilidade durante a construção

Antes da obra ter início, o Adjudicatário deverá enviar, para apreciação, cálculos e detalhes do trabalho temporário proposto em relação a (entre outros trabalhos que o justifiquem):

- escavações;
- execução de valas ou poços;
- montagem de estruturas metálicas;
- escoramentos e cimbres;
- estabilização de taludes;
- escoramentos ou ancoragens provisórias em paredes de contenção.

Deve incluir particularmente as informações que se seguem:

- memória descritiva e justificativa das soluções adotadas;
- memória justificativa dos cálculos;
- desenhos gerais e de pormenor.

Para quaisquer componentes ou conjuntos a serem integrados na Obra, o Adjudicatário deverá fornecer, pelo menos, os suportes temporários e/ou escoramentos recomendados pelo fabricante ou fornecedor.

## 1.8 Direção de obra

A equipa de Direção de Obra deverá, no mínimo, respeitar o seguinte:

- O Diretor de Obra deverá ser um Engenheiro Civil com, pelo menos, 5 anos de experiência profissional em Direção de Obras.
- Todos os Diretores Funcionais, bem como o(s) Diretor(es) de Obra adjunto(s) deverão ser Engenheiros Cíveis com pelo menos 3 anos de experiência profissional, durante os quais, pelo menos no último ano, exerceram funções semelhantes às que lhe estão destinadas na equipa.

## 1.9 Escritório de obra

O Empreiteiro porá à disposição dos Projetistas e da Fiscalização um escritório autónomo, munido das condições necessárias ao correto acompanhamento da obra.

A limpeza, conservação e manutenção em funcionamento do escritório será assegurada pelo Empreiteiro até à conclusão da obra.

### 1.10 Desenhos “as built” e certificados de conformidade

O Adjudicatário elaborará desenhos “as built” (como construído) de todos trabalhos executados ao abrigo do contrato, entregando-os após a conclusão da obra, em 3 (três) cópias, sob a forma de *dossiers* organizados com a menção da parte da obra e especialidade a que dizem respeito, em conjunto com

as instruções e especificações dos fabricantes. De todos os documentos entregues serão igualmente entregues ao Administrador do Contrato os correspondentes ficheiros no formato *.dwg*, *.doc* ou *.xls*.

A entrega destes elementos deverá ser feita até 10 (dez) dias úteis antes da data prevista para a receção provisória da obra, constituindo um dos requisitos para a sua efetivação.

Do mesmo modo, e até à data atrás referida, serão entregues ao Administrador do Contrato 3 (três) cópias dos certificados de qualidade dos materiais utilizados na obra, os resultados de todas as inspeções, ensaios e testes efetuados antes, durante e após a execução dos trabalhos da Empreitada.

## 1.11 Troca de informação

### 1.11.1 Formatos de ficheiros

Para efeitos de troca de informação entre todos os intervenientes são estabelecidos os seguintes formatos de ficheiros:

Desenhos:

- Autocad 2004 (ou superior), extensão *.dwg*

Texto:

- Microsoft Word 2003 (ou superior), extensão *.doc*
- ou Acrobat Reader 6.0, extensão *.pdf*

Folhas de cálculo:

- Microsoft Excel 2003 (ou superior), extensão *.xls*
- ou Acrobat Reader 6.0, extensão *.pdf*

A alteração dos ficheiros enviados poderá estar interdita.

A numeração dos desenhos elaborados pelo Adjudicatário e a nomenclatura dos ficheiros correspondentes integrar-se-á no sistema dos Projetistas e será acordada no início da obra.

### 1.11.2 Entrega de documentos

De todos os desenhos e documentos entregue pelos Projetistas ao Administrador do Contrato, destinados ao Adjudicatário, e por este entregues com destino aos Projetistas serão enviados os ficheiros correspondentes e 3 (três) cópias em papel, assinadas pelo Diretor de Projeto ou pelo responsável do Adjudicatário. Das versões originais assinadas será imediatamente arquivada 1 (uma) via no arquivo de originais do Administrador do Contrato, sendo as restantes 2 (duas) entregues ao Adjudicatário ou aos Projetistas.

Todas as entregas serão acompanhadas de 1 (uma) guia de envio de documentos em que serão discriminados item por item os documentos entregues.

## 1.12 Plano de segurança

Antes de iniciar os trabalhos o Adjudicatário submeterá à apreciação, para aprovação, do dono da obra o plano de segurança da obra que tenciona implementar. Só após aquela aprovação poderá iniciar os trabalhos e competirá à Fiscalização verificar a sua implementação.

Caso o dono da obra não inclua no processo de concurso o plano de segurança que lhe compete, o Adjudicatário chamará, obrigatoriamente, a si a sua execução que terá, previamente, de ser aprovado pelo primeiro.

Os custos associados a este item, incluindo os honorários dos técnicos responsáveis pela segurança, legalmente exigidos, devem estar diluídos nos valores unitários especificados no Mapa de Trabalhos e Quantidades.

## 1.13 Sinalização e conservação dos acessos

O Adjudicatário obriga-se a colocar, oportunamente e sem encargos para o dono da obra:

- sinais rodoviários e balizamentos para conveniente aviso e segurança do trânsito;

- vedação do local da Obra, com tapume a aprovar pelo Dono de Obra, de modo a oferecer a necessária privacidade da obra, para com as áreas circunvizinhas e a proteger as pessoas;
- placa com a identificação do Dono de Obra, Projetistas, Empreiteiro e demais elementos exigidos pelas autoridades respectivas, de acordo com as disposições do artigo 61 do Decreto-Lei nº 177/2001.

A fiscalização garantirá o, rigoroso, cumprimento dos pontos anteriores, obrigando o Empreiteiro a modificar a sinalização e vedação se julgar conveniente. Serão, de qualquer modo, da inteira responsabilidade do Adjudicatário os prejuízos que a falta ou inaptidão da sinalização ou balizagem ocasionarem a terceiros e/ou à obra.

O Adjudicatário assegurará, à sua custa e durante o período de execução e suspensão dos trabalhos, caso exista, o perfeito estado de conservação das vias públicas com acesso à obra até uma distância mínima de 100,0 m da obra.

## 1.14 Critérios de medição

Salvo no que for expresso em contrário, os critérios de medição são os vêm incluídos em publicação própria do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Considera-se que os preços unitários apresentados correspondem a trabalhos, a executar de acordo com as peças de projeto e as condições técnicas. Consideram-se também incluídos nos preços unitários apresentados todos os trabalhos auxiliares que, mesmo não estando definidos, se revelem necessários para a sua perfeita execução.

Todos os fornecimentos incluem a respetiva montagem, bem como o fornecimento de todos os acessórios e os trabalhos auxiliares que, mesmo não estando definidos, se revelem necessários para o perfeito funcionamento do objeto do fornecimento.

Todos os trabalhos incluem a carga, a descarga, o transporte, a eventual indemnização por depósito, ainda que provisório, dos materiais fornecidos e necessários, bem como a carga, a descarga, o transporte, a eventual indemnização por depósito, ainda que provisório, dos materiais sobranes.

Considera-se também incluído no preço unitários todos os custos indiretos resultantes das atividades da responsabilidade do Adjudicatário nos termos do caderno de encargos, nomeadamente e entre outras: verificações, ensaios e correções, desenhos preparatórios e telas finais bem como trabalhos necessários para a implementação dos sistemas de Segurança, Ambiente e Qualidade, etc.

Os custos com os equipamentos necessários para a realização de qualquer trabalho deverão estar incluídos no preço unitário do trabalho correspondente, incluindo transportes e meios de elevação.

Considera-se, assim, que nos preços de todos os trabalhos descritos no Mapa de Trabalhos e Quantidades, o Adjudicatário inclui todos os trabalhos necessários, acessórios e complementares do trabalho descrito, por forma a dar cumprimento ao estipulado na Condições Técnicas, Boas Normas de Execução dos Trabalhos e nas Boas Regras de Arte.

Nas descrições usadas no Mapa de Trabalhos e Quantidades, as unidades definidas são as seguintes:

- vg – valor global;
- un – unidade;
- ml – metro linear (unidade de comprimento);
- m<sup>2</sup> – metro quadrado (unidade de área);
- m<sup>3</sup> – metro cúbico (unidade de volume);
- kg – quilograma (unidade de peso).

## 1.15 Preços

### 1.15.1 Preços novos

O Adjudicatário deverá apresentar a justificação de todos os preços unitários de trabalhos não previstos no Projeto, decompondo-os em materiais, mão-de-obra de transformação, mão-de-obra de colocação e meios de transporte e de elevação eventualmente necessários, de forma a permitir ao Administrador do Contrato a sua análise. Todos os preços base de eventuais futuros trabalhos terão por base e como referência os preços unitários de Contrato.



### 1.15.2 Preços de trabalhos não discriminados

Os custos relacionados com trabalhos ou fornecimento de materiais necessários ou complementares à correta execução de um dado trabalho e que, estando ou não descritos no Projeto (Condições Técnicas, Peças Desenhadas ou Memória Descritiva e Justificativa), não constem do articulado deste Mapa de Trabalhos e Quantidades, deverão estar incluídos no(s) preço(s) correspondente a esse trabalho.

Os custos de todos os trabalhos que, estando explicitamente descritos no projeto, não possuam uma rubrica autónoma no Mapa de Trabalhos e Quantidades, deverão estar diluídos nos restantes preços unitários discriminados no Mapa.

### 1.15.3 Preços de trabalhos semelhantes

Os trabalhos semelhantes terão preços iguais, independentemente da zona da obra onde estão previstos no Mapa de Trabalhos e Quantidades.

## 2 Características dos materiais

### 2.1 Prescrições comuns a todos os materiais

Todos os materiais a empregar devem ser acompanhados de certificados de origem e dos documentos de controlo de qualidade e obedecer ainda a:

- sendo nacionais, às normas portuguesas, documentos de homologação de laboratórios oficiais, regulamentos em vigor e especificações destas condições técnicas;
- sendo estrangeiros, às normas e regulamentos em vigor no País de origem, caso não haja normas nacionais aplicáveis;
- na existência simultânea de duas normas os materiais obedecerão obrigatoriamente à especificação mais severa.

Para as obras de betão, constitui documento de referência obrigatória a NP EN 13670-1 – Execução de Estruturas de Betão - Parte 1: Regras gerais.

Todos os produtos destinados a ser permanentemente incorporados numa obra de construção, incluindo as obras de construção civil e de engenharia civil, devem estar aptos ao uso a que se destinam. Este conceito é veiculado pelo “Regulamento Produtos de Construção” (RPC) (Regulamento (UE) n.º 305/2011). A RPC estabelece que, para serem colocados no mercado, os produtos de construção abrangidos necessitam de marcação CE com sistema de atestação cumprindo os requisitos do mandato da RPC.

Os materiais e elementos a utilizar na obra deverão satisfazer as condições referidas nas presentes Cláusulas Técnicas.

Os materiais e elementos de cada lote só podem ser aplicados na obra depois de efetuada a sua receção pela Fiscalização. A receção será feita com base na verificação de que satisfazem as características especificadas nestas Condições Técnicas (C.T.). Consideram-se fazendo parte das C. T. os documentos a ele anexados durante as fases de concurso e execução da obra.

O Adjudicatário deverá garantir a existência, em depósito, das quantidades de materiais e elementos necessários à laboração normal dos trabalhos. Será normal a existência em depósito de materiais que garantam um mínimo de 15 dias de laboração.

Serão da responsabilidade do Adjudicatário os encargos resultantes das operações de carga, descarga e transporte de materiais e elementos de construção. Os materiais ou elementos deteriorados durante estas operações serão rejeitados.

Sempre que a Fiscalização ou o Adjudicatário entenderem necessário, este último apresentará amostras dos materiais ou elementos a utilizar, as quais depois de aprovadas pelo dono da obra, ou seu representante, servirão de padrão. A apresentação das amostras deverá ser efetuada até 15 dias antes da entrada do material ou elementos na obra. A existência de padrão não isentará que cada lote seja submetido ao procedimento normal previsto para a receção de materiais.

O Adjudicatário, quando autorizado pela Fiscalização (que obterá previamente o acordo do Projetista), poderá aplicar materiais diferentes dos previstos, se a solidez, estabilidade, aspeto, duração e conservação da obra não forem prejudicados e se não houver alteração, para mais, no preço. A proposta deverá ser feita por escrito, devidamente fundamentada, e indicando pormenorizadamente as características de qualidade a que o material irá satisfazer. Compete à Fiscalização aprovar ou rejeitar a proposta de substituição, a qual poderá ser condicionada à alteração das condições administrativas, nomeadamente prazos e custos. A aprovação de uma alteração de especificação para um determinado material não isentará nenhum lote de ser submetido à receção prevista anteriormente nem isentará o Adjudicatário da responsabilidade sobre o seu comportamento.

Os materiais ou elementos sujeitos a homologação obrigatória ou classificação obrigatória só poderão ser aceites se acompanhados do respetivo Documento de Homologação ou Classificação, passado por um laboratório oficial. A homologação ou classificação não isentará os materiais de serem submetidos aos ensaios previstos nestas C.T..

O armazenamento deverá ser feito em armazéns fechados que ofereçam segurança e proteção contra as intempéries e a humidade do solo. A Fiscalização decidirá quais os materiais que, pelas suas características ou dimensões, poderão ser armazenados em depósitos ao ar livre.

Os materiais deverão ser armazenados por lotes separados e identificados, devidamente arrumados de modo a permitirem a circulação e acesso. O dono da obra ou seu representante poderá autorizar a não separação por lotes, desde que a origem e o tipo de materiais sejam os mesmos. A divisão em lotes será feita por origens, tipos e datas de entrada na obra.

Compete ao Adjudicatário assegurar a conservação dos materiais e elementos durante o seu armazenamento. Os materiais e elementos deteriorados em armazém ou depósito serão considerados rejeitados.

A Fiscalização poderá, sempre que assim entender, mandar proceder a ensaios de controlo de qualidade dos materiais, desde que sobre eles haja dúvidas. Os encargos com estes ensaios serão da conta do Adjudicatário caso os resultados não comprovem a qualidade exigida para os materiais.

## 2.2 Solos para aterros

Os materiais a utilizar nos aterros serão os definidos no projeto, provenientes das escavações realizadas na obra ou de empréstimos. Os empréstimos escolhidos pelo Adjudicatário deverão ser submetidos à prévia aprovação da Fiscalização.

Na construção do Corpo dos aterros poderão ser utilizados todos os materiais que permitam a sua colocação em obra em condições adequadas, que garantam e assegurem por um lado a estabilidade da obra, e simultaneamente, que as deformações pós-construtivas que se venham a verificar sejam toleráveis a curto e longo prazo para as condições de serviço.

Para satisfazer as exigências de estabilidade quase imediatas dos aterros, os materiais utilizáveis devem ter características geotécnicas que permitam atingir, logo após a sua colocação em obra, as resistências, em particular mecânicas, que garantam esta exigência. Isto pressupõe, que os mesmos possam ser corretamente espalhados e compactados, significando que:

- É necessário que a dimensão máxima ( $D_{m\acute{a}x}$ ) dos seus elementos permita o nivelamento das camadas e que a sua espessura seja compatível com a energia de compactação utilizada;
- O respetivo teor em água natural ( $W_{nat}$ ) seja adequado às condições de colocação em obra.

Os materiais que poderão ser utilizados na construção do Corpo dos aterros devem ainda obedecer ao seguinte:

- Os solos ou materiais a utilizar deverão estar isentos de ramos, folhas, troncos, raízes, ervas, lixo ou quaisquer detritos orgânicos;
- A dimensão máxima dos elementos dos materiais a aplicar será, em regra, não superior a 2/3 da espessura da camada, uma vez compactada.

Na Parte Superior dos Aterros devem ser utilizados os materiais de melhor qualidade, de entre os provenientes das escavações e/ou dos empréstimos utilizados.

Os materiais a utilizar na construção dos aterros são do ponto de vista granulométrico, os seguintes: solos, materiais rochosos (enrocamento), e materiais do tipo solo-enrocamentos.

Denominam-se solos os materiais que cumpram as seguintes condições granulométricas:

- Material retido no peneiro 19 mm (3/4") ASTM.....  $\leq 30\%$

A sua utilização na construção de aterros, no seu estado natural, exige que sejam observadas as seguintes condições relativas ao teor em água:

- Solos incoerentes:.....  $0,8 W_{opm} \leq W_{nat} \leq 1,2 W_{opm}$
- Solos coerentes:.....  $0,7 W_{opn} \leq W_{nat} \leq 1,4 W_{opn}$

Em que:

$W_{opm}$  - teor em água ótimo referido ao ensaio de Proctor Modificado

$W_{opn}$  - teor em água ótimo referido ao ensaio de Proctor Normal

Quando não se verifique este requisito para o caso de solos coerentes, poder-se-á recorrer a técnicas de tratamento com cal ou desta combinada com cimento.

A possível utilização dos diversos tipos de solos em função da zona do aterro em que irão ser aplicados deverá obedecer às seguintes regras gerais (Quadro seguinte), baseadas na classificação unificada de solos, contida na especificação ASTM D 2487.

*Quadro 1 – Classificação unificada de solos, ASTM D 2487*

Classe	CBR (%)	Tipo de Solo	Descrição	Reutilização		
				PIA	Corpo	PSA
S 0	< 3	OL	Siltes orgânicos e siltes argilosos orgânicos de baixa plasticidade (1)	N	N	N
		OH	Argilas orgânicas de plasticidade média a elevada; Siltes orgânicos. (2)	N	P	N
		CH	Argilas inorgânicas de plasticidade elevada; Argilas gordas. (3)	N	P	N
		MH	Siltes inorgânicos; Areias finas micáceas; Siltes micáceos. (4)	N	P	N
S 1	≥ 3 a < 5	OL	Idem (1)	N	S	N
		OH	Idem (2)	N	S	N
		CH	Idem (3)	N	S	N
		MH	Idem (4)	N	S	N
S 2	≥ 5 a < 10	CH	Idem (3)	N	S	N
		MH	Idem (4)	N	S	N
		CL	Argilas inorgânicas de plasticidade baixa a média Argilas com seixo, argilas arenosas, Argilas siltosas e argilas magras.	S	S	P
		ML	Siltes inorgânicos e areias muito finas; Areias finas, siltosas ou argilosas; Siltes argilosos de baixa plasticidade.	S	S	P
		SC	Areia argilosa; Areia argilosa com cascalho. (5)	S	S	P
S 3	≥ 10 a < 20	SC	Idem (5)	S	S	S
		SM d	Areia siltosa;	S	S	S
		SM u	Areia siltosa.	P	S	N
S 4	≥ 20 a < 40	SP	Areias mal graduadas; Areias mal graduadas com cascalho.	S	S	S
		SW	Areias bem graduadas; Areias bem graduadas com cascalho.	S	S	S
		GC	Cascalho argiloso; Cascalho argiloso com areia.	S	S	S
		GM-u	Cascalho siltoso; Cascalho siltoso com areia. (6)	P	S	P
S 5	≥ 40	GP	Cascalho mal graduado; Cascalho mal graduado com areia. (7)	S	S	S
		GM-d	Idem (6)	S	S	S
		GW	Cascalho bem graduado; Cascalho bem graduado com areia.	S	S	S

S - admissível; N - não admissível; P - possível; PIA - parte inferior do aterro; PSA - parte superior do aterro

Os materiais resultantes de escavações na linha ou de empréstimo e não reutilizáveis são os que obedecem às seguintes condições:

- lixo ou detritos orgânicos;
- argilas com IP > 50%;
- materiais com propriedades físicas ou químicas indesejáveis, que requeiram medidas especiais para escavação, manuseamento, armazenamento, transporte e colocação;
- turfa e materiais orgânicos provenientes de locais pantanosos.

## 2.3 Constituintes dos betões de ligantes hidráulicos

### 2.3.1 Cimentos

Os ligantes a utilizar na formulação de argamassas e betões estruturais, serão de natureza hidráulica devendo satisfazer as disposições especificadas neste Projeto e nas normas nacionais aplicáveis, nomeadamente:

- NP EN 197-1 – Cimento. Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes;
- NP EN 197-2 – Cimento. Parte 2: Avaliação de conformidade.

Nestas condições os cimentos a utilizar devem subordinar-se aos tipos, composições, exigências mecânicas, físicas e químicas, estabelecidas nessas norma e terem a Marcação CE.

Em geral, o ligante hidráulico componente das argamassas e dos betões deve ser o cimento Portland, do tipo CEM I ou do tipo CEM II/A das classes 42.5 ou 52.5. Para condições ambientais agressivas (classes de exposição XS ou XA) deve utilizar-se um ligante de preferência do tipo CEM III, IV ou V das classes 32.5 ou 42.5, tendo em atenção o estabelecido na especificação LNEC E 464. O cimento CEM II/A-L não deverá, em princípio, ser utilizado em fundações expostas a águas ou solos contendo sulfatos.

Para certas obras ou elementos estruturais, pode haver necessidade de usar:

- cimentos correntes com baixo calor de hidratação cobertos pela emenda A1 à NP EN 197-1;
- cimentos correntes resistentes aos sulfatos a serem cobertos pela emenda A2 à NP EN 197-1;
- cimentos de alto-forno de baixas resistências iniciais, de acordo com a NP EN 197-4.

O cimento terá de ser de fabrico recente e acondicionado por forma a ser bem protegido contra a humidade.

O cimento deve ser fornecido a granel e em situações específicas, em sacos. O cimento fornecido a granel terá de ser armazenado em silos equipados com termómetros. Quando fornecido em sacos não será permitido o seu armazenamento a céu aberto, sendo sempre guardado com todos os cuidados indicados na NP EN 206-1:2007 e NP EN 13670-1.

Será rejeitado todo o cimento que se apresente 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 cimento rejeitado terá de ser identificado e retirado do estaleiro em obra.

No caso de utilização de cimentos brancos deverá ser respeitada a NP 4326 – Cimentos brancos. Composição, tipos, características e verificação da conformidade.

O cimento a ser empregue no betão prescrito para um dado elemento de obra deve ser sempre que possível da mesma proveniência, comprovada por certificados de origem. Caso contrário, deve o Adjudicatário demonstrar através de ensaios a equivalência das propriedades físicas, químicas e mecânicas dos cimentos empregues tendo em especial atenção a sua alcalinidade. Excetua-se os casos de peças ou partes de obra em que a característica cor é importante (betão aparente), onde não é admissível a alteração da proveniência nem da classe do cimento.

### 2.3.2 Adjuvantes

Os adjuvantes a incorporar nos betões com o fim de melhorarem a trabalhabilidade, manterem esta, reduzindo a água de amassadura, aumentarem a resistência ou com outras finalidades como acelerar ou retardar a presa, não podem conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afetar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras.

Os adjuvantes a incorporar nos betões de ligantes hidráulicos terão de satisfazer as exigências da NP EN 934-2 Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção. Parte 2: Adjuvantes para betão. Definições, requisitos, conformidade, marcação e rotulagem. Assim os adjuvantes a incorporar ficam sujeitos a critérios de conformidade quanto às suas características de identificação, características de compatibilidade e características de comportamento enunciadas naquela norma, e terão de ter marcação CE.

Na sua aplicação terá de seguir-se o estipulado na secção 5.2.6 da NP EN 206-1.

As condições e o tempo máximo de armazenamento dos adjuvantes em estaleiro terão de observar as condições estipuladas pelo fabricante. Na ausência destas terão de ser efetuados ensaios comprovativos de manutenção das características especificadas e comprovadas para os adjuvantes.

Em caso de dúvida sobre as características dos adjuvantes empregues ou a sua compatibilidade com quaisquer outros componentes do betão, pode a Fiscalização mandar efetuar os ensaios que entenda por necessários.

O Adjudicatário terá de indicar à Fiscalização os adjuvantes e as percentagens que pretende adotar na formulação dos diferentes betões, fazendo acompanhar essa indicação das respetivas fichas técnicas produzidas pelo fabricante.

O Adjudicatário terá de contemplar a informação relativa aos adjuvantes com ensaios sobre a variabilidade da trabalhabilidade dos betões com eles produzidos na primeira hora, e das resistências aos 3, 7 e 28 dias de idade de forma a habilitar a Fiscalização com os elementos conducentes à aprovação da sua adoção.

Os adjuvantes a utilizar nas caldas de injeção do pré-esforço devem ser isentos de cloretos e alumínio, terão de satisfazer as exigências da NP EN 934-4 e ter a marcação CE.

#### 2.3.2.1 Definições

Os adjuvantes para betão são materiais adicionados durante a amassadura em quantidade que não exceda 5% em massa do teor de cimento do betão, para modificar as suas propriedades no estado fresco ou endurecido.

#### 2.3.2.2 Tipos de adjuvante

A definição dos tipos de adjuvantes referidos em seguida baseia-se na função principal de cada adjuvante:

- Adjuvante redutor de água / plastificante - adjuvante que, sem afetar a trabalhabilidade, permite a redução da dosagem de água de uma dada amassadura, ou que, sem modificar a dosagem de água, aumenta a trabalhabilidade, ou que produz simultaneamente os dois efeitos.
- Adjuvante redutor de água de alta gama / superplastificante: adjuvante que, sem afetar a trabalhabilidade, permite uma alta redução da dosagem de água de uma dada mistura, ou que, sem modificar a dosagem de água aumenta consideravelmente a trabalhabilidade, ou que produz os dois efeitos simultaneamente.
- Adjuvante retentor de água - adjuvante que reduz a perda de água através da redução da exsudação.
- Adjuvante introdutor de ar - adjuvante que permite incorporar durante a operação de amassadura uma quantidade controlada de microbolhas de ar uniformemente distribuída e mantê-la após endurecimento.
- Adjuvante acelerador de presa - adjuvante que permite diminuir o tempo de transição do estado plástico para o estado rígido do betão.
- Adjuvante acelerador de endurecimento - adjuvante que acelera o desenvolvimento das resistências iniciais no betão, afetando ou não o tempo de presa.
- Adjuvante retardador de presa - adjuvante que prolonga o tempo de transição do estado plástico para o estado rígido no betão.
- Adjuvante hidrófugo - adjuvante que reduz a absorção capilar do betão endurecido.

#### 2.3.2.3 Identificação, compatibilidade e comportamento

A identificação é um procedimento que permite caracterizar o adjuvante e verificar a sua uniformidade de fabrico.

Para ser considerado compatível, o adjuvante deverá ser adequado para ser usado com diferentes tipos de cimento.

O comportamento refere-se à capacidade do adjuvante para o uso previsto, sem efeitos prejudiciais.

#### 2.3.2.4 Dosagem

A dosagem de conformidade é a dosagem do adjuvante, expressa em percentagem da massa do cimento, indicada pelo fabricante, que satisfaz as exigências dos quadros seguintes. Esta dosagem deve situar-se dentro da gama de dosagens recomendada.

A gama de dosagens recomendada estabelece os limites de dosagem recomendados, expressos em percentagem da massa de cimento, indicados pelo fabricante, sujeitos a ensaios de ajustamento a realizar com os constituintes previstos para cada amassadura.

A dosagem máxima recomendada deverá ser entendida como um limite superior da gama de dosagens indicada pelo fabricante, a utilizar nos ensaios de compatibilidade (Quadro 12).

Para controlo da conformidade dos adjuvantes deverão ser utilizados o betão e argamassa de referência de acordo com as seguintes normas:

- EN 934-2 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção - Parte 2: Adjuvantes para betão - Definições, requisitos, conformidade, marcação e etiquetagem.
- EN 934-3 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção - Parte 3: Adjuvantes para argamassa de alvenaria - Definições, requisitos, conformidade, marcação e etiquetagem
- EN 934-4 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção - Parte 4: Adjuvantes para caldas de injeção para bainhas de pré-esforço - Definições, requisitos, conformidade, marcação e etiquetagem.

#### 2.3.2.5 Especificações e características gerais

Deverão ser previamente submetidos à aprovação da Fiscalização, para o que o Adjudicatário deverá fornecer todas as indicações e esclarecimentos necessários sobre as características e modo de aplicação dos produtos, sempre que possível acompanhados de resultados de ensaios comprovativos das características referidas, realizados por laboratório de reconhecida competência. Em caso de dúvida dever-se-ão respeitar as indicações e os limites estabelecidos na norma NP EN 934: Adjuvantes para argamassas e betões – características e verificação de conformidade.

A especificação mencionada fixa as exigências que os adjuvantes devem satisfazer para poderem ser usados em betões simples, armados ou pré-esforçados, e em argamassas.

As características a exigir aos adjuvantes referem-se à identificação, compatibilidade com os cimentos e comportamento no betão.

São características de identificação a homogeneidade, cor, massa volúmica, teor de sólidos convencional e valor do pH.

A característica de compatibilidade é o tempo de presa.

São características de comportamento o teor de cloretos, o teor de álcalis, o teor de ar no betão fresco, a resistência à compressão e não favorecer a corrosão das armaduras.

As características, os documentos normativos e as exigências a satisfazer comuns a todos os adjuvantes são apresentados no Quadro 2, enquanto nos Quadro 3 a Quadro 9 se apresentam as características, documentos normativos e exigências adicionais para os adjuvantes redutor de água / plastificante, redutor de água de alta gama/superplastificante, retentor de água, acelerador de presa, acelerador de endurecimento, retardador de presa e hidrófugo.

Quadro 2 - Características, documentos normativos e exigências gerais dos adjuvantes

Característica	Documentos normativos	Exigências
Segregação	(observação visual)	Não deve ser superior ao valor indicado pelo fabricante
Cor	(observação visual)	Deve ser visualmente uniforme e similar à cor da amostra padrão
Componente efetivo (I. V.)	NP EN 480-6	Os espectros de infravermelhos devem apresentar picos característicos correspondentes às mesmas absorções relativas da amostra padrão
Massa volúmica	NP EN 480-7	Valor indicado pelo fabricante $\pm 0,03 \text{ kg/dm}^3$ , se a massa volúmica é superior a $1,10 \text{ kg/dm}^3$ ; Idem, $\pm 0,02 \text{ kg/dm}^3$ se a massa volúmica é igual ou inferior a $1,10 \text{ kg/dm}^3$
Teor de sólidos convencional	NP EN 480-8	$0,95 T < X < 1,05 T$ , sendo: T - valor indicado pelo fabricante, %;

Característica	Documentos normativos	Exigências
		X - resultado do ensaio, %
Valor de pH	NP EN 480-9	Valor indicado pelo fabricante $\pm 1$ , ou dentro da gama de valores indicada pelo fabricante
Tempo de presa para a dosagem máxima recomendada (DMR)	NP EN 480-2	Sem especificação, mas devem ser relatados os resultados dos ensaios com 4 cimentos, conforme NP EN 480-1
Teor de cloretos (Cl)	NP EN 480-10	Não superior ao teor máximo indicado pelo fabricante ou conforme a declaração do fabricante de que é menor que 0,10% em massa
Teor de álcalis (expresso em Na <sub>2</sub> O)	NP EN 480-12	Não superior ao valor máximo indicado pelo fabricante
Comportamento face à corrosão	E 416	Não deve provocar corrosão das armaduras

Quadro 3 - Características, documentos normativos e exigências adicionais para adjuvantes redutores de água/plastificantes (para igual consistência; betão de referência I)

Característica	Documentos normativos	Exigências
Teor de ar do betão fresco	NP EN 12350-7	No máximo, 2% superior ao teor de ar do betão de referência, salvo indicação em contrário do fabricante.
Redução de água	NP EN 12350-2 NP EN 12350-5	Pelo menos 5%, em relação ao betão de referência determinada por ensaio de abaixamento ou de espalhamento.
Resistência à compressão	E 226	Aos 7 e 28 dias: igual ou superior em 10% à do betão de referência

Quadro 4 - Características, documentos normativos e exigências adicionais para adjuvantes redutores de água de alta gama / superplastificantes (para igual razão A/C; betão de referência IV)

Característica	Documentos normativos	Exigências
Teor de ar do betão fresco	NP EN 12350-7	No máximo, 2% superior ao teor de ar do betão de referência, salvo indicação em contrário do fabricante
Resistência à compressão	E 226	Aos 28 dias: pelo menos 90% em relação ao betão de referência
Aumento da consistência	NP EN 12350-2 NP EN 12350-5	Aumento de 160 mm do espalhamento a partir do espalhamento inicial de $380 \pm 20$ mm, ou aumento de 120 mm do abaixamento a partir do abaixamento inicial de $70 \pm 10$ mm.
Manutenção da consistência	NP EN 12350-2 NP EN 12350-5	30 minutos após a adição, a consistência não deve ser inferior ao valor inicial do betão de referência

Quadro 5 - Características, documentos normativos e exigências adicionais para adjuvantes retentores de água (para igual consistência; betão de referência II)

Característica	Documentos normativos	Exigências
Teor de ar do betão fresco	NP EN 12350-7	No máximo, 2% superior ao teor de ar do betão de referência, salvo indicação em contrário do fabricante



Característica	Documentos normativos	Exigências
Resistência à compressão	E 226	Aos 28 dias: pelo menos 80% do valor correspondente para o betão de referência
Exsudação	NP EN 480-6	Redução de pelo menos 50% em relação ao betão de referência

**Quadro 6 - Características, documentos normativos e exigências adicionais para adjuvantes aceleradores de presa (para igual consistência; argamassa de referência ou betão de referência I)**

Característica	Documentos normativos	Exigências
Teor de ar do betão fresco	NP EN 12350-7	No máximo, 2% superior ao teor de ar do betão de referência, salvo indicação em contrário do fabricante
Resistência à compressão	E 226	Aos 28 dias: pelo menos 80% da resistência à compressão do betão de referência; aos 90 dias, pelo menos igual à do betão de referência aos 28 dias
Tempo de princípio de presa	NP EN 480-2	A 20°C: tempo de princípio de presa não inferior a 30 minutos; a 5°C: redução do tempo de princípio de presa superior a 40% do valor obtido com a argamassa de referência

**Quadro 7 - Características, documentos normativos e exigências adicionais para adjuvantes aceleradores de endurecimento (para igual consistência; betão de referência I)**

Característica	Documentos normativos	Exigências
Teor de ar do betão fresco	NP EN 12350-7	No máximo, 2% superior ao teor de ar do betão de referência, salvo indicação em contrário do fabricante
Resistência à compressão	E 226	A 20°C: pelo menos 120% do valor correspondente para o betão de referência às 24 horas, e pelo menos 90% aos 28 dias; a 5°C: pelo menos 130% do valor correspondente para o betão de referência às 48 horas.

**Quadro 8 - Características, documentos normativos e exigências adicionais para adjuvantes retardadores de presa (para igual consistência; argamassa de referência ou betão de referência I)**

Característica	Documentos normativos	Exigências
Teor de ar do betão fresco	NP EN 12350-7	No máximo, 2% superior ao teor de ar do betão de referência, salvo indicação em contrário do fabricante
Resistência à compressão	E 226	Em relação ao betão de referência, pelo menos: 80% aos 7 dias; 90% aos 28 dias
Tempo de presa	NP EN 480-2	Tempo de princípio de presa pelo menos 90 minutos superior ao da argamassa de referência e tempo de fim de presa no máximo 360 minutos superior ao da argamassa de referência

**Quadro 9 - Características, documentos normativos e exigências adicionais para adjuvantes hidrófugos (para igual consistência; argamassa de referência ou betão de referência I)**

Característica	Documentos normativos	Exigências
Teor de ar do betão fresco	NP EN 12350-7	No máximo, 2% superior ao teor de ar do betão de referência, salvo indicação em contrário do fabricante

Característica	Documentos normativos	Exigências
Resistência à compressão	E 226	Em relação ao betão de referência, pelo menos 85% aos 28 dias
Absorção capilar	NP EN 480-5	Aos 7 dias: após 7 dias de cura, não superior a 50% do valor correspondente para a argamassa de referência; Aos 28 dias: após 90 dias de cura, não superior a 60% do valor correspondente para a argamassa de referência

### 2.3.2.6 Aplicação

Os adjuvantes para impermeabilização de massas podem ser em pó ou líquidos, devendo os primeiros ser adicionados ao cimento seco e com ele muito bem misturados antes da adição dos agregados e água, devendo os segundos ser adicionados à água de amassadura mexendo muito bem.

Os adjuvantes para acelerar a presa por elevação de temperatura também se podem aplicar em betonagens a baixas temperaturas, devendo ser líquidos, adicionando-se à água de amassadura.

Os adjuvantes destinados a aumentar a trabalhabilidade de betões não devem ser de tipo que aumente a quantidade total de ar nas massas para além de 1%.

Os adjuvantes retardadores de presa devem ser objeto de experiências preliminares que permitam determinar, em bases seguras, o seu real efeito nos betões previstos.

Todos os produtos que venham a ser aprovados pela Fiscalização devem ser aplicados em conformidade com as instruções do respetivo fabricante e com os resultados de ensaios realizados.

### 2.3.3 Agregados

Os agregados para betões de ligantes hidráulicos devem obedecer, no que respeita às suas características, condições de fornecimento e armazenamento, ao estipulado na NP EN 206-1 e NP EN 13670-1 e pelas Especificações e Normas em vigor.

O Adjudicatário apresentará para 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.

Os elementos individuais do inerte grosso devem ser de preferência isométricos, não devendo a porção de partículas achatadas ou alongadas exceder os 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 do inerte grosso não deve exceder:

- 80% da menor distância livre entre os varões da armadura;
- 80% da menor distância entre o bordo da peça e as armaduras que formem um ângulo maior que 45° com a direcção de betonagem;
- 25% da menor dimensão do elemento estrutural exceto no caso das lajetas superiores de compressão de lajes onde a dimensão máxima do inerte será menor que 40% da espessura mínima.

O inerte grosso deve ser convenientemente lavado.

A areia deve ser convenientemente lavada e cirandada, se tal se mostrar necessário na opinião da Fiscalização.

A curva granulométrica da brita e areia deverá obedecer ao disposto ao estipulado na NP EN 206-1 de forma a obter-se a maior compactidade. Em circunstâncias que a Fiscalização aprove ou determine, poderá ser empregue seixo anguloso em vez da pedra britada. O inerte grosso deverá ser anguloso, duro, não margoso e sempre lavado, com especial cuidado no caso do seixo anguloso.

O inerte fino será constituído por uma areia natural, simples ou misturada com areias de britagem em proporções tais que possibilitem uma boa trabalhabilidade do betão.

O Empreiteiro deverá proceder a determinações periódicas da granulometria dos diversos inertes a fim de garantir que a mesma se mantém constante. Sempre que a granulometria de qualquer categoria dos inertes for caracterizada por valores do módulo de finura que se afastem em mais de 0,20 dos valores aprovados pela Fiscalização, deverá submeter à aprovação uma composição granulométrica devidamente corrigida.

O fornecimento deve ter constância total de proveniência, sendo indispensável garantir a armazenagem de quantidades suficientes para fazer face aos consumos previstos em peças de grandes dimensões e em betão aparente, dado que terá de existir obrigatoriamente constância de cor. O armazenamento deverá também contemplar quantidades suficientes para que nos casos de alteração das características poderem ser realizados novos estudos a aprovar obrigatoriamente pela Fiscalização.

Os parques de armazenagem têm de ser devidamente drenados e pavimentados com uma camada de betuminoso ou outro acabamento aceite pela Fiscalização, sendo os parques devidamente individualizados por tipo de inerte de forma a evitar qualquer espécie de contaminação. Para a análise visual serão mantidas amostras testemunhas junto do local de inspeção das cargas, para aprovação da descarga. Para facilitar a análise devem ser mantidas amostras secas e húmidas de cada inerte.

Sempre que a Fiscalização o exigir serão realizados os ensaios necessários para comprovar que as características dos inertes respeitam o especificado na NP EN 206-1, nomeadamente no que diz respeito a resistência mecânica, forma e composição química adequada para o fabrico do betão, bem como a existência, em quantidades prejudiciais, de partículas de argila ou outro revestimento que os isole do ligante, partículas moles, friáveis ou demasiadamente finas, matéria orgânica e outras impurezas. Estes ensaios serão feitos segundo especificações do LNEC e serão por conta do Adjudicatário. Os inertes que forem rejeitados deverão ser retirados com a maior brevidade da área do estaleiro.

### 2.3.4 Água

A água a utilizar na obra, tanto na confeção dos betões e argamassas como para a cura do betão, será obrigatoriamente analisada e deverá sempre obedecer ao estabelecido neste projeto e ao prescrito nas normas em vigor, em particular nas seguintes:

- NP EN 206-1 – Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- NP EN 1008 – Água de amassadura para betão. Especificações para a amostragem, ensaio e avaliação da aptidão da água, incluindo água recuperada nos processos da indústria de betão, para fabrico de betão.

A água a utilizar no fabrico de betões não deverá incluir substâncias em percentagem tal que possam, pelas suas características, prejudicar a presa normal e o endurecimento do cimento. Os valores máximos das quantidades dos componentes prejudiciais que podem existir na água de amassadura, tomadas em percentagens em relação ao peso da água, serão:

- Materiais em suspensão ..... 2%
- Salinidade total ..... 1%
- Hidratos de carbono ..... 0%
- Matéria orgânica ..... 3%
- Sulfatos, sulfuretos, cloretos e álcalis: estes elementos devem existir na água em percentagens tais que no conjunto dos restantes componentes dos betões (cimento, inertes e aditivos) não ultrapassem os valores estabelecidos a propósito do seu fabrico.

Os resultados obtidos na análise da água deverão satisfazer os limites indicados na norma NP EN 1008 – Água de amassadura para betão - Especificações para a amostragem, ensaio e avaliação da aptidão da água, incluindo água recuperada nos processos da indústria de betão, para o fabrico de betão.

Os ensaios para determinação das características da água NP EN 10080 serão realizados antes do início da fabricação das argamassas e betões e durante a sua fabricação.

Constituirá encargo do Adjudicatário a instalação das canalizações para a conduta da água para a obra e a sua ligação à conduta da rede de abastecimento existente ou a captação cuja execução também é por conta do Adjudicatário.

Os recipientes de armazenamento e transporte de água deverão ser motivo de particular cuidado com o fim de evitar que possam conter, como depósito ou sujidade, alguns dos produtos atrás referidos. A água a utilizar em molhagem, durante o período de cura dos betões, deverá satisfazer os requisitos atrás referidos.

### 2.3.5 Pedra, em geral

A pedra a empregar, tanto para brita como para outros fins, deve satisfazer, além das condições particulares para cada caso, as seguintes condições gerais:

- não ser atacável pela água ou pelos agentes atmosféricos;
- não apresentar fendas;
- ser isenta de terra ou de quaisquer outras matérias estranhas;
- não apresentar cavidades, ter grão homogéneo e não ser geladiça.

## 2.4 Betões de ligantes hidráulicos

### 2.4.1 Normas aplicáveis

#### 2.4.1.1 *Normas dos constituintes do betão e especificações LNEC relacionadas com a durabilidade do betão e com os seus constituintes*

Os documentos normativos dos constituintes do betão conformes com a NP EN 206-1, tendo em conta a RPC e o DL130/2013, e as especificações LNEC envolvidas são as seguintes:

#### **Normas:**

- NP EN 197-1 Cimento - Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes (inclui a propriedade calor de hidratação dos cimentos correntes) (inclui a propriedade resistência aos sulfatos dos cimentos correntes);
- NP EN 197-4 Cimento - Parte 4: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos de alto-forno de baixas resistências iniciais (inclui a propriedade resistência aos sulfatos dos cimentos de alto-forno de baixas resistências iniciais);
- NP EN 14216 Cimento Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos especiais de muito baixo calor de hidratação;
- NP EN 13282-1 Ligantes hidráulicos para estradas - Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para ligantes hidráulicos para estradas, de rápido endurecimento;
- NP 4220 Pozolanas para betão. Definições, especificações e verificação da conformidade;
- NP EN 450-1 Cinzas volantes para betão - Parte 1: Definição, especificações e critérios de conformidade;
- NP EN 13263-1 Sílica de fumo para betão - Parte 1: Definições, requisitos e critérios de conformidade;
- NP EN 15167-1 Escória granulada de alto-forno moída para betão, argamassa e caldas de injeção - Parte 1: Definições, especificações e critérios de conformidade;
- EN 12878 Pigments for colouring of building materials based on cement and/or lime, Specifications and methods of test;
- NP EN 12620 Agregados para betão;
- NP EN 13055-1 Agregados leves - Parte 1: Agregados leves para betão, argamassas e caldas de injeção;
- NP EN 934-2 Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção - Parte 2: Adjuvantes para betão. Definições, requisitos, conformidade, marcação e rotulagem;
- NP EN 14889-1 Fibras para betão - Parte 1; Fibras de aço. Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 14889-2 Fibras para betão - Parte 2: Fibras poliméricas. Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 1504-2 Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade Parte 2: Sistemas de protecção superficial do betão.

**Especificação LNEC:**

- LNEC E 461 Betões. Metodologias para prevenir reacções expansivas internas;
- LNEC E 464 Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projecto de 50 e de 100 anos face às acções ambientais;
- LNEC E 465 Betões. Metodologia para estimar as propriedades de desempenho do betão que permitem satisfazer a vida útil de projecto de estruturas de betão armado ou pré-esforçado sob as exposições ambientais XC ou XS;
- LNEC E 466 Fileres calcários para ligantes hidráulicos;
- LNEC E 467 Guia para a utilização de agregados em betões de ligantes hidráulicos;
- LNEC E 469 Espaçadores para betão armado. Especificações e aplicação;
- LNEC E 471 Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos.

**2.4.1.2 Normas e especificações LNEC de ensaio do betão****Ensaio do betão fresco:**

- NP EN 12350-1 Ensaio do betão fresco. Parte 1: Amostragem;
- NP EN 12350-2 Ensaio do betão fresco. Parte 2: Ensaio de abaixamento;
- NP EN 12350-3 Ensaio do betão fresco. Parte 3: Ensaio Vêbê;
- NP EN 12350-4 Ensaio do betão fresco. Parte 4: Grau de compactabilidade;
- NP EN 12350-5 Ensaio do betão fresco. Parte 5: Ensaio da mesa de espalhamento;
- NP EN 12350-6 Ensaio do betão fresco. Parte 6: Massa volumica;
- NP EN 12350-7 Ensaio do betão fresco. Parte 7: Determinação do teor de ar. Métodos pressiométricos;
- NP EN 12350-8 Testing fresh concrete. Part 8: Self-compacting concrete. Slump-flow test;
- NP EN 12350-9 Testing fresh concrete. Part 9: Self-compacting concrete. V-Funnel test;
- NP EN 12350-10 Testing fresh concrete. Part 10: Self-compacting concrete. L-Box test;
- NP EN 12350-11 Testing fresh concrete. Part 11: Self-compacting concrete. Sieve segregation test;
- NP EN 12350-12 Testing fresh concrete. Part 12: Self-compacting concrete. J-ring test.

**Ensaio do betão endurecido:**

- NP EN 12390-1 Ensaio do betão endurecido. Parte 1: Forma dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes;
- NP EN 12390-2 Ensaio do betão endurecido. Parte 2: Execução e cura dos provetes para ensaios de resistência mecânica;
- NP EN 12390-3 Ensaio do betão endurecido. Parte 3. Resistência à compressão dos provetes de ensaio;
- NP EN 12390-4 Ensaio do betão endurecido. Parte 4: Resistência à compressão. Características das máquinas de ensaio;
- NP EN 12390-5 Ensaio do betão endurecido. Parte 5. Resistência à flexão de provetes;
- NP EN 12390-6 Ensaio do betão endurecido. Parte 6- Resistência à tracção por compressão de provetes;
- NP EN 12390-7 Ensaio do betão endurecido Parte 7: Massa volumica do betão endurecido;
- NP EN 12390-8 Ensaio do betão endurecido Parte 8: Profundidade de penetração da água sob pressão;
- CEN/TS 12390-9 Testing hardened concrete. Part 9: Freeze-thaw resistance – Scaling;
- CEN/TS 12390-10 Testing hardened concrete. Part 10: Determination of the relative carbonation resistance of concrete.

**Ensaio do betão nas estruturas:**

- NP EN 12504-1 Ensaio do betão nas estruturas Parte 1 Carotes Extração, exame e ensaio à compressão;
- NP EN 12504-2 Ensaio do betão nas estruturas Parte 2 Ensaio não destrutivo Determinação do Índice esclerométrico;

- NP EN 12504-3 Ensaios do betão nas estruturas. Parte 3 Determinação da força de arranque;
- NP EN 12504-4 Ensaios do betão nas estruturas Parte 4: Determinação da velocidade de propagação dos ultra-sons;
- NP EN 13791 Avaliação da resistência à compressão do betão nas estruturas ou em produtos prefabricados.

**Especificações LNEC:**

- LNEC E 396 Betões. Determinação da resistência à abrasão;
- LNEC E 391 Betões. Determinação da resistência à carbonatação;
- LNEC E 392 Betões Determinação da permeabilidade ao oxigénio;
- LNEC E 393 Betões Determinação da absorção de água por capilaridade;
- LNEC E 397 Betões Determinação do módulo de elasticidade à compressão;
- LNEC E 398 Betões. Determinação da retracção e expansão;
- LNEC E 399 Betões Determinação da fluência em compressão;
- LNEC E 462 Betões. Resistência dos cimentos ao ataque por sulfates;
- LNEC E 463 Betões. Determinação do coeficiente de difusão dos cloretos por ensaio de migração em regime não estacionário.

**2.4.1.3 Normas e especificações Inec relacionadas com betões ou com a execução de obras em betão****Normas:**

- NP EN 13670-1 Execução de Estruturas em Betão;
- NP EN 14487-1 Betão projectado. Parte 1: Definições, especificações e conformidade;
- NP EN 14487-2 Betão projectado. Parte 2. Execução;
- NP EN 14488-1 Ensaios do betão projectado. Parte 1. Amostragem do betão fresco e endurecido;
- NP EN 14488-2 Ensaios do betão projectado. Parte 2: Resistência à compressão do betão projectado jovem;
- NP EN 14488-3 Ensaios do betão projectado. Parte 3: Resistência à flexão (máxima, última e residual) de vigas reforçadas com fibras;
- NP EN 14488-4 Ensaios do betão projectado. Parte 4: Resistência de aderência em carotes à tracção simples;
- NP EN 14488-5 Ensaios do betão projectado. Parte 5. Determinação da capacidade de absorção de energia de provetes de lajes reforçadas;
- NP EN 14488-6 Ensaios do betão projectado Parte 6: Espessura de betão sobre um substrato;
- NP EN 14488-7 Ensaios do betão projectado. Parte 7: Dosagem de fibras no betão reforçado com fibras;
- NP EN 206-9 Concrete Part 9 Additional rules for self compacting concrete;
- NP EN 523 Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço Terminologia, requisitos e controlo da qualidade;
- NP EN 524-1 Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio. Parte 1: Determinação da forma e das dimensões;
- NP EN 524-2 Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio. Parte 2: Determinação do comportamento à flexão;
- NP EN 524-3 Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio. Parte 3: Ensaios de dobragem alternada;
- NP EN 524-4 Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio. Parte 4: Determinação da resistência à carga lateral;
- NP EN 524-5 Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio. Parte 5 Determinação da resistência à carga de tração;
- NP EN 524-6 Bainhas de aço para armaduras de pré-esforço. Métodos de ensaio. Parte 6: Determinação da estanquidade (determinação da perda de água);
- NP EN 445 Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço Métodos de ensaio;
- NP EN 446 Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Procedimentos para injeção;
- NP EN 447 Caldas de injeção para armaduras de pré-esforço. Especificações para caldas correntes;

**Especificação LNEC:**

- LNEC E 468 Revestimentos por pintura para a proteção do betão armado contra a penetração de cloretos Métodos de ensaio e requisitos.

## 2.4.2 Composição dos betões

O estudo da composição de cada betão deverá ser apresentado pelo Adjudicatário à aprovação da Fiscalização, com pelo menos 30 (trinta) dias de antecedência em relação à data de betonagem do primeiro elemento da obra em que esse betão seja aplicado.

Os estudos de composição e dosagem dos betões a utilizar em obra serão encargo do Adjudicatário.

O Adjudicatário proporá previamente à aprovação da Fiscalização o laboratório que pretende encarregar dos estudos de composição dos betões.

No mesmo laboratório serão também, simultaneamente, efetuados os ensaios dos materiais que entram na sua composição e a determinação da resistência à compressão.

O Adjudicatário entregará à Fiscalização amostras dos mesmos inertes utilizados nos estudos dos betões para se poder comprovar a manutenção das suas características no laboratório da obra.

O cimento utilizado será também ensaiado sistematicamente no laboratório da obra, segundo um plano a estabelecer pela Fiscalização, rejeitando-se todo aquele que não possua as características regulamentares ou que não permita a obtenção das características exigidas aos betões da obra.

Na composição dos betões poderá o Adjudicatário utilizar por sua conta, respeitando o disposto na NP EN 206-1 e NP EN 13670-1, os adjuvantes cuja necessidade se justifique, no intuito de se obter boa trabalhabilidade com a menor relação possível água cimento.

O Adjudicatário deverá submeter à aprovação da Fiscalização os adjuvantes que pretende utilizar, ficando proibida a utilização de adjuvantes à base de cloretos ou quaisquer produtos corrosivos.

Sempre que a Fiscalização o entender, serão realizados ensaios complementares em laboratório oficial, por conta do Adjudicatário.

Por outro lado, o Adjudicatário obriga-se a executar, para todos os betões bombados e na presença da Fiscalização, ensaios de bombagem com os betões cuja composição pretende submeter à aprovação da Fiscalização.

O estudo da composição dos betões leves deve basear-se em amassaduras de ensaio a menos que seja possível definir a composição com base em resultados existentes de ensaios realizados com os mesmos materiais. Para que uma composição possa ser aceite é necessário que os resultados das amassaduras de ensaio revelem que se alcança uma resistência adequada à classe de resistência especificada, que a densidade requerida possa ser atingida com suficiente certeza e que a trabalhabilidade do betão seja satisfatória.

## 2.4.3 Preparação dos betões

O betão poderá ser encomendado ou feito por meios mecânicos em betoneiras, obedecendo os materiais que entram na sua composição as disposições legais em vigor, e sendo cuidadosamente respeitadas a NP EN 206-1 e NP EN 13670-1.

Os materiais inertes e o cimento serão doseados em peso para todos os tipos de betões.

A central, caso seja instalada em obra, deverá ter os contadores de água e as balanças devidamente aferidas, para que a quantidade de água e materiais introduzidos em cada amassadura sejam as constantes do estudo aprovado.

Não será permitida a fabricação de misturas secas, com vista a ulterior adição de água.

A consistência normal das massas, a verificar por meio do cone de Abrams ou do estrado móvel, e a quantidade de água necessária será determinada nos ensaios prévios de modo a que se consiga trabalhabilidade compatível com a resistência desejada e com os processos de vibração adotados para a colocação do betão, e será verificada à saída da central de modo a respeitar-se a NP EN 206-1.

A quantidade de água deverá ser 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.

As distâncias entre os locais de instalação da central e os de aplicação dos betões serão as menores possíveis, devendo os meios de transporte, os percursos a utilizar e os tempos previstos desde a sua confeção até à sua colocação ser submetidos à apreciação da Fiscalização. O transporte do betão deverá ser feito por processos que não conduzam à sua segregação respeitando-se, em tudo, as disposições da NP EN 206-1.

No caso dos betões leves há que ter em conta a sua possível perda de trabalhabilidade devida à absorção de água pelos inertes que pode ocorrer durante o transporte e betonagem. Tais efeitos devem ser convenientemente avaliados nas amassaduras de ensaio.

## 2.4.4 Betão fabricado em centrais industriais (betão pronto)

Em todas as operações de preparação, fabrico, transporte, colocação, vibração, cura e desmoldagem será aplicada a seguinte regulamentação:

- NP EN 206-1 – Betão: Especificação, desempenho e conformidade.
- NP EN 13670-1 – Execução de estruturas em betão – Parte 1: Regras gerais

São obrigatórios os ensaios de receção previstos para betões normais de ligantes hidráulicos, salvo se forem apresentados documentos comprovativos do controle, por laboratório acreditado, das características envolvidas naqueles ensaios.

A receção destes betões será feita de acordo com a NP EN 206-1.

## 2.5 Argamassas

As argamassas a empregar serão dos seguintes tipos:

- Tipo I – Argamassa cinzenta de cimento e areia com o traço de:
  - 600 kg de cimento cinzento do tipo I Classe 32,5 R;
  - 1000 l de areia.

a empregar no assentamento de juntas de dilatação, e no reboco de superfícies de betão onde, por defeito de execução, se torne necessário utilizá-la e a Fiscalização o permita.

- Tipo II – Argamassa com ligante não retrátil e areia, ou areia e brita, para refechamento de "ninhos de pedra", assentamento de pilares, vigas metálicas, aparelhos de apoio, etc.

O estudo da sua composição será proposto para aprovação à Fiscalização com, pelo menos, 30 (trinta) dias de antecedência relativamente à primeira aplicação prevista.

As características mínimas serão as seguintes:

- A resistência da argamassa aos 28 dias não poderá, em caso algum, ser inferior à do betão das peças em que for aplicada;
- A expansão máxima nas primeiras 24 horas após a amassadura, não poderá ser superior a 0,5%;
- A retração a partir das 24 horas até aos 6 meses de idade, num ambiente com humidade relativa de 65%, não poderá ser superior à observada nas primeiras 24 horas;
- Não deve ser observada qualquer exsudação.

As características do ligante proposto serão detalhadamente descritas, ficando ao critério da Fiscalização aceitá-lo ou impor outro à sua escolha.

O custo da argamassa aplicada considera-se já incluído no preço contratual do betão que a mesma se destina a substituir ou no fornecimento dos pilares, vigas ou aparelhos de apoio a que sirva de argamassa de assentamento pelo que o Adjudicatário não terá qualquer direito a pagamento especial pela sua aplicação.

O fabrico das argamassas será feito, em princípio, por meios mecânicos, admitindo-se, porém, que sejam fabricadas manualmente em estrados de chapa de aço protegido.

Neste caso, os materiais devem misturar-se primeiramente a seco e só depois se amassarão com a água necessária até que a argamassa fique homogénea e, no caso da argamassa do tipo II, em conformidade com as especificações indicadas pelo fabricante.

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.

## 2.6 Aço para armaduras passivas

As armaduras a empregar nos diferentes elementos de betão terão as secções previstas no projeto, e serão colocadas rigorosamente conforme os desenhos indicam, devendo ser atadas de forma eficaz para que se não desloquem durante as diversas fases de execução da obra.



Todos os encargos para controlo das características dos aços, especificamente mencionados, ou não, são da exclusiva conta do Adjudicatário, e consideram-se incluídos nos preços unitários respetivos.

O aço em varão a empregar para armaduras de betão armado será da classe, tipo e diâmetro indicado nas peças desenhadas do presente projeto e estabelecida em Documento de Classificação Oficial.

Os aços para armaduras sob a forma de varões ou redes electrossoldadas a utilizar em todos os elementos de betão armado deverão satisfazer as características fixadas nas especificações LNEC, devem ser obrigatoriamente classificados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

As características dos aços classificados são as que constam nas seguintes Especificações do LNEC: E 455: Varões de Aço A400 NRSD (de Ductilidade Especial) para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação; E 456: Varões de Aço A500 ER para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação; E 458: Redes Electrossoldadas para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação; E 460: Varões de Aço A500 NRSD (de Ductilidade Especial) para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.

A utilização de outros tipos de armaduras não correntes, que não se enquadrem nas Especificações LNEC antes referidas, deve ser obrigatoriamente precedida pela sua homologação pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

De acordo com o decreto-lei nº 390/2007, os varões nervurados de aço laminado a quente (varões dos tipos A400 NRSD de Ductilidade Especial e A500 NRSD de Ductilidade Especial), para além da classificação, estão sujeitos a certificação obrigatória em Portugal.

Os aços para armaduras ordinárias deverão ser fornecidos dando satisfação a todas as condições previstas nas Especificações LNEC aplicáveis antes referidas ou nos respetivos Documentos de Homologação.

### 2.6.1 Normas aplicáveis

- NP-173: Metais. Ensaios mecânicos: ensaios de dobragem;
- E 361: Varões de aço para betão armado. Ensaio de dobragem-desdobragem.
- NP EN 10 002-1: Metais. Ensaios mecânicos: ensaios de tracção;
- E-449: Varões de Aço A 400 NR para armaduras de Betão armado. Características, ensaios e marcação.
- E-450: Varões de Aço A 500 NR para armaduras de Betão armado. Características, ensaios e marcação.
- E 455: Varões de Aço A400 NRSD (de Ductilidade Especial) para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação;
- E 456: Varões de Aço A500 ER para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação;
- E 458: Redes Electrossoldadas para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação;
- E 460: Varões de Aço A500 NRSD (de Ductilidade Especial) para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.
- NP EN 13670-1 Execução de estruturas em betão; Parte 1: regras gerais
- EN 10080: Aços para armaduras de betão armado. Aços soldáveis de betão armado. Generalidades;
- NP EN 1992-1-1 (Eurocódigo 2 - parte 1): Projecto de estruturas de betão. Regras gerais e regras para edifícios;

### 2.6.2 Inspeção e ensaios de receção

Conforme DNA (Documento nacional de aplicação) da NP EN 13670-1, o procedimento a utilizar na inspeção e ensaios de receção das armaduras de aço não certificadas ou nas armaduras de aço certificadas objeto de inspeção posterior em caso de dúvida, referido na Nota 3 do Quadro I da secção 11.2(I) é o seguinte:

- com a guia de remessa de cada fornecimento entregue na obra, devem ser apresentados ao dono de obra ou a quem o represente:
  - enquanto os aços não forem objeto de marcação CE, o certificado do produtor ou o relatório dos ensaios feitos pelo produtor correspondente ao aço fornecido, o documento de classificação ou homologação dos aços pelo LNEC e, no caso dos aços certificados, a licença para o uso da marca, produto certificado;
  - logo que os aços sejam objeto da marcação CE o Certificado de Conformidade CE passado pelo Organismo Notificado e a Declaração de Conformidade CE do produtor.

- para efeito dos ensaios de receção das armaduras de aço, o lote representa a divisão do fornecimento constituída por, simultaneamente, provir do mesmo produtor e ser do mesmo tipo de aço (e no caso de aço de pré-esforço, do mesmo diâmetro).

O número mínimo de amostras a colher em cada lote e as dimensões deste são, para as armaduras de aço não certificadas, as seguintes:

- para as armaduras de aço ordinárias: 2 (duas) amostras por cada 50 (cinquenta) toneladas;
- para as armaduras de aço de pré-esforço: 2 (duas) amostras por cada 25 (vinte e cinco) toneladas;
- para as armaduras de aço certificadas, o número de amostras é metade do atrás indicado para as não certificadas.

As propriedades das armaduras de aço a verificar na receção por meio de ensaios a realizar em laboratório acreditado sobre provetes cortados de cada amostra, e o número destes provetes, são os seguintes:

*Quadro 10 – Número de provetes a ensaiar em função das diferentes características.*

Propriedades / características	Número de provetes a ensaiar em cada amostra de:				
	Armaduras ordinárias		Armaduras de pré-esforço		
	Varões	Redes electro.	fios	cordões	varões
Mecânicas (incluindo ductilidade)	2	1 em cada direção	2	2	2
Aderências (geometria das nervuras)	1	1 em cada direção	-	-	-
Resistência ao corte da soldadura	-	1	-	-	-

Estas propriedades/características devem ser determinadas em ensaios realizados de acordo com os métodos indicados nas Especificações LNEC aplicáveis a cada tipo de aço, indicadas no DNA 6.2 (1) e no DNA 7.2.3 (1). NP EN 13670-1.

Os resultados individuais obtidos nos ensaios devem satisfazer os valores especificados nas mesmas Especificações LNEC para cada propriedade. Para efeito destes ensaios de receção, os valores especificados devem ser entendidos como valores limite.

Se para determinada propriedade se obtiver um valor não conforme, a amostragem deve ser repetida com o dobro das amostras. Caso se repita algum resultado não conforme, o lote deve ser rejeitado.

Quando as especificações de projeto exigirem ensaios de receção de outras propriedades (por exemplo, fadiga ou relaxação), deve ser estabelecida nessas especificações o método de ensaio, o plano de amostragem e os critérios de aceitação.

## 2.6.3 Colocação das armaduras

### 2.6.3.1 Preparação

O aço deve ser de textura homogênea, de grão fino, não quebradiço, isento de zincagem, pintura, alcatroagem, argila, óleo ou ferrugem solta, pinturas ou revestimentos de óleo, lama, argamassa seca ou quaisquer outras matérias estranhas, que possam prejudicar o aço ou o betão, ou mesmo a aderência entre ambos, tornando-se então necessário limpá-las com escovas de aço, jatos de areia ou outros meios, obedecendo escrupulosamente às prescrições do Eurocódigo 2. No caso de o intervalo de tempo entre a colocação da armadura e a betonagem ser demasiadamente longo, permitindo a formação de ferrugem e/ou impregnação de sujidade, deverá ser sugerido um método de limpeza e a mesma efetuada.

A superfície das armaduras deve estar livre de ferrugem solta e de substâncias prejudiciais que possam afetar desfavoravelmente o aço, o betão ou a aderência entre ambos.

Só devem ser utilizadas armaduras de aço galvanizado com um cimento que não afete desfavoravelmente a aderência à armadura galvanizada.

As armaduras devem ser posicionadas e fixadas para que a sua posição final cumpra as tolerâncias indicadas na Norma NP EN 13670-1.

A ligação das armaduras pode ser efetuada com arame ou por soldadura por pontos.

Após estas operações segue-se uma inspeção cuidadosa das dimensões, linearidade, espaçamento e localização das armaduras.

Nas juntas de construção, a armadura de aço de espera deve ser convenientemente limpa, de modo a permitir a perfeita aderência com o betão.

Deverá ser exercida uma vigilância constante, durante a colocação e compactação do betão, de modo a assegurar-se a manutenção das posições exatas das armaduras.

As armaduras em aço, a empregar nos diferentes elementos de betão, terão as secções previstas no projeto, e serão colocadas rigorosamente conforme os desenhos indicam, devendo ser atadas de forma eficaz para que se não desloquem durante as diversas fases de execução da obra.

As especificações de projeto fornecem informações detalhadas quanto à configuração e ao espaçamento dos varões.

#### 2.6.3.2 Espaçadores

O recobrimento das armaduras especificado deve ser assegurado usando espaçadores.

Os espaçadores devem satisfazer a especificação LNEC E 469: Espaçadores para armaduras de betão armado.

Para evitar zonas localizadas de entrada dos agentes agressivos, os espaçadores deverão ser, em geral, de argamassa de cimento do tipo utilizado no elemento estrutural.

Estes espaçadores deverão ser objeto, no mínimo, de 3 dias de cura húmida.

#### 2.6.3.3 Emendas

As emendas serão executadas, em geral, por sobreposição, respeitando-se o especificado, para o efeito, no Eurocódigo 2 parte 1 (EC2-1, em especial nos artigos do capítulo 8º.

Os varões de aço que constituem a armadura longitudinal dos elementos sobrepostos serão suficientemente prolongados para a ligação dessas armaduras com as do troço seguinte em conformidade com o especificado no EC2-1. Em casos a aprovar pela Fiscalização, poder-se-ão empregar pontas de ferro para facilidade de execução, mas tais pontas terão o diâmetro e a disposição das armaduras previstas no projeto e o seu comprimento será, pelo menos, o necessário para se estabelecer a sobreposição regulamentar.

A emenda por soldadura só será autorizada depois da realização de ensaios obrigatórios, ou mediante a apresentação de Documento de Homologação Oficial.

No caso de se pretenderem efetuar emendas dos varões por soldadura deve ser apresentado o correspondente procedimento de soldadura recomendado pelo fabricante do aço e realizar-se-ão ensaios com a finalidade a que se referem os artigos 21º e 156º Eurocódigo 2.

O metal de base deve ter as seguintes condições:

- estar isento de óxido, humidade, tinta ou qualquer outro tipo de sujidade;
- temperatura superior aos 15 ° C. Caso contrário, será necessário aquecer previamente.

O Metal de adição deve ser selecionado conforme as características mecânicas e químicas do material de base e com os tipos de junta a efetuar.

Só será possível o tipo de junta denominado “de topo com reforços laterais” para todos os diâmetros.

Os aços objeto das 6 especificações LNEC do DNA 6.2 (1). NP EN 13670-1 são soldáveis.

No caso de aços de outra qualidade, como é o caso daqueles que se encontram no processo de reabilitação, é obrigação do Adjudicatário proceder a ensaios para verificação da sua soldabilidade.

A soldadura não deve ser efetuada nas zonas de dobragem dos varões nem perto delas.

É permitida a soldadura por pontos para a montagem das armaduras.

#### 2.6.3.4 Amarração, corte e dobragem

No caso de utilização de conectores, calhas de espera ou acopladores, na ligação de varões, devem ser apresentadas, as especificações técnicas do material com indicação das características técnicas e recomendações de aplicação e devem ser preparadas, três amostras por tipo de acopladores, para ensaios prévios de tração por Entidade Acreditada.

Os dispositivos de amarração, calhas de espera e os acopladores devem estar em conformidade com a NP EN 1992-1-1 (Eurocódigo 2 – parte 1) ou uma Aprovação Técnica Europeia.

No caso de acopladores roscados só serão aceites soluções em que a rosca não reduza a secção do varão sendo realizada em armaduras expressamente preparadas para esse efeito.

O corte e a dobragem do aço das armaduras devem respeitar as especificações de projeto. São aplicáveis os seguintes requisitos (DNA 6.3 da NP EN 13670-1):

- a dobragem deve ser efetuada a um ritmo uniforme;
- a menos que permitido pelas especificações de projeto, não é permitida a dobragem com recurso ao aquecimento dos varões.

Para a dobragem de varões, o diâmetro do mandril usado deve ser adequado ao tipo de aço usado e nunca inferior aos indicados na NP EN 1992-1-1.

Para armaduras soldadas e redes electrosoldadas dobradas após a soldadura, o diâmetro do mandril deve ser adequado ao tipo de aço usado e nunca inferior aos indicados na EN 1992-1-1.

Os varões de aço, redes electrosoldadas e painéis prefabricados de varões não devem ser danificados durante o transporte, armazenagem (isolado do solo), manuseamento e colocação nas cofragens.

A desdobragem de varões só deve ser autorizada se:

- for utilizado equipamento especial para limitar concentrações de tensões;
- o procedimento de desdobragem tiver sido aprovado e respeitar o ponto 3.2.2(6) do EC2-1.

Não devem ser usadas armaduras provenientes de rolos a não ser que exista equipamento apropriado e os procedimentos de retificação tenham sido aprovados.

#### 2.6.3.5 Armazenamento

O armazenamento do material para armaduras deve obedecer às três condições gerais: bom armazenamento (assegurar a conservação do material armazenado), permitir a sua fácil identificação e dar possibilidade de um eficaz manuseamento dos vários produtos tanto na sua entrada como na sua saída do armazém.

A conservação dos varões deve ser cuidada, tendo principalmente em atenção a possibilidade de deterioração por perda das características de aderência e, neste sentido, deve evitar-se o contacto com substâncias tais como massa consistente, óleo, tintas ou terra; a existência de uma camada de ferrugem não aderente é também altamente nociva.

Os varões devem estar classificados e indexados em relação ao tipo de aço, ao diâmetro, ao comprimento e ainda às datas de fabrico e entrada no armazém. As pontas de varão, quando em comprimento insuficiente para serem identificadas, devem ser convenientemente etiquetadas.

Refere-se que o manuseamento, o transporte, que envolva rotações dos varões em plano horizontal é geralmente inconveniente, tendo os varões que ser deslocados na direção paralela aos seus eixos.

Os varões devem poder ser manuseados a meia altura do corpo, sem que os operários necessitem de se dobrar.

À saída do armazém, os varões devem ser cuidadosamente inspecionados, principalmente no caso de condições agressivas ou de armazenamento por longos períodos.

A colocação dos varões e a sua saída do armazém deve situar-se o mais perto possível da zona onde se vai processar a fase seguinte de fabrico.

## 2.7 Aços para estruturas metálicas

### 2.7.1 Características dos materiais

#### 2.7.1.1 Prescrições gerais

As características dos respetivos materiais são especificadas em parte com referência a normas, em parte pela imposição de exigências adicionais.

O aço fabricado de acordo com outras normas só poderá ser utilizado se satisfizer as exigências das normas mencionadas nesta cláusula e as exigências adicionais aqui estabelecidas. Nesse caso o Adjudicatário provará que os materiais têm as características especificadas.

Todos os materiais deverão ser produzidos por fabricantes que possam provar ter experiência da produção de materiais com a qualidade e na quantidade exigidas. A proveniência deverá ser aprovada pela Fiscalização.

A substituição de material da qualidade especificada por material com outra resistência e/ou qualidade deverá ser submetida à aprovação da Fiscalização. Compete ao Adjudicatário assegurar que as matérias-primas empregues no fabrico não apresentam qualquer defeito, nomeadamente poros, folheamento, inclusões, etc. Para tal deverá realizar os controlos de qualidade necessários. Não será utilizado o aço que, quando for recebido, pareça de qualidade insatisfatória para o fim especificado. O aço recusado será imediatamente removido e substituído por material que satisfaça as especificações.

A Fiscalização reserva-se o direito de rejeitar materiais alternativos.

#### *2.7.1.2 Aço laminado para a superestrutura*

As características do aço em perfis laminados e chapas devem obedecer às prescrições da norma NP EN 10025 e as características do aço em secções tubulares à norma NP EN 10210-1, conforme os tipos de aço preconizados no projeto.

Relativamente às tolerâncias dimensionais e de massas admissíveis, estas são estipuladas na norma NP EN 10034 para os perfis laminados em I ou H, nas normas NP EN 10029 e EN 10051 para as chapas e na norma NP EN 10210-2 para os perfis tubulares.

As tolerâncias de espessura são definidas na norma NP EN 10029 de acordo com a classe de execução em que se insere a estrutura.

As superfícies dos elementos deverão cumprir os requisitos da norma EN 10163.

As estruturas serão constituídas por elementos de aço novo ainda não utilizados, trabalhados segundo técnica correta e adequada à obra em que os elementos vão ser aplicados.

A Fiscalização poderá exigir do Adjudicatário a realização de ensaios nas chapas espessas com o propósito de detetar eventuais defeitos de folheamento. Todo o aço a aplicar deverá ser apropriado para receber pintura ou galvanização por imersão a quente, conforme for o tratamento da superfície preconizado no projeto.

A Fiscalização deverá ser notificada com antecedência da produção de elementos de aço em fábrica, para que possa eventualmente efetuar um controlo se o desejar.

#### *2.7.1.3 Estado do aço fornecido*

Os perfis e as chapas a utilizar deverão ter as dimensões, as secções e as formas indicadas nos desenhos de projeto, apresentarem-se desempenadas, com as superfícies lisas e sem rebarbas nas extremidades cortadas.

Os aços das qualidades K2G3 ou NL serão fornecidos normalizado ou em estado equivalente obtido por laminagem controlada. A empresa siderúrgica deverá comprovar a sua aptidão e experiência relativamente ao processo de laminagem controlada. O fabrico por laminagem controlada está dependente da aprovação da Fiscalização.

#### *2.7.1.4 Propriedades mecânicas*

Os aços não incluídos no

Quadro 11 deverão respeitar os seguintes critérios de ductilidade:

- $\frac{f_u}{f_y} \geq 1.10$ , sendo  $f_y$  e  $f_u$  as tensões de cedência e de rotura;
- extensão após rotura de um provete com um comprimento inicial  $5.65\sqrt{A_0}$  (sendo  $A_0$  a área da secção transversal) não inferior a 15%;
- $\epsilon_u \geq 15.\epsilon_y$ , sendo  $\epsilon_y$  a extensão de cedência e  $\epsilon_u$  a extensão correspondente à tensão de rotura.

Para o aço S 355 de qualidade K2G3 é exigida uma energia mínima, no ensaio de resistência ao choque, de 40J a -20°C e para o aço S 355 de qualidade NL uma energia mínima de 27 J a -50°C. O aço em perfis e chapas, do tipo S355J2, deve apresentar uma energia mínima nos ensaios Charpy sobre provetes de 10x10mm, de 27 Joules a -20°C.

Quadro 11 – Tensão de cedência e de rotura e de rotura dos diversos tipos de aço

	Espessura Nominal do Elemento (mm)			
	t < 40 mm		40 mm < t < 40 mm	
	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )
<b>EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
<b>EN 10025-3</b>				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
<b>EN 10025-4</b>				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
<b>EN 10025-5</b>				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
<b>EN 10025-6</b>				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550
<b>EN 10210-1</b>				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
<b>EN 10210-1</b>				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 460 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

### 2.7.1.5 Composição química

O aço que se destine a ser galvanizado por imersão a quente obedecerá aos seguintes limites relativamente ao teor em sílica: 0,15% no mínimo e 0,40% no máximo.

As barras cujas uniões sejam efetuadas por soldadura devem ser constituídas por aços do tipo de alta soldabilidade, com a composição química adequada, de acordo com as normas DIN aplicáveis.

#### 2.7.1.6 *Marcação*

O aço de construção será marcado de acordo com as regras constantes da norma ISO 630, de modo que a indicação dessa marca no certificado seja suficiente para uma identificação clara do aço.

#### 2.7.1.7 *Documentação*

O aço de construção deverá ser fornecido com um certificado de acordo com as exigências da norma ISO 404. O certificado deverá incluir: informação sobre o método de fabrico do aço e se o aço é fornecido laminado a quente, normalizado ou com laminação controlada, deverá incluir informação sobre a natureza, o âmbito e o resultado de todos os ensaios necessários e deverá demonstrar que todos os ensaios especificados foram efetuados com resultado satisfatório. Os certificados originais serão incluídos no Registo de Garantia da Qualidade, do Adjudicatário, e serão apresentadas cópias à Fiscalização para aprovação.

#### 2.7.1.8 *Aço para parafusos, porcas e anilhas*

As normas aplicáveis para os aços dos parafusos, porcas e anilhas são:

- Parafusos correntes, em geral: NP EN15048-1 e NP EN15048-2.
- Parafusos de alta resistência: NP EN 14399-3 e NP EN 14399-4 (parafusos e porcas) e NP EN 14399-5 e NP EN 14399-6 (anilhas).

A verificação da aplicação de ligações pré-esforçadas será realizada de acordo com a norma NP EN 14399-2.

Caso as estruturas sejam galvanizadas de acordo com a norma EN ISO 12944, os ligadores devem obedecer a igual requisito, de acordo com a EN ISO 10684.

Na ausência de documentos normativos europeus ou internacionais, os parafusos, porcas e anilhas com resistência à corrosão melhorada devem obedecer ao disposto na norma ASTM F3125 / F3125M - 19.

Os aços para parafusos, porcas e anilhas a utilizar nas uniões deve apresentar uma resistência à corrosão pelo menos igual à dos elementos a ligar.

Os parafusos que forem especificamente indicados nas peças desenhadas ou outras especificações do projeto como destinados a ligações correntes, sem pré-esforço, serão da classe 8.8 ou superior. As porcas para esses parafusos serão de classe correspondente.

Os parafusos que se destinem a ligações aparafusadas pré-esforçadas trabalhando por atrito serão da classe 8.8 ou 10.9, conforme indicado nas peças desenhadas. As porcas para esses parafusos serão das classes correspondentes.

#### 2.7.1.9 *Metal de adição para soldadura*

As características dos respetivos materiais são especificadas em parte com referência a normas, em parte pela imposição de exigências adicionais.

Todos os materiais deverão ser produzidos por fabricantes que possam provar ter experiência da produção de materiais com a qualidade e na quantidade exigidas. A proveniência deverá ser aprovada pela Fiscalização.

O metal de adição para a soldadura deve estar em conformidade com a norma NP EN 1090 e as normas definidas na tabela 4 da norma NP EN 1090.

Os ensaios a realizar serão os previstos na referida norma.

O metal da adição para soldadura deve ser apropriado ao processo e procedimento de soldadura e ao material base.

Deve apresentar propriedades mecânicas não inferiores às do metal de base e possuir adequadas características metalúrgicas em face da natureza do material de base, do processo de soldadura utilizado, do tipo de cordões a executar, das condições em que é efetuada a soldadura e, ainda, de eventuais exigências relativas à utilização da estrutura.

#### 2.7.1.10 *Tintas para pintura de elementos metálicos*

As tintas para pintura de elementos metálicos devem ser de marca e qualidade conhecidas e aprovadas pela fiscalização e deverão ter as propriedades mais adequadas à especificação da pintura. O primário, a tinta de acabamento, o diluente e os produtos complementares, todos da mesma origem, devem formar um conjunto adequado, de acordo com as especificações de compatibilidade do respetivo fabricante.



O Adjudicatário proporá à aprovação da Fiscalização a marca das tintas que deseja empregar, acompanhando a proposta não só com os certificados de qualidade e dos ensaios, mas também com os adequados esquemas de pintura que o fabricante aconselhar, a fim de habilitar a Fiscalização a resolver oportuna e fundamentadamente quanto às aprovações respetivas.

Caso seja exigível, a tinta deverá apresentar características intumescentes de forma a apresentar estabilidade ao fogo.

As tintas, para pintura de elementos metálicos, devem possuir elevadas resistências químicas e mecânicas.

A cor das tintas será definida no projeto, obrigando-se o Adjudicatário a apresentar amostras das cores previamente indicadas, para escolha ulterior, amostras essas que serão constituídas por pintura em chapa metálica com, pelo menos, 0,50x0,50m<sup>2</sup>.

Se a Fiscalização assim entender, serão executados ensaios complementares, por conta do Adjudicatário e em laboratório oficial, para comprovação das qualidades da tinta, em especial ao envelhecimento.

O Adjudicatário proporá à aprovação da Fiscalização a marca das tintas que deseja empregar, acompanhando a proposta e os certificados de qualidade e ensaios, também com os adequados esquemas de pintura que o fabricante aconselhar, a fim de habilitar a Fiscalização a resolver oportuna e fundamentadamente quanto às operações respetivas.

O primário, a tinta de acabamento, o diluente e produtos complementares, todos da mesma origem, devem formar um conjunto adequado, de acordo com as especificações de compatibilidade do respetivo fabricante.

Todos os materiais de pintura deverão ser armazenados pelo Adjudicatário de acordo com as especificações técnicas dos fabricantes desses materiais.

O Adjudicatário deverá realizar a pintura de acabamento final de toda a estrutura metálica.

#### *2.7.1.11 Zinco para metalização*

O zinco para metalização deve possuir elevado grau de pureza e se a metalização for aplicada por projeção, apresentar-se em forma de arame.

Em todo o caso, as suas características de qualidade, não poderão nunca ser inferiores às especificadas na norma ASTM B6-18.

### **2.7.2 Fabrico**

No prazo de uma semana a contar da data da adjudicação da empreitada, o Adjudicatário obriga-se a apresentar o programa detalhado dos trabalhos a executar, designado por Plano de Trabalhos, no qual se discriminem claramente os trabalhos a levar a efeito quinzenalmente. Este Plano será apresentado à Fiscalização, que o aprovará se o achar exequível, dentro das condições do Caderno de Encargos.

Competirá ao Adjudicatário fornecer todos os elementos e explicações acessórias quanto aos métodos de trabalho ou equipamentos utilizados.

O Adjudicatário, a quem compete fornecer e manter o equipamento de trabalho em boas condições de funcionamento, deverá, no seu programa, descrevê-lo pormenorizadamente. Chama-se desde já a atenção para os elementos redundantes que devem garantir a continuidade do trabalho.

A aprovação do Plano de Trabalhos não desobriga o Adjudicatário de qualquer dos seus deveres ou responsabilidades, nomeadamente os fixados neste Caderno de Encargos.

Devem ser utilizados, a cargo do Adjudicatário, sempre que necessários, contraventamentos temporários durante a montagem, para absorver as ações a que os diferentes elementos estruturais possam estar sujeitos, nomeadamente as resultantes da ação do vento e das próprias operações de montagem.

Os meios de transporte e elevação a utilizar no transporte e montagem dos diferentes elementos estruturais devem ter características adequadas. Compete ao Adjudicatário apresentar um estudo bem documentado sobre o assunto. Para o efeito poderá contar com a colaboração dos Projetistas

Para os trabalhos relativos à estrutura metálica serão respeitadas todas as disposições previstas nestas cláusulas assim como as disposições previstas na sua generalidade na norma NP EN 1090 quando aplicáveis, nomeadamente as que se referem a restrições de fabrico, preparação do material, ligações aparafusadas, ligações soldadas, tolerâncias e inspeções e ensaios.

#### *2.7.2.1 Identificação*

Durante o processo de fabrico os elementos e componentes das peças deverão ser convenientemente marcados, permitindo a sua inequívoca identificação, acompanhamento do seu historial e controlo do processo de fabrico.

Os elementos deverão ser marcados de forma que não seja provocado nenhum dano. No caso de a marcação ser feita com recurso ao punção, esta deve ser executada em zonas onde não seja afetada a resistência à fadiga.

A marcação através de cinzel e escopro não é permitida.

#### 2.7.2.2 *Manuseamento e armazenamento*

Os produtos constituintes deverão ser manuseados e armazenados de acordo com as especificações do fornecedor.

Os produtos constituintes deverão também ser manuseados e armazenados de forma correta, evitando deformações permanentes e danificação das superfícies.

Os procedimentos e disposições gerais são definidos na norma NP EN1090-2, nomeadamente no que concerne ao levantamento, armazenamento, proteção anti-corrosão e transporte.

#### 2.7.2.3 *Fabricação – traçagem*

A fabricação da estrutura metálica e outros elementos é executada empregando escantilhões apropriados para assegurar a exatidão das ligações e a intermutabilidade das partes similares. A traçagem das peças deve ser feita com todo o cuidado, para que fiquem com as dimensões dos desenhos (ou corrigidas pelas dimensões reais da obra, após aprovação do Projetista), com os contornos exatos de acordo com os projetados, com os acessórios soldados para a sua conveniente ligação e ainda que os bordos ou topos se ajustem perfeitamente em todo o comprimento das juntas.

Antes de iniciar a traçagem das peças o Adjudicatário deve confirmar, no local, se as dimensões referentes a outras partes da construção que se ligam com a estrutura a fabricar correspondem aos valores previstos nos desenhos do Projeto, procedendo aos acertos de dimensões necessários que submeterá à aprovação da Fiscalização.

Na traçagem das peças a soldar deve-se ter em devida conta as deformações ou encurtamentos devidos a retrações longitudinal e transversal.

Devem prever-se contra-flechas suficientes para que as estruturas, depois de montadas, apresentem o aspeto dos desenhos do projeto.

As suas superfícies devem ser regulares, os de feitos superficiais podem ser reparados à mó de esmeril, desde que sejam respeitadas as tolerâncias permitidas.

Os aços laminados deverão estar isentos de fendas, estrias ou inclusões.

Serão recusadas as peças que fenderem ou apresentarem estrutura estratificada ao serem trabalhadas.

#### 2.7.2.4 *Corte*

O corte das chapas, barras e perfilados pode ser efetuado por:

- serra;
- guilhotina;
- disco;
- arco de plasma;
- laser;
- jacto de água;
- calor.

Quando o corte for realizado à tesoura, maçarico automático, guilhotina ou oxi-corte, essencialmente quando houver que proceder à soldadura, as saliências, falhas ou rebarbas dos bordos das peças são removidos à mó de esmeril.

O endurecimento dos bordos, devido ao processo de corte, deverá cumprir os requisitos estabelecidos na norma NP EN 1090-2: dureza inferior a 380 HV 10. O pré-aquecimento poderá ser necessário.

A qualidade das superfícies de corte, de acordo com a norma EN ISO 9013, deverá ser adequada à classe de execução da estrutura.

#### 2.7.2.5 Calandragem

Caso o Adjudicatário apresente uma solução de perfis calandrados, a calandragem deve ser realizada em equipamento adequado e devem ser eliminadas todas as tensões parasitas decorrentes deste processo.

#### 2.7.2.6 Desempeno e dobragem

Todos os elementos metálicos são desempenados a frio. O desempeno deve ser feito, na medida do possível, à máquina, por pressão e não por choque. As peças a curvar são aquecidas a vermelho vivo, devendo suspender-se o trabalho desde que passem a vermelho escuro. Deve ter-se em conta que o arrefecimento se faça lentamente.

Os elementos moldados não devem apresentar qualquer defeito, nomeadamente folheamento, imperfeições superficiais ou fissuração.

#### 2.7.2.7 Furação

As furações destinadas a parafusos devem ser realizadas de acordo com as tolerâncias estabelecidas na norma NP EN 1090-2, nomeadamente:

- 1mm de folga para parafusos M12 e M14;
- 2mm de folga para parafusos M16 a M24;
- 3mm de folga para parafusos de diâmetro igual ou superior a M27.

A tolerância de diâmetro da furação é estabelecida de acordo com a norma ISO 286-2.

Os furos relativos aos mesmos parafusos, em peças sobrepostas, devem permitir a livre inserção do elemento de ligação das peças, com erros máximos de 1mm.

A furação poderá ser executada por:

- broca;
- punção;
- laser;
- plasma;
- calor.

Deverão ser garantidos os requisitos atrás estabelecidos relativamente ao endurecimento dos bordos por efeito da furação e qualidade da superfície de corte.

A execução de furos com diâmetro nominal inferior à espessura do elemento (espessuras até 25mm) pode ser executada, para classes de aço até S355 inclusive, através de punção.

A furação, quando realizada com punção (ou à broca que não garanta a forma cilíndrica e circular dos furos), será realizada com diâmetro inferior ao valor nominal, no mínimo de 2mm, sendo alargada para a dimensão do projeto com as peças ligadas na sua posição definitiva. No caso de parafusos ajustados o valor mínimo será de 3mm.

A furação executada a punção deverá também cumprir os requisitos da norma NP EN 1090-2 relativamente à distorção máxima admissível.

Nas peças em que se tenham realizado furos, devem ser eliminadas as rebarbas das duas faces, para que se possam ajustar perfeitamente uma sobre a outra.

O equipamento de furação deverá cumprir o disposto na norma NP EN 1090-2.

## 2.8 Resinas para injeções

### 2.8.1 Resinas de epoxi para injeções

A resina e o endurecedor deverão ser fornecidos em recipientes fechados. Estes deverão ser armazenados preferencialmente a uma temperatura situada entre os 15°C e os 30°C.

A Fiscalização poderá inspecionar os componentes antes de serem aplicados. Deverão ser sempre utilizados resinas base e endurecedores que não cristalizem abaixo dos 15°C. O manuseamento dos produtos e equipamentos de injeção deverá ser feito por pessoal devidamente equipado e habilitado. Deve-se ter especial cuidado no armazenamento e manuseamento dos diluentes, os quais serão armazenados em zonas ventiladas e longe de possíveis sistemas emissores de fumo ou fogo.

As superfícies das peças a injetar deverão estar completamente secas antes da injeção. Antes de se injetar qualquer fenda ou junta deverá ser aplicada uma selagem superficial em todas as faces da peça a injetar, de forma a vedar todas as fendas por onde possa ocorrer escoamento para fora da resina injetada, enquanto líquida. Na selagem superficial deverão ser previstas aberturas pontuais para a injeção, quer por interrupção da selagem mencionada anteriormente, quer pela colocação de adaptadores apropriados. O material de selagem aplicado deverá ser removido no fim das operações de injeção, depois da respetiva cura, nas zonas previstas no projeto.

A mistura dos dois componentes da resina epóxi deverá ser feita por processo contínuo, utilizando equipamento elétrico apropriado. A resina deverá ser injetada através de sucessivas aberturas. A pressão de injeção não deverá exceder o valor admissível que a selagem superficial possa suportar, de acordo com as especificações do respetivo fabricante, nem atingir valores que possam deformar ou danificar as peças a injetar. Sempre que possível, a injeção deverá ser feita de baixo para cima, através das sucessivas aberturas de injeção, tomando as precauções necessárias para não se formarem bolhas por aprisionamento de ar. O pessoal encarregado das operações de injeção deverá certificar-se de que as fendas ou juntas são totalmente preenchidas. A injeção deverá, assim, ser prolongada em cada abertura até que a resina surja na abertura seguinte. A primeira abertura deverá assim ser selada, e a injeção recomeçada na abertura seguinte. As aberturas de injeção deverão ser criteriosamente espaçadas, de forma a garantir que o espaço correspondente a cada uma delas se encontre totalmente preenchido quando a resina surgir na abertura seguinte. Normalmente, adotar-se-á um espaçamento da mesma ordem de grandeza da profundidade a injetar. O posicionamento das aberturas de injeção deverá ser proposto pelo Empreiteiro à Fiscalização antes do início do trabalho.

## 2.8.2 Resinas de poliéster para injeções

Aplicam-se às presentes resinas as especificações e recomendações especificadas no subcapítulo anterior.

Deverão ser seguidas as instruções do fabricante da resina de poliéster no estabelecimento da proporção de incorporação de agregados. A preparação da resina de reparação deverá ser feita de acordo com a seguinte sequência típica:

- adição do inicializador à resina base;
- adição do acelerador;
- injeção da mistura obtida.

## 2.9 Material de selagem de varões, ferrolhos ou buchas

O material de selagem de varões, ferrolhos ou buchas deverá apresentar as seguintes características:

- ser adequado à ligação aço/pedra ou aço/betão e possibilitar a transmissão das forças atuantes;
- ser de cura rápida;
- ser de aplicação limpa e simples;
- não apresentar retração.

## 2.10 Buchas químicas

O sistema de buchas químicas a aplicar deverá ser certificado, sendo a capacidade resistente definida com base em ensaios e o método de dimensionamento segundo a ETAG 001 Anexo C (*European Technical Approval Guideline*). O sistema é constituído por um varão de aço roscado, selado com cápsula de resina epoxídica em furacão previamente executada.

O Adjudicatário deverá apresentar o modelo de cálculo do sistema proposto para verificação da capacidade resistente da ligação prevista no projeto.

## 2.11 Material para o preenchimento de juntas

O material para o preenchimento de juntas deve possuir características de deformabilidade adequadas para acompanhar os movimentos das juntas sem prejuízos das suas qualidades elasto-plásticas, de acordo com os desenhos de construção do projeto.

Deverá, além disso, constituir um preenchimento estanque, praticamente incombustível e capaz de conservar todas as suas propriedades, não endurecendo, fendendo, estalando ou exsudando, quando sujeito a temperaturas entre  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+60^{\circ}\text{C}$ .

As especificações a que deve obedecer são as seguintes:

- ASTM D6690 - 15 Standard Specification for Joint and Crack Sealants, Hot Applied, for Concrete and Asphalt Pavements
- ASTM D1751 - 18 Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Paving and Structural Construction (Nonextruding and Resilient Bituminous Types)
- ASTM D3542 - 08 Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Bridges
- ASTM D1490 - 01 Standard Test Method for Nonvolatile Content of Urea-Formaldehyde Resin Solutions

Serão realizados os ensaios necessários para comprovação das características estipuladas

### 2.11.1 Poliestireno expandido

As chapas de espuma rígida de poliestireno expandido, destinadas ao preenchimento de juntas de dilatação, devem ter espessura igual à largura da junta, com uma tolerância de 10%, e terem as seguintes características:

- número de células fechadas: mais de 90 %;
- resistência à compressão, a 10 % de deformação: igual ou superior a 2,5 MPa;
- incombustíveis, segundo ASTM 1629-59 T;
- imputrescíveis e resistentes à ação de fungos;
- não apresentarem cavernas à superfície.

Antes da aplicação deste material, o Adjudicatário deve apresentar à Fiscalização para efeitos de aprovação, uma certidão passada pelo fabricante de que conste a indicação do material e as características atrás indicadas, juntamente com documentação comprovativa (resultados de ensaios feitos em organismos de reconhecida competência).

### 2.11.2 Aglomerado de cortiça

O aglomerado de cortiça deve ser fabricado com materiais de primeira qualidade e fornecido em placas de espessura uniforme, tipo "*parquet*".

Será tornado imputrescível por impregnação asfáltica, devendo apresentar compacidade e resistência adequadas aos fins em vista.

## 2.12 Materiais de impermeabilização de juntas

### 2.12.1 Mastique

O material para preenchimento das juntas de dilatação é o mastique que deverá possuir as seguintes características:

- Deformabilidade apropriada para acompanhar os movimentos das juntas sem prejuízo das suas qualidades elastoplásticas;
- Ser de aplicação a frio;
- Não fissurar e aderir perfeitamente às paredes da junta, mesmo em contacto direto e prolongado com a água, constituindo um enchimento estanque;
- Manter a elasticidade que permita a vedação completa da junta, face a grandes amplitudes térmicas variando entre  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+60^{\circ}\text{C}$  e a agentes atmosféricos, não fendendo;
- Estável face a agressividade química;
- Resistência ao envelhecimento.

O mastique deverá ser de fábrica de reconhecida idoneidade e ter as características necessárias de forma a satisfazer o fim para que são utilizados. Dum modo geral deverão ser impermeáveis e estáveis em presença dos agentes atmosféricos, proporcionar uma boa aderência às argamassas e betões e terem a elasticidade suficiente para suportarem sem deterioração os movimentos a que irão ser submetidos.

O Adjudicatário obriga-se a fornecer documentação técnica sobre os produtos a aplicar na qual se fará referência aos seguintes pontos:

- Temperatura de aplicação;
- Preparação do material antes da aplicação;
- Equipamento necessário;
- Agente desmoldante para tratamento prévio dos aparelhos de aplicação;
- Preparação prévia da superfície;
- Primários;
- Medidas admissíveis das juntas;
- Pré-enchimento de juntas;
- Modo de aplicação do mastique;
- Limpeza dos utensílios;
- Medidas sanitárias preventivas.

Poderão ser exigidos ensaios em provetes para verificação de qualidades, obrigando-se o adjudicatário a retirar o material da obra todas as vezes que for rejeitado.

Os ensaios incidirão, entre outros aspetos, sobre o módulo de elasticidade, resistência a temperaturas, tempo de secagem, ligação a materiais, estanqueidade, densidade, ensaios de tração e compressão, rendimento ou "POT-LIFE".

Os mastiques chegarão à obra em embalagens seladas de origem, rotuladas com a marca, referência e modo de aplicação e serão armazenados de acordo com as instruções do fabricante ou, na sua omissão, protegidos dos agentes atmosféricos, descargas elétricas, calor e frio excessivos.

### 2.12.2 Juntas water-stop

As juntas water-stop deverão ser de fábrica de reconhecida idoneidade e ter as características necessárias de forma a satisfazer o fim para que são utilizados.

Deverão ser constituídas por lâminas flexíveis de PVC de modo a garantir a estanquidade das juntas de dilatação e apresentar resistência a altas pressões de água. O PVC deverá ser de elevada qualidade e durabilidade. Deve ser de fácil soldadura no estaleiro.

As juntas de dilatação devem possuir as seguintes propriedades:

- Massa volúmica aproximadamente igual a 1,3 kg/l;
- Dureza *Shore A* de 67 com uma margem de  $\pm 5$ ;
- A temperatura de serviço será de  $-35^{\circ}\text{C}$  a  $+55^{\circ}\text{C}$ ;
- Apresentar uma resistência à tração superior a 10 N/mm<sup>2</sup>, de acordo com a norma DIN 18541-2;
- Apresentar um alongamento à rotura maior do que 350%, de acordo com a norma DIN 18541-2;
- Ser permanentemente resistente à água, água salgada e água de esgoto;
- Apresentar resistência a álcalis inorgânicos diluídos, a ácidos minerais e a óleos minerais;
- Ser resistente à alcalinidade do betão.

A temperatura de soldadura é de aproximadamente 200°C. O seu armazenamento deve ser feito em local fresco e ao abrigo da luz.

## 2.13 Tubos de polietileno e geodrenos

Os tubos de polietileno devem ser semi-rígidos ou rígidos e com os diâmetros indicados nos desenhos de construção, e ser constituídos por materiais homologados pelo LNEC e aprovados pela Fiscalização.

A aprovação dependerá de ensaios em laboratório oficial segundo as condições de receção prescritas nos respetivos documentos de homologação.

Os geodrenos devem ser flexíveis com os diâmetros indicados nos desenhos de construção, e ser constituídos por materiais homologados pelo LNEC e aprovados pela Fiscalização.

## 2.14 Geotêxteis

### 2.14.1 Disposições gerais

O geotêxtil nas situações em que o projeto preveja a sua colocação, deverá ser dimensionado tendo em atenção as suas características, que deverão ser compatíveis com o terreno confinante, e ter função de separação e/ou de filtro.

Os geotêxteis deverão ser submetidos à aprovação da Fiscalização, acompanhados de certificados de origem e ficha técnica, bem como dos resultados do controlo de fabrico e referência de obras em que tenha sido aplicado com idênticas funções.

Nenhum tipo de geotêxtil poderá ser aplicado em obra sem a prévia aprovação da Fiscalização, pelo que o seu estudo deverá ser apresentado com, pelo menos, um mês de antecedência. Deverá ser imputrescível, insensível à ação de ácidos ou bases e inatacável por micro-organismos ou insetos e possuir as características mínimas estipuladas para as funções a que se destinam, definidas no projeto.

O material deverá apresentar textura e espessura homogêneas, sem defeitos, devendo ser protegido, aquando do armazenamento, dos raios solares, de sais minerais e de poeiras, chuva ou gelo.

No caso de ter ficado danificado no transporte, armazenamento ou manuseamento, terão de eliminar-se as primeiras espiras do rolo com defeito.

No caso dos geotêxteis a usar em terraplenagens as suas características não devem todavia ser inferiores às características mínimas indicadas nos subcapítulos seguintes, a não ser que o seu dimensionamento demonstre claramente ser aconselhável, para aquelas condições específicas, adotar outros valores.

#### 2.14.1.1 Geotêxteis com funções de separação e/ou filtro

Preconiza-se que as características mínimas e máximas dos geotêxteis a utilizar na base de aterros, sejam as seguintes:

- Solos de fundação com coesão não drenada ( $C_u > 25$  kPa):
  - Resistência à tração (NP EN ISO 10319), mínima de 10 kN/m;
  - Extensão na rotura (NP EN ISO 10319), mínima de 35%;
  - Resistência ao punçoamento (NP EN ISO 10319) de 1,5 kN;
  - Permissividade, mínima de  $0,1 \text{ s}^{-1}$ ;
  - Porometria ( $O_{90}$ ) (Via húmida/Téc. LNEC), máxima de 200  $\mu\text{m}$ .
- Solos de fundação muito compressíveis ( $C_u < 25$  kPa):
  - Resistência à tração (NP EN ISO 10319), mínima de 15 kN/m;
  - Extensão na rotura (NP EN ISO 10319), mínima de 40%;
  - Resistência ao punçoamento (NP EN ISO 12236) de 1,5 kN;
  - Permissividade, mínima de  $0,2 \text{ s}^{-1}$ ;
  - Porometria ( $O_{90}$ ) (Via húmida/Téc. LNEC), máxima de 150  $\mu\text{m}$ .

#### 2.14.1.2 Geotêxteis em drenos

Preconizam-se os seguintes valores limite a adotar para as características dos geotêxteis a utilizar em drenos:

- Resistência à tração (NP EN ISO 10319), mínima de 7 kN/m;
- Extensão na rotura (NP EN ISO 10319), mínima de 40%;
- Resistência ao punçoamento (NP EN ISO 12236), mínima de 1,0 kN;
- Permissividade, mínima de  $1,0 \text{ s}^{-1}$ ;
- Porometria (NP EN ISO 12956), máxima de  $100 \mu\text{m}$ .

## 2.15 Madeira estrutural

As presentes condições técnicas referem-se à madeira estrutural, entendendo-se como a madeira (madeira maciça redonda, serrada ou aparelhada e madeira lamelada-colada) ou derivados de madeira, ligados por colagem ou por ligadores.

O Adjudicatário garantirá, por escrito, a estrutura de madeira lamelada-colada contra todos os defeitos ocultos que possam surgir durante 10 anos a partir do fim da montagem da dita estrutura.

### 2.15.1 Madeira maciça

#### 2.15.1.1 Classificação da madeira

As regras de classificação devem ser baseadas na apreciação visual da madeira, na determinação por métodos não destrutivos de uma ou de várias das suas propriedades, ou na combinação dos dois métodos

A classificação da madeira maciça visando a sua utilização em estruturas deve ser feita por pessoal devidamente habilitado para o efeito, o qual deve ser qualificado por uma entidade certificada pelo Instituto Português da Qualidade (ou por entidade que este designar) para realizar essa classificação, no âmbito do Sistema Português da Qualidade.

No caso de utilização de madeira importada, a entidade qualificadora do pessoal encarregue da classificação da madeira deve ser certificada para desempenhar esta tarefa.

No caso de utilização da madeira de Pinheiro Bravo, deve-se ter em conta o disposto na norma NP 4305 - "Madeira serrada de Pinheiro bravo para estruturas. Classificação visual" que estabelece duas classes de qualidade para aquela espécie: Classe E (Estruturas) e Classe EE (Especial Estruturas).

O conteúdo das normas para a classificação visual da madeira deve respeitar as exigências mínimas estabelecidas no projeto EN 518.

As exigências relativas à madeira classificada mecanicamente e ao equipamento para proceder à classificação constam do projeto EN 519.

#### 2.15.1.2 Sistema de classes de resistência

Deverá ser utilizado o sistema de classes de resistência estabelecido na Norma EN 338.

Deve ser observado rigorosamente o "EUROCÓDIGO 5 - PROJECTO DE ESTRUTURAS DE MADEIRA" (NP ENV 1995-1-1).

No caso da madeira de Pinheiro bravo, os "perfis" das propriedades mecânicas estabelecidos nas classes de qualidade fixadas na NP EN 338 para madeiras resinosas (C14 a C40) estão ajustados às espécies normalmente utilizadas em estruturas na Europa, com características distintas daquela espécie.

Assim, no caso da utilização da madeira de Pinheiro bravo, devem ser usadas as classes de qualidade E e EE estabelecidas na Norma Portuguesa NP 4305

No entanto, no caso de utilização de madeira de Pinheiro bravo de classe de qualidade EE, a classificação desta madeira, deve ser confirmada por uma entidade independente do fornecedor do material.

As marcações das peças de madeira serrada de pinheiro bravo, deve ser feita segundo a NP 4305 que estabelece o seguinte:

Cada peça de madeira classificada visualmente segundo a presente Norma deverá apresentar as indicações seguintes, inscritas nos topos de maneira clara e indelével ou, caso isso não seja possível, a marcação deverá ocorrer em pelo menos duas superfícies da peça:

- classe de qualidade e Norma de classificação;
- espécie florestal;



- entidade responsável pela classificação e organismo certificador;
- teor de água da madeira à data da classificação.

Alternativamente à informação contida no primeiro ponto, poderá ser indicada a Classe de resistência atribuída segundo a Norma NP EN 338.

Os valores característicos das tensões resistentes, das constantes elásticas e da massa volúmica devem ser obtidos de acordo com os métodos estabelecidos no projeto NP EN 384.

Os ensaios deverão, em princípio, ser realizados de acordo com o disposto nos projetos NP EN 408.

Um conjunto de classes de resistência consta do projeto NP EN 384.

#### 2.15.1.3 Norma de cálculo - desenho e fabricação

A estrutura realizar-se-á de acordo com a Norma Portuguesa “NP-ENV 1995-1-1 - Eurocódigo 5: Projecto de Estruturas de Madeira.”

### 2.15.2 Madeira lamelada – colada

#### 2.15.2.1 Exigências de desempenho

As equipas, as condições ambientais de fabricação, o processo de fabricação, empalmes por união dentada e o auto-controlo deverão realizar-se de acordo com as especificações da Norma NP EN 386 (*Glued laminated timber - Performance requirements and minimum production requirements*).

#### 2.15.2.2 Sistema de classes de resistência

Deverá ser utilizado o sistema de classes de resistência estabelecido na Norma NP EN 1194 (*Timber structures - Glued laminated timber - Strength classes and determination of characteristic values*).

Os valores característicos das tensões resistentes e das constantes elásticas devem ser, ou determinados com base em ensaios realizados de acordo com os projetos NP EN 408 ou calculados com base nas propriedades mecânicas das lamelas e das respetivas ligações.

O projeto NP EN 1194 inclui um método para a determinação dos valores característicos e um conjunto de classes de resistência.

#### 2.15.2.3 Materiais

Deve ser utilizada madeira da espécie indicada nas peças escritas.

Caso não seja especificado nenhum teor de humidade na Memória Descritiva, o conteúdo de humidade médio da cada lâmina deverá estar compreendido entre os 8% e os 15%.

A variação do conteúdo de humidade das lâminas da mesma peça não deve exceder os 4%.

#### 2.15.2.4 Colas

As colas utilizadas darão lugar a uniões de resistência e durabilidade, para que a integridade da união se mantenha durante a vida de serviço da estrutura. As colas serão homologadas para uso exterior.

#### 2.15.2.5 Norma de cálculo - desenho e fabricação

A estrutura realizar-se-á de acordo com a Norma:

- “NP-ENV 1995-1-1 - Eurocódigo 5: Projecto de Estruturas de Madeira.”

#### 2.15.2.6 Transporte e montagem

Durante a armazenagem, transporte e montagem, deve evitar-se submeter as peças a tensões superiores às previstas.

Tolerância dos apoios em obra:

O construtor deverá observar as seguintes tolerâncias não acumuláveis:

- Sobre o vão:  $\pm 2$  cm
- Transversalmente:  $\pm 1$  cm
- Nivelção:  $\pm 2$  cm

- Nas esquinas de construção:  $\pm 1$  cm

#### 2.15.2.7 Ensaio de controlo

##### CONTROLO INTERNO E REGISTO DE COLAGEM

Exigir-se-á um procedimento regular de auto-controlo do fabricante, estabelecido na Norma EN386, assim como a realização e arquivo do registo/ata da colagem com os seguintes parâmetros.

- **Ensaios:**
  - Ensaios de flexão de entalhes múltiplos;
  - Ensaios de corte de linhas de colagem.
- **Registo:**
  - Data e ref<sup>a</sup> da colagem;
  - Espécie;
  - Qualidade;
  - Dimensões da estrutura;
  - Teor de humidade da madeira;
  - Data do início da aplicação da cola;
  - Data do início e fim do processo de prensagem;
  - Temperatura ambiente do estaleiro de prensagem;
  - Teor de humidade do estaleiro de prensagem;
  - Precisão da prensa;
  - Ref<sup>a</sup> da resina;
  - Ref<sup>a</sup> do endurecedor;
  - Gramas por m<sup>2</sup> de mistura (resina+endurecedor).
  - A Empresa adjudicatária da estrutura de madeira laminada, entregará fotocópia dos ensaios e do registo/memória da colagem.

##### CONTROLO EXTERNO

Da Norma NP EN 386, retira-se o procedimento para o controlo externo do produtor da estrutura, o qual obriga a inspeções periódicas e regulares por parte de um organismo munido de meios humanos e produtivos, e a retirada aleatória de amostras para o seu controlo (empalmes múltiplos e integridade de linhas de colagem).

### 2.15.3 Derivados de madeira

#### 2.15.3.1 Contraplacado

##### 2.15.3.1.1 EXIGÊNCIAS

O contraplacado deve ser produzido de modo a conservar a integridade e a resistência na classe de serviço a que se destina e durante o tempo de vida previsto para a estrutura.

O contraplacado satisfazendo o disposto no projeto NP EN 636-3 pode ser utilizado nas classes de serviço 1, 2 ou 3.

O contraplacado satisfazendo o disposto no projeto NP EN 636-2 só deverá ser utilizado nas classes de serviço 1 ou 2.

O contraplacado satisfazendo o disposto no projeto NP EN 636-1 só deverá ser utilizado nas classes de serviço 1.

O contraplacado para uso estrutural deverá ser de composição equilibrada.

##### 2.15.3.1.2 NORMA DE CÁLCULO - DESENHO E FABRICAÇÃO

A estrutura realizar-se-á de acordo com a Norma:

- NP-ENV 1995-1-1 - Eurocódigo 5: Projecto de Estruturas de Madeira.

### 2.15.3.1.3 CLASSES DE RESISTÊNCIA

Deve ser utilizado contraplacado da classe de resistência indicada nas peças escritas, satisfazendo o disposto na NP EN 636.

Devem adotar-se os valores característicos incluídos nas Normas Europeias relevantes. Caso não constem das Normas Europeias, os valores característicos das tensões resistentes e das constantes elásticas devem ser determinados de acordo com o método incluído na BS EN 1058.

### 2.15.3.1.4 FABRICAÇÃO

Deverá ser obtido por colagem de folhas de madeira natural orientadas em diversas direções coladas entre si com resinas, podendo ter 3, 5, 7 ou 9 camadas (os fios das diversas camadas devem formar ângulos retos entre si). As folhas interiores e exteriores devem ser dispostas simetricamente em relação à folha central ou a uma alma.

O processo de fabrico do contraplacado deve iniciar-se pela obtenção da folha de madeira, com cerca de 2 a 4 mm de espessura, que após secagem serão dispostas em camadas de folhas de madeira (únicas ou compostas), estando cada camada disposta de forma ao seu fio estar cruzado (ângulo de 90°) com o das camadas adjacentes. Após a disposição das camadas de folhas de madeira, estas serão coladas sob pressão. O teor de água do contraplacado no fim da linha de produção deve situar-se entre 8% e 10%.

### 2.15.3.1.5 PROPRIEDADES

O contraplacado a utilizar deve ter um baixo grau de anisotropia, devendo as propriedades mecânicas na direcção paralela à direcção do fio das folhas externas, não ser maiores que 3 vezes as da direcção perpendicular. Deve ainda permitir o tipo de acabamento definido no projeto de arquitetura.

### 2.15.3.1.6 TRANSPORTE, MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

O transporte deverá ser efetuado de forma a minimizar possíveis danos nas placas derivados de impactos (proteção adequada dos bordos das placas) ou da humificação accidental das placas (proteção contra focos de humificação, por ex: chuva) com a possível degradação das propriedades mecânicas das placas (por degradação biológica ou perda de qualidade da colagem entre folhas de madeira).

Relativamente ao manuseio das placas deverá ter-se o cuidado com a proteção devida dos cantos e bordos das placas contra danos derivados de ações mecânicas (choque). Igualmente é recomendável que o transporte manual das placas seja feito ao alto e não com as placas ao baixo.

O armazenamento em obra, das placas, deverá atender à necessidade de prevenir condições de exposição a humidade relativa elevada ou situações de encharcamento accidentais (entrada pontual das águas da chuva), de forma a evitar problemas de inchamento, perda de propriedades mecânicas ou degradação devido à ação de agentes biológicos.

Igualmente, de forma a prevenir situações decorrentes do inchamento das placas após aplicação, estas deverão ser empilhadas em pilha aberta, durante cerca de uma semana antes de serem fixadas, devendo ter-se o cuidado no caso das placas serem recebidas empacotadas com fita metálica ou plástica, esta deverá ser removida, de forma a prevenir o empeno das placas caso estas expandam devido à absorção de água (humificação) e a prevenir uma livre circulação de ar na pilha.

De preferência as placas deverão ser empilhadas deitadas, ficando a placa da base da pilha afastada do solo. A pilha deverá ser feita colocando-se régua a separar grupos de 10 a 15 placas e as placas deverão ficar dispostas de forma a ficarem no mesmo enfiamento. As régua não deverão estar mais afastadas do que 600mm. As régua deverão ficar paralelas aos topos das placas e as placas deverão encontrar-se salientes dos apoios em mais de 150 mm em qualquer ponto da pilha. Recomenda-se ainda que o topo da pilha seja coberto com uma placa de proteção, para prevenir o empeno de placa de topo.

O armazenamento sobre os bordos deve ser sempre que possível evitado. No caso de somente ser possível empilhar sobre os bordos, estes não deverão ficar apoiados em contacto direto com o chão.

A pilha deverá ainda ser coberta com uma folha plástica

## 2.15.4 Aglomerados de partículas de madeira

### 2.15.4.1 Exigências

O aglomerado de partículas de madeira deve ser produzido de modo a conservar a integridade e a resistência na classe de serviço a que se destina e durante o tempo de vida previsto para a estrutura.

O aglomerado de partículas de madeira satisfazendo o disposto nos projetos NP EN 312-5 ou 312-7 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1 ou 2.

O aglomerado de partículas de madeira satisfazendo o disposto nos projetos NP EN 312-4 ou 312-6 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1.

O aglomerado de macro-partículas de madeira orientadas satisfazendo o disposto para as classes 3 ou 4 no projeto NP EN 300 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1 ou 2.

O aglomerado de macro-partículas de madeira orientadas satisfazendo o disposto para a classe 2 no projeto NP EN 300 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1.

### 2.15.4.2 Norma de cálculo - desenho e fabricação

A estrutura realizar-se-á de acordo com a Norma:

- NP-ENV 1995-1-1 - Eurocódigo 5: Projecto de Estruturas de Madeira.

### 2.15.4.3 Classes de resistência

Deve ser utilizado aglomerado de partículas de madeira da classe de resistência indicada nas peças escritas.

Devem adotar-se os valores característicos incluídos nas Normas Europeias relevantes. Caso não constem das Normas Europeias, os valores característicos das tensões resistentes e das constantes elásticas devem ser determinados de acordo com o método incluído na BS EN 1058.

### 2.15.4.4 Aglomerados de fibras de madeira

#### 2.15.4.5 Exigências

O aglomerado de fibras de madeira deve ser produzido de modo a conservar a integridade e a resistência na classe de serviço a que se destina e durante o tempo de vida previsto para a estrutura.

O aglomerado de fibras de madeira satisfazendo o disposto nos projetos BS EN 622-5 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1 ou 2.

O aglomerado de fibras de madeira satisfazendo o disposto nos projetos BS EN 622-3 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1.

O aglomerado de macro-partículas de madeira orientadas satisfazendo o disposto para as classes 3 ou 4 no projeto NP EN 300 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1 ou 2.

O aglomerado de macro-partículas de madeira orientadas satisfazendo o disposto para a classe 2 no projeto NP EN 300 só deverá, ser utilizado nas classes de serviço 1.

### 2.15.4.6 Norma de cálculo - desenho e fabricação

A estrutura realizar-se-á de acordo com a Norma:

- NP-ENV 1995-1-1 - Eurocódigo 5: Projecto de Estruturas de Madeira.

### 2.15.4.7 Classes de resistência

Deve ser utilizado aglomerado de fibras de madeira da classe de resistência indicada nas peças escritas.

Devem adotar-se os valores característicos incluídos nas Normas Europeias relevantes. Caso não constem das Normas Europeias, os valores característicos das tensões resistentes e das constantes elásticas devem ser determinados de acordo com o método incluído na BS EN 1058.

### 2.15.4.8 Colas

As colas para uso estrutural devem permitir realizar as juntas com uma resistência e com uma durabilidade tais que a integridade da ligação, na classe de serviço a que se destina, se mantenha ao longo do tempo de vida previsto para a estrutura.

As colas satisfazendo o disposto para o tipo I definido na Norma NP EN 301 podem ser usadas nas classes de serviço 1, 2 ou 3.

As colas satisfazendo o disposto para o tipo II definido na Norma NP EN 301 só deverão ser usadas nas classes de serviço 1 ou 2 desde que não sejam submetidas a uma exposição prolongada a temperaturas superiores a 50° C.

## 2.16 Madeira de cofragem

As madeiras a empregar terão as dimensões e serão fornecidas de acordo com as necessidades de execução da obra.

As madeiras a empregar deverão ser de fibras direitas e unidas, bem cerneiras, devidamente secas, não ardidas nem cardidas, sem nós viciosos, isentas de caruncho, fendas ou falhas, manchas, podridões resultantes de ataques de fungos ou insetos e de quaisquer sinais de infestamento por xilófagos que possam comprometer a sua resistência e o aspeto final das peças de betão.

Devem ser de primeira escolha, isto é, seleccionadas para que, mesmo os pequenos defeitos (nós, fendas, etc.) não ocorram com grande frequência nem com grandes dimensões, nem em zonas das peças em que venham a instalar-se as maiores tensões.

Devem ser de quina viva e bem desempenadas, permitindo-se em casos a fixar pela Fiscalização, o emprego de peças redondas em prumos ou escoras, desde que tal não comprometa a segurança ou a perfeição do trabalho.

As tábuas para moldes devem ter uma espessura não inferior a 2,5 cm, depois de aplainadas, e serão aplainadas, tiradas de linha e a meia madeira.

Os calços ou cunhas a aplicar devem ser de madeira dura podendo ser de sobre de boa qualidade ou de carvalho.

Se forem utilizados cimbres ou cavaletes de madeira, esta não deverá ter peso específico excessivamente baixo: o número de anéis de crescimento da madeira por cm, não poderá ser inferior a três, sendo preferível que seja igual ou próximo de seis.

As madeiras deverão ser protegidas e armazenadas de forma a evitar o ataque de humidades, fungos, carunchos e outros fatores que a deteriore.

Em superfícies e peças em contacto com a água ou permanecendo em meios favoráveis ao aparecimento de fungos deverão ser protegidas com produtos de eficácia comprovada por meio de ensaios efetuados em laboratório oficial.

### 2.16.1 Contraplacado para moldes de betão á vista

Os moldes em contraplacado marítimo para betão á vista, terão a superfície em contacto com o betão revestida com uma película fenólica com densidade mínima de 120 gr/m<sup>2</sup>, não solúvel em contacto com a leitada de cimento. Os moldes de contraplacado terão uma espessura mínima de 2,5 cm.

## 2.17 Lajes aligeiradas de vigotas

### 2.17.1 Especificações gerais

As lajes serão constituídas por vigotas de betão pré-esforçado e blocos de cofragem, recebendo em obra uma camada de betão armado (betão complementar) com função resistente e de solidarização do conjunto.

As lajes a utilizar devem ser homologadas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em cumprimento do artigo 17º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, decreto-lei nº38 382 de 7 de Agosto de 1951.

A estas lajes aplicam-se os seguintes documentos de carácter normativo:

- NP EN 15037-1 – “Produtos prefabricados de betão. Pavimentos com vigotas e blocos de cofragem. Parte 1: Vigotas”
- NP EN 15037-2 – “Produtos prefabricados de betão. Pavimentos com vigotas e blocos de cofragem. Parte 2: Abobadilhas de betão”
- NP EN 206-1

### 2.17.2 Características dos elementos constituintes

#### 2.17.2.1 Vigotas

As vigotas são prefabricadas, de betão pré-esforçado, com armadura constituída por fios de aço aderentes.

O betão deverá ser de cimento Portland normal, com as características da classe C35/45.

As vigotas dos pavimentos devem apresentar-se isentas de fendilhações, falhas de betão ou ocos de betonagem e satisfazer as seguintes condições:

- as dimensões da secção transversal não devem desviar-se dos valores nominais previstos, por diferenças superiores a 5mm;
- os fios de armadura de pré-esforço não devem apresentar, relativamente à localização prevista, desvios verticais superiores a 3mm e horizontais que excedam 5mm;
- a curvatura lateral e a contra-flecha das vigotas não devem exceder, respetivamente 1/500 e 1/300 de comprimento;
- as vigotas não devem apresentar flecha na sua posição normal.

O aço dos fios de pré-esforço deve estar de acordo com a NP EN 10138 a norma LNEC E 452 – “Fios de aço para pré-esforço. Características e ensaios”

#### 2.17.2.2 Blocos de cofragem

Os blocos de cofragem devem ter as características indicadas pelo fabricante das lajes a empregar, tendo formas de extradorso curvas ou poligonais e ressalto laterais para apoio no banzo das vigotas.

Sob o ponto de vista resistente, nas condições normais de colocação em obra, os blocos devem satisfazer a carga de rotura mínima de 490 N em ensaio sob a ação de uma carga crescente, aplicada sobre um quadrado de 5 cm de lado da face superior do bloco, esta carga deverá atuar a meio do bloco de cofragem, quando este não tenha septo central, ou quando este exista, a meio da distância entre ele e o septo vizinho.

#### 2.17.2.3 Betão complementar

O betão complementar é aplicado em camada contínua de espessura variável, não podendo ser inferior à dimensão mínima referida pelo fabricante para o respetivo tipo de laje, e incorpora uma armadura de distribuição e de apoio.

Este betão deverá ser o indicado nas peças desenhadas. A dimensão máxima dos agregados deve permitir o preenchimento fácil e completo dos espaços entre as vigotas e os blocos de cofragem.

#### 2.17.2.4 Identificação

As vigotas devem ser marcadas de forma clara e indelével, com registo do nome da marca do pavimento, do tipo de vigota e da data do seu fabrico.

Quando tal não aconteça, cada fornecimento de vigotas deve ser acompanhado da informação acima indicada.

#### 2.17.2.5 Ensaios de receção

Cabe à fiscalização da obra decidir quando devem ser realizados ensaios de receção sobre os elementos pré-fabricados constituintes dos pavimentos, os quais se justificam, em especial, no caso de fornecimento de grandeza significativa.

Os ensaios a efetuar, por amostragem sobre vigotas serão:

- verificação das dimensões das vigotas e do posicionamento dos fios, os quais devem satisfazer os valores indicados pelo respetivo documento de homologação, dentro da respetiva tolerância;
- verificação da tensão de pré-esforço instalada nos fios (num mínimo de duas vigotas), a qual deve satisfazer os valores indicados pelo respetivo documento de homologação;
- verificação das características mecânicas do aço empregado, as quais devem satisfazer os valores característicos mínimos indicados pelo respetivo documento de homologação, esta verificação pode ser substituída por certificado de fabrico do aço empregado.

Os ensaios a efetuar, por amostragem, sobre blocos de cofragem serão:

- verificação das dimensões e da massa dos blocos, as quais devem satisfazer os valores indicados pelo respetivo documento de homologação, dentro das tolerâncias indicadas. A diferença entre as larguras efetivas dos blocos de um mesmo tipo, num mesmo fornecimento, não deve ultrapassar 10 mm;
- verificação da capacidade resistente dos blocos, a qual deve satisfazer a condição indicada pelo respetivo documento de homologação. Este ensaio pode ser dispensado desde que o bloco satisfaça as condições de geometria e de massa exigidas.

## 2.18 Endurecedor de superfície

O endurecedor de superfície a aplicar no acabamento das lajes sem revestimento será uma mistura colorida pronta a aplicar constituída por cimento e inertes minerais de granulometria selecionada, com alta resistência física e mecânica (classe AR2 e elevada resistência à abrasão de acordo com a norma BS 8204).

A cor será escolhida pelo arquiteto do Projeto.

## 2.19 Materiais não especificados

Todos os materiais não especificados que tenham emprego na obra deverão satisfazer os regulamentos que lhe dizem respeito, Normas Portuguesas, Estrangeiras, Documentos de Homologação e de Classificação, bem como as normas de boa construção.

As características dos materiais não especificados serão propostas pelo Adjudicatário à Fiscalização, que se reserva o direito de os não aprovar se entender que não possuem condições de resistência, durabilidade e adaptabilidade aos fins a que se destinam.

Em qualquer dos casos, serão submetidos à aprovação da Fiscalização, que poderá determinar a realização de ensaios especiais para comprovação das suas características.

## 3 Execução dos trabalhos

### 3.1 Trabalhos preparatórios

#### 3.1.1 Limpeza e desmatação

A limpeza ou desmatação deve ser feita em toda a área abrangida pelo projeto, e inclui o derrube de árvores, desenraizamento ou eventual desvitalização, limpeza do terreno, carga, transporte e colocação dos produtos em vazadouro e eventual indemnização por depósito.

#### 3.1.2 Saneamento

Entende-se por saneamento a remoção de solos de má qualidade e blocos rochosos de pequena e média dimensão. Estes trabalhos incluem ainda, o seu transporte a vazadouro, o espalhamento de acordo com as boas normas de execução de modo a evitar futuros escorregamentos e alterações no sistema de drenagem natural, e as indemnizações a pagar por depósito.

Qualquer saneamento exige a confirmação pela Fiscalização, e a aprovação prévia da espessura e da extensão a sanear.

#### 3.1.3 Proteção da vegetação existente

Toda a vegetação arbustiva e arbórea da zona será protegida, de modo a não ser afetada pela localização de estaleiros, depósitos de materiais, instalações de pessoal e outras ou pelo movimento de máquinas e viaturas. Compete ao Adjudicatário tomar as disposições adequadas para o efeito, designadamente instalando vedações e resguardos onde for conveniente ou necessário.

As árvores na vizinhança de taludes de escavação serão temporariamente escoradas e estabilizadas de forma a viabilizar a sua manutenção.

Da vegetação existente nas áreas a escavar ou a aterrar, e que, de acordo com o previsto no projeto, for recuperável, será transplantada, para locais indicados no projeto ou pela Fiscalização.

#### 3.1.4 Levantamento e inspeção de estruturas contíguas

É obrigação do Adjudicatário, antes do início da obra de escavação, a realização de um levantamento completo do estado das construções e de outras estruturas situadas na área de influência da obra, por meio de registo fotográfico e respetiva localização, em planta. Deve ainda promover a colocação de testemunhos ou dispositivos de observação e controlo nos pontos mais sensíveis, procedendo à sua leitura e à elaboração de relatório que fornecerá à Fiscalização.

Durante o período de execução dos trabalhos de escavação, é obrigação do Adjudicatário a realização periódica de vistorias detalhadas aos edifícios e outras estruturas inventariadas, verificando os testemunhos ou outros dispositivos de observação e dando conta à Fiscalização, das anomalias verificadas.

### 3.2 Implantação, plano de nivelamento e tolerâncias

Antes de os trabalhos terem início no terreno, o Adjudicatário deverá submeter à aprovação do Administrador do Contrato os métodos de controlo dimensional que propõe para a implantação da obra, a sua construção e verificação que satisfaçam o rigor exigido.

O Adjudicatário é responsável pela verificação da coordenação do rigor dimensional especificado ou acordado com os requisitos de qualquer Subempreiteiro ou Fornecedor e deverá notificar o Administrador do Contrato para qualquer discrepância antes de o trabalho correspondente ter início.

No início do Contrato, o Adjudicatário deverá estabelecer um ponto de referência primário aprovado e uma linha base na qual se baseará todo e qualquer trabalho de implantação posterior.

Sempre que uma grelha estrutural for mostrada nos desenhos, a grelha de referência deve relacionar-se com a grelha estrutural, a menos que acordado em contrário.

O Adjudicatário deverá efetuar um controlo topográfico frequente às construções circunvizinhas da Obra.

As tolerâncias, para os desvios das partes constituintes das obras em relação às cotas do projeto, aquando da sua receção, serão as propostas pela NP EN 13670-1, e quando esta for omissa aos seguintes limites:

*Quadro 12 – Desvios admissíveis para a obra*



	Dimensão	Desvio admissível
ALÇADO: Dimensão vertical (L) entre dois pontos de referência:	$L \leq 3 \text{ m}$ $L > 3 \text{ m}$	$\pm 3 \text{ mm}$ $\pm L \text{ mm}$
PLANTA: Dimensão (L) entre dois quaisquer pontos secundários numa grelha secundária:	$L \leq 10 \text{ m}$ $L > 10 \text{ m}$	$\pm 6 \text{ mm}$ $\pm 2 \times L \text{ mm}$
PRUMO: Verticalidade (L) de qualquer ponto em qualquer grelha secundária por cima do ponto correspondente abaixo:	$L \text{ m}$	$\pm 2 \times L \text{ mm}$
NÍVEL: Diferença de nível entre:	Pontos de referência primários e secundários	$\pm 5 \text{ mm}$
	Pontos de referência secundários	$\pm 3 \text{ mm}$

Caso se trate de uma obra de remodelação, as cotas referenciadas nas competentes peças do projeto deverão ser previamente confirmadas em obra, podendo ser reajustadas em função das condições reais do existente.

Caso se verifique qualquer contradição entre cotas do mesmo elemento de obra e projeto em desenhos ou especialidades diferentes, deverá o Adjudicatário chamar a atenção dos projetistas antes de executar o referido trabalho.

### 3.3 Demolições

#### 3.3.1 Providências preliminares

Compete ao Adjudicatário proceder à execução de todos os trabalhos de demolição e/ou desmonte de elementos, indicados no projeto ou não, de modo a serem criadas as condições para a execução dos trabalhos previstos.

Quando o Dono da Obra ou a Fiscalização o entendam, os elementos desmontados serão limpos e arrumados para local a designar, para futuramente serem utilizados ou não.

Toda a gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD), incluindo a sua separação/triagem na origem, respetiva classificação, transporte, armazenagem e eliminação, deverá ser efetuada de acordo com a legislação em vigor, nomeadamente com o Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de junho.

Em todos os trabalhos de demolições e desmontes deverá ser escrupulosamente cumprido o "Regulamento de Segurança na Construção Civil".

Antes de ser iniciado qualquer trabalho de demolições, o técnico responsável deve assegurar que:

- o fornecimento de água, gás e eletricidade à área a demolir se encontra efetivamente cortado;
- os elementos frágeis são removidos antes do começo da demolição, como sejam: vidros, fasquiados, estuques, portas, janelas, etc.;
- todos os trabalhadores intervenientes nesta operação usam o E.P.I. adequado, como seja: capacete, máscaras contra poeira, luvas, botas com biqueira e palmilha de aço.

A demolição propriamente dita dar-se-á, em geral, de cima para baixo, andar por andar, sendo demolidos em primeiro lugar os elementos suportados e em seguida os suportantes.

Os elementos a demolir, tais como paredes, muros e chaminés, não podem ser abandonados em posição que torne possível o seu derrubamento por ação de forças exteriores, ventos ou choques acidentais de vigas e equipamentos. Os produtos de demolição devem ser imediatamente retirados para fora do edifício.

Os escombros dos andares mais elevados deverão ser descidos por meio de caleiras convenientemente vedadas de modo a não ser possível a queda livre de escombros. Os troços retos dessas caleiras não devem ser maiores do que a altura correspondente a dois andares do edifício, para evitar que o material atinja, na descida, velocidades excessivas.

Deverão ainda ser observadas muitas outras regras de segurança prescritas nos regulamentos em vigor.

No caso de Reabilitações, estas terão que ser objeto por parte do Adjudicatário de especiais cuidados, nomeadamente no planeamento, faseamento e celeridade da sua execução, cálculo e dimensionamento das soluções e elementos construtivos a adotar, nomeadamente no que se refere aos escoramentos necessários e provisórios do edifício e construções envolventes, até à colocação em obra das estruturas resistentes e definitivas.

Todo o processo de demolição a efetuar terá que ser abordado pelo Adjudicatário no estrito e escrupuloso respeito das regras e preceitos de segurança do seu pessoal de acordo com todas as normas e legislação em vigor, do próprio edifício e edifícios vizinhos, e da segurança, tranquilidade e bom relacionamento com a população residente/trabalhadora na área envolvente.

Desaconselha-se, na demolição de elementos estruturais, a aplicação de métodos que impliquem a transmissão de vibrações à construção existente ou a criação de níveis de ruído que possam gerar incómodo na vizinhança do local da obra.

Recomenda-se assim a adoção de métodos que permitam evitar esses fenómenos. Assim, os meios de demolição de elementos e a abertura de negativos condicionam os equipamentos a utilizar favorecendo-se o uso de hidrodemolição, corte com fita ou disco diamantado ou outros meios que não introduzam vibrações ou danos na estrutura. O uso de sistemas com percussão (martelos demolidores a ar comprimido) só será permitido pela Fiscalização em casos excecionais.

Antes de iniciar a demolição, o Adjudicatário certificar-se-á de que não existe qualquer inconveniente, não previsto no projeto, para a sua execução. Qualquer facto estranho ou inesperado deve ser de imediato comunicado à Fiscalização.

O Adjudicatário deve apresentar à fiscalização um plano detalhado da forma como pretende demolir o edifício existente com uma antecedência de 30 dias para apreciação, destacando os elementos estruturais acessórios que irá usar durante a execução das demolições.

### 3.3.2 Escolha do processo de demolição

Geralmente, os processos de demolição podem ser:

- Manuais - Quando utilizam ferramentas manuais (picaretas, pás, maças, etc.) ou máquinas portáteis, tais como martelo – percussor.
- Mecânicos - Quando são totalmente efetuadas por máquinas não portáteis.
- Por expansão – Quando utilizam uma fonte de energia (explosivos) que desintegram os elementos da construção.

Em geral, nas grandes demolições emprega-se mais do que um método de demolição, quando não todos. É vulgar que algumas partes da construção sejam demolidas pelo método manual, utilizando-se métodos mecânicos para a sua base, ou até mesmo explosivos.

A decisão sobre o processo, ou processos, a empregar deve basear-se num conjunto de fatores que têm a ver com as características da construção a demolir, com as construções e o meio que as rodeia, a vontade ou não de recuperar o mais possível dos materiais demolidos, o tempo disponível para a execução do trabalho, etc..

Só a ponderação de todos estes fatores conduzirá à decisão final, que muitas vezes não é a desejável, mas a viável.

Dever-se-á então, antes de começar a demolição propriamente dita, escorar-se os elementos da construção que possam cair antes da altura prevista, pelo plano da demolição, pondo em risco os trabalhadores. Em geral, estes pontos sensíveis são cornijas, caleiras, sacadas, varandas, abóbadas, arcos, etc..

Estes escoramentos devem efetuar-se, da base da construção para cima, e não ao contrário, e deve utilizar-se a menor quantidade de madeira possível (dado o seu carácter efémero). As construções vizinhas também devem ser escoradas, no caso de a sua estabilidade ficar comprometida.

Um dos trabalhos preliminares da demolição deve ser o de garantir o acesso a todos os locais da demolição.

Para tal devem utilizar-se, o mais possível as escadas existentes na construção (desde que em condições de estabilidade, compatíveis com o uso que se lhes vai dar) e só em caso contrário recorrer a escadas construídas ou trazidas para o local com esse objetivo.

As escadas existentes podem ser reforçadas com cimbres, no caso de ser resolvido utilizá-las e o seu estado conduzir a essa precaução.

### 3.3.3 Processos de demolição

#### 3.3.3.1 Demolição manual

Conforme o indicado anteriormente, o processo de demolição manual é aquele que utiliza ferramentas manuais, como maças, picaretas, pás, etc.; ou martelo-percussor, etc.. Como método tradicional, consiste em desfazer a construção por andares e, como é óbvio de cima para baixo.

Os detritos vão sendo evacuados por meio de cordas, cabos, roldanas, guinchos, etc. (principalmente os volumes pesados ou os detritos volumosos), desde que se trate de zonas vedadas à permanência ou à circulação do pessoal. Devem utilizar-se caleiras para detritos mais leves.

Devem ser sempre montadas calhas de descarga, de madeira ou metálicas, para a remoção de tijolos ou de outros destroços soltos. Estas calhas devem ser completamente tapadas, para que os materiais, não saltem delas para fora antes de chegarem ao respetivo fundo.

Para impedir que os materiais que descem pelas calhas atinjam uma velocidade perigosa, as calhas devem ser construídas por secções que não ultrapassem a altura de dois andares. Uma comporta ou tampa devidamente aferrolhada deve ser instalada na saída inferior de cada calha de descarga, para fazer parar o fluxo do material. Os operários não devem ser autorizados a retirar materiais das calhas com as mãos. Devem antes usar luvas adequadas para o efeito.

#### 3.3.3.2 Demolição mecânica

A demolição mecânica pode efetuar-se utilizando vários métodos:

- por tração;
- por compressão;
- com bola;
- com ajuda de gruas de torre.

##### **Demolições por tração**

Utilizam *bulldozers* ou quaisquer outras máquinas capazes de fazer a tração de um cabo.

As zonas a demolir devem possibilitar a boa aderência de um cabo metálico. Sendo necessário, fazer-se previamente, na alvenaria, um poço horizontal que garanta essa aderência. A tração provocada pela máquina origina o desmoronamento.

Realizadas de muito perto, estas operações exigem um *bulldozer* com cobertura. O cabo não deve ser puxado obliquamente, em relação ao eixo longitudinal da máquina, sob pena de criar tensões desiguais nos seus dois ramos. Nos ângulos agressivos deve proteger-se o cabo com pedaços de madeira para evitar que ele serre a construção a demolir.

É de referir que há sempre perigo em demolir por tração, e de uma só vez, todo um edifício. É preferível ir fazendo a tração de partes isoladas do edifício, até à demolição total.

##### **Demolições por compressão**

Faz-se com pás mecânicas, tratores *bulldozer* que arremetem de encontro à construção empurrando-a ou fazendo-a desmoronar-se à custa de pancadas fortes.

Este processo tem como limite o alcance do braço da máquina, isto é, a altura da construção não deve ser maior do que o comprimento do braço da máquina medido na sua projeção horizontal. Uma altura superior levaria a que os materiais caíssem em sentido contrário, atingindo a máquina durante a queda.

A demolição de um muro, por compressão, deve ter como limite máximo alturas de 7,00 metros, e a compressão fazer-se acima do centro de gravidade do plano do muro, pois abaixo dele o desmoronamento dá-se em direção contrária ao pretendido.

##### **Demolição com bola**

É efetuada por máquinas, do tipo das gruas móveis, que têm suspenso um cabo com uma esfera metálica de grande peso a qual atua por movimento pendular ou queda vertical à maneira de um pilão.

O peso da bola varia com a natureza da obra a demolir, mas sobretudo com as capacidades da máquina. Em geral, têm entre 500 e 2000 kg.

Neste tipo de demolição o aproveitamento de materiais recuperados é mínimo. Só deve utilizar-se, portanto nos casos em que não está em causa esse aproveitamento e apenas a rapidez da execução do trabalho.

É de notar ainda que uma grua de torre não deve ser utilizada nestas demolições, uma vez que o seu braço é permanentemente horizontal e o movimento a dar à esfera, pendular, pode comprometer a sua estabilidade.

Na demolição de um muro, o espaço livre à volta do muro deve ser, pelo menos, uma vez e meia da altura do muro, para haver a garantia de os desmoronamentos não atingirem outras construções.

#### **Demolição de estruturas com explosivos (implosão)**

No caso do betão armado e das estruturas de aço, não é usual destruir completamente o material de que é composta a estrutura; na maioria dos casos é preferível dividir a estrutura em partes e provocar a instabilidade de tal modo que possa, depois do colapso e queda, ser afastada com segurança ou dividido com explosões secundárias de modo que os escombros possam ser removidos e carregados. O propósito principal é provocar a queda por gravidade da estrutura.

Os explosivos usados para demolições devem ter elevadas velocidades de detonação.

Esta necessidade é satisfeita por explosivos gelatinosos e por explosivos à base de PETN. Para a destruição de estruturas de aço só os explosivos plásticos à base de PETN e TNT são satisfatórios.

Para controlar a explosão usam-se detonadores temporizados com atraso.

### **3.3.4 Demolição de betões**

É vulgar ter de empregar-se um maçarico para cortar e libertar por completo as armaduras.

E quando se trata da demolição de estruturas metálicas terá de se fazer a sua “desmontagem” em pedaços facilmente transportáveis.

O corte destas estruturas também é feito a maçarico, mas a ordem por que se efetua o trabalho passa a ser muito importante, pois deve assegurar a estabilidade da estrutura em todas as fases da sua demolição.

No entanto, quanto ao betão propriamente dito, algumas regras devem ser tidas em atenção:

A demolição de uma peça betonada só deve ser levada a cabo depois de se saber quais são os seus apoios. Dentro da medida do possível o trabalho deve progredir na direção paralela a esses apoios.

Numa laje de quatro apoios haverá que tomar precauções especiais e efetuar o trabalho prevendo a eventualidade de desabamentos prematuros.

Tratando-se de betão pré-esforçado o problema tem que ser estudado com antecedência por técnicos responsáveis. O corte de uma armadura neste tipo de betão pode modificar por completo as condições de estabilidade e de resistência de uma peça.

Quando se trata da demolição de um edifício, depois de um incêndio, tem de se levar em conta o facto de ser vulgar nestas circunstâncias, que haja betão desligado das armaduras pela exposição ao calor e lajes ou vigas, aparentemente intactas, terem perdido interiormente resistência deixando de poder aguentar com pesos, inclusive o peso dos trabalhadores.

Existem betões (celulares, etc.) cuja resistência é bastante inferior à do betão normal, ainda que não difiram muito na aparência exterior.

A existência destes betões (utilizado sobretudo nem paredes) deve ser previamente referenciada para os trabalhadores saberem que as peças por eles formadas irão opor uma menor resistência à demolição da que poderia, em princípio, avaliar-se.

#### **Pavimentos e Lajes de Cobertura**

Quanto à sua demolição, no caso de haver chaminés ou condutores de ventilação, deve começar-se por estes. E durante todo o trabalho, os executantes devem apoiar-se e circular pelas vigas maiores, com maior importância na estabilidade da estrutura.

No caso de tetos antigos, de madeira, nunca usar a sua estrutura como apoio dos trabalhadores, pois em geral estas estruturas aparentam uma resistência que, na realidade, já não têm.

#### **Escadas**

Devem ser as últimas peças a demolir em cada piso, uma vez que são necessárias (oferecendo segurança) à circulação do pessoal, e deverá ter-se em conta as seguintes regras:

- uma escada encastrada deve demolir-se da ponta do balanço para o encastramento;
- uma escada apoiada em patamares deve demolir-se do meio vão para os apoios;
- uma escada apoiada lateralmente em vigas deve demolir-se do centro do vão para os lados.

## 3.4 Escavação

### 3.4.1 Disposições gerais

O Adjudicatário apresentará à Fiscalização o respetivo plano de trabalhos com indicação dos meios a utilizar. O Adjudicatário escolherá os meios de escavação a utilizar para não conturbar desnecessariamente o meio circundante e reduzir ao mínimo o volume de escavação necessária. Todas as superfícies de escavação que possam estar sujeitas a deterioração deverão, no prazo máximo de uma hora depois da exposição, ser protegidas por revestimento de betão projetado.

A utilização de explosivos nos trabalhos de escavação é totalmente vedada.

Poderão apenas ser utilizados matérias tipo *RocCracker* para o desmonte sem recorrer a meios que introduzam vibrações importantes. Estas deverão ser enquadradas pela Norma Portuguesa NP 2074 "Avaliação da influência em construções de vibrações provocadas por explosões ou situações idênticas"

Os planos de fogo serão apresentados à Fiscalização para aprovação, e neles deverá constar a seguinte informação:

- esquema de furação proposto, diâmetros dos furos, espaçamento, profundidade e inclinação;
- tipo, potência e quantidade em peso dos cartuchos de explosivos a serem usados em cada furo e para o total da pega;
- distribuição das cargas nos furos e rastilho de cada furo;
- tipo, sequência e número de intervalos, diagrama de rastilho para o fogo, tamanho e tipo dos cabos, tipo da máquina de detonação;
- documento comprovativo das qualificações das pessoas que ficarão diretamente responsáveis pela supervisão das cargas e detonação.

Este plano deverá ser elaborado de forma a limitar as vibrações produzidas nas explosões, a não produzir sobreescavações e a minimizar a fissuração induzida no maciço. As vibrações produzidas nas edificações ou outras obras das proximidades não deverão originar desordens nas suas estruturas, sendo da responsabilidade do Adjudicatário a reparação dos eventuais danos.

Considera-se como velocidade máxima permissível de vibração das partículas junto às construções a especificada pela norma em função da natureza e sensibilidade das construções sendo o Adjudicatário responsável pela não ultrapassagem deste nível, devendo possuir em obra meios de medição adequados. O plano de fogo deverá ser elaborado para que as pegas se efetuem em períodos em que o ruído provocado pela detonação não seja considerado prejudicial à população.

Tem que estar assegurada convenientemente a iluminação e ventilação durante todas as operações de observação e construção, de maneira a obter condições de trabalho satisfatórias. Os respetivos custos serão incluídos no preço unitário da escavação.

Antes de depositar ou empilhar qualquer material, o Adjudicatário apresentará à Fiscalização, com antecedência suficiente para apreciação e aprovação ou em datas previamente acordadas, esquemas das áreas de depósito e entulheiras, contendo todos os dados pertinentes relativos a métodos de trabalho e medidas de segurança, estabilidade e drenagem temporária e permanente das áreas abrangidas.

O Adjudicatário será o responsável pelo transporte a vazadouro de todos os materiais não reutilizáveis resultantes da escavação, bem como das autorizações necessárias à utilização do local do vazadouro.

### 3.4.2 Execução

O Adjudicatário escolherá os meios de escavação a utilizar, garantindo a viabilidade de reutilização dos materiais escavados, seja em aterros ou em camadas de pavimento de estrada.

Todo o equipamento mecânico para trabalhos de escavação subterrânea e transporte deverá ser adequado para os trabalhos em questão. Devem ser especificados, estando de acordo com os regulamentos de segurança e devem permitir o cumprimento do cronograma de construção.

Se durante a execução das terraplenagens aparecerem veios de água que provoquem perturbações ou possam de futuro, prejudicar a conservação da obra, o empreiteiro dará conhecimento deste facto à Fiscalização que ordenará a execução dos trabalhos necessários para assegurar uma boa drenagem. Se estes trabalhos se limitarem ao simples desvio das águas por valas, serão feitos à custa do empreiteiro.

O empreiteiro adotará medidas eficazes de proteção no sentido de evitar repercussões nocivas sobre instalações e elementos de obra, já executados ou em execução, pertencentes ou não à empreitada, e assumirá toda a responsabilidade por todos os danos que ocasionar.

### 3.4.3 Condução dos trabalhos

A execução dos trabalhos de escavação deverá ser efetuada de forma a evitar ou reduzir ao máximo os assentamentos de superfície, particularmente no atravessamento de zonas edificadas ou próximo de outras estruturas sensíveis.

Antes do início dos trabalhos, será apresentado pelo Adjudicatário um plano e especificações de execução dos trabalhos que terá em linha de conta minimizar a influência dos mesmos sobre as construções existentes.

A escavação da rocha deverá ser realizada através da utilização de técnicas de “*smooth-blasting*” de forma a limitar as vibrações das explosões, assim como evitar sobreescavações.

O diâmetro e o espaçamento dos furos serão adaptados às condições do maciço existente em cada local. É dever do Adjudicatário desenvolver e melhorar as técnicas de explosão, de forma a garantir que a rocha fracture pelas linhas desejadas e a obter a melhor superfície de escavação após a pega de fogo.

A escavação em terrenos brandos deverá ser feita através de equipamento do tipo escavadora mecânica.

As pegas de fogo só serão permitidas depois de terem sido tomadas todas as precauções adequadas para proteção de todas as pessoas, trabalhos e bens envolvidos.

Para garantia da segurança da obra, a escavação deverá ser contínua, exceto se outra for a decisão da Fiscalização. Se o estado da obra o admitir, serão permitidas interrupções dos trabalhos nos fins-de-semana e nos feriados, desde que as obras fiquem em condições de segurança.

Não será permitida a interrupção dos trabalhos se os elementos de suporte ainda não estiverem instalados nos seus lugares específicos ou se a secção apresentar sinais de instabilidade.

O Adjudicatário deve proceder ao esgotamento das águas de forma a manter sempre em boas condições o local de trabalho. Poderá utilizar qualquer processo, tal como bombagem, baldeamento, drenagem, etc., sendo o mesmo sempre da sua responsabilidade.

Quaisquer escavações levadas abaixo da profundidade requerida, por imprevidência, serão cheias até à cota correta com betão ciclópico ou com o mesmo material na sub-base, conforme se trate de escavações para fundações ou para arruamentos. Em valas para tubagens, este enchimento será feito com material arenoso.

### 3.4.4 Escavações para execução de sapatas e de maciços de encabeçamento de estacas

Sempre que as características dos terrenos o exijam, as escavações serão efetuadas ao abrigo de entivações ou ensecadeiras de estacas prancha metálicas, conforme as circunstâncias, pelos processos que o Adjudicatário entender utilizar, desde que aceites pela Fiscalização.

As escavações só poderão ser iniciadas após aprovação do projeto da entivação ou ensecadeira.

Deverão ser executadas até à cota dos desenhos de construção.

As escavações serão executadas com observância da implantação e das características geométricas indicadas nos desenhos de construção.

Antes do início da construção das fundações, durante a abertura dos caboucos, deverão ser confirmados os pressupostos adotados no projeto, através de uma análise visual, em situações em que não existam dúvidas em relação aos solos e através de ensaios de penetração dinâmica ou estática nos outros casos.

Os fundos das escavações deverão ser regularizados e nivelados. Deve ser garantida bombagem de águas para permitir a colocação e cura do betão de limpeza, a montagem das armaduras e a colocação e cura do betão da sapata.

A sobrelargura a considerar, para poder localizar as cofragens das faces laterais das sapatas/maciços e vigas de fundação, será adequada à profundidade da escavação e à natureza do terreno.

Os produtos das escavações serão removidas para local apropriado a indicar pela Fiscalização, sendo regularizada em depósito.

Não será permitida a interrupção dos trabalhos se os elementos de suporte ainda não estiverem instalados nos seus lugares específicos ou se a secção apresentar sinais de instabilidade.

### 3.5 Aterros

#### 3.5.1 Disposições gerais

Não é permitido o início da construção dos aterros sem que previamente a Fiscalização tenha inspecionado os trabalhos preparatórios e aprovado a área respetiva, e verificado se o equipamento de compactação proposto é o mais adequado e se estão instalados em obra os meios de controlo laboratorial necessários. Chama-se a atenção para a necessidade de evitar quer a utilização de equipamento pesado na compactação quer a adoção de energias de compactação elevadas.

Não é aconselhável a colocação, em camadas de aterros, de materiais com várias proveniências ou com características geotécnicas diferentes, tendo em vista garantir por um lado a representatividade do controlo de qualidade, e por outro garantir que o aterro tenha um comportamento homogéneo. Tal facto obrigará o Adjudicatário a efetuar uma adequada gestão dos materiais. Quando tal não for possível ao longo de toda a camada, há que garantir a utilização do mesmo material em toda a largura da plataforma, dando portanto primazia ao sentido transversal em detrimento do sentido longitudinal.

O teor em água natural dos solos antes de se iniciarem as operações de compactação deve ser tão próximo quanto possível do teor ótimo do ensaio de compactação utilizado como referência, não podendo diferir dele mais de 20% do seu valor. Quando tal se verificar devem ser alvo de humedificação ou arejamento após o espalhamento e antes da compactação.

No caso de solos coerentes (equivalente de areia inferior a 30 %), a compactação relativa de solos nos aterros, referida ao ensaio de compactação pesada (Proctor Modificado), deve ser, neste caso de pelo menos 90% no corpo do aterro e 95% na PSA.

Quando os solos coerentes se apresentarem muito húmidos ( $W_{nat.} > 1,4 W_{opn.}$ ), reagindo à passagem do tráfego da obra com o designado “efeito de colchão”, os valores da compactação relativa acima referidos devem ser reportados ao ensaio Proctor Normal, exigindo-se para a sua obtenção uma redução da energia de compactação. Neste tipo de materiais devem ser utilizados de preferência cilindros pés-de-carneiro.

No caso de solos incoerentes, (equivalente de areia superior a 30%), os valores de referência reportados ao ensaio Proctor Modificado devem ser aumentados para 95% no corpo do aterro, garantindo-se 100% na PSA.

No fim de cada dia de trabalho não devem ficar materiais por compactar, mesmo no caso em que uma camada tenha sido escarificada para perda de humidade e não se tenha alcançado o objetivo pretendido. Nestes casos a camada deve ser compactada e reescarificada no dia seguinte, se as condições climáticas o permitirem.

A inclinação dos taludes será fixada pela Fiscalização conforme o material utilizado.

Após a execução das sapatas e vigas de fundação serão realizados aterros compactados, de forma a preencher toda a eventual sobrelargura de escavação e a cobrir, logo que a betonagem da base dos pilares ou paredes o permita, as próprias sapatas/maciços até a cota da escavação geral.

Quaisquer trabalhos a executar sobre os aterros só poderão ser iniciados depois de terem sido aprovados pela Fiscalização. A aprovação dos trabalhos de aterro, quando necessários, poderá ser efetuada por troços, à medida que o Adjudicatário solicitar. Será precedida de vistoria da Fiscalização para verificação dos perfis. Quando o terreno tiver que servir de base a trabalhos imediatos a vistoria e consequente decisão terão lugar no prazo de 48 horas a partir da solicitação do Adjudicatário.

#### 3.5.2 Aterros técnicos

Designam-se por aterros técnicos os aterros a realizar em zonas de difícil acesso, e onde não é possível que o equipamento correntemente utilizado no espalhamento e compactação dos materiais de aterro opere normalmente. Entre outros consideram-se aterros técnicos os aterros junto a encontros de obras de arte ou a outro tipo de estruturas enterradas, e os aterros junto a muros de suporte, passagens hidráulicas de pequeno ou grande diâmetro, etc..

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 destes estarem convenientemente resolvidos se executará o enchimento do aterro.

Estes aterros devem ser cuidadosamente construídos. As camadas devem ser executadas simetricamente em relação à estrutura, e a sua espessura deve ser ajustada às características do aterro, da estrutura a envolver, das condições de execução e do material do aterro utilizado.

A espessura das camadas não deve ser superior a 0,20 m, valor que deverá descer para 0,15 m quando se trata de aterros entre gigantes de encontros ou muros.

Cada camada deve ser compactada de tal forma que a compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, seja de 100% e o teor em água não deve variar mais que 10% em relação ao valor ótimo. Quando construídos com solos tratados a compactação relativa não deverá ser inferior a 95%.

Se o material de aterro tiver excesso de humidade, não deve ser compactado até que tenha o teor em água adequado para que se possa obter a compactação requerida. Em alternativa e no caso do material de construção ser constituído por solos tratados poder-se-á recorrer à utilização prévia de cal viva para reduzir o teor em água natural.

A ligação entre os aterros técnicos e os aterros confinantes deve ser feita através de endentamento das camadas que constituem o segundo aterro, no primeiro através de degraus recortados no primeiro aterro com espessura igual à espessura das camadas.

### 3.5.3 Empréstimos e depósitos

As zonas de empréstimo e depósito serão submetidas à apreciação e aprovação prévia da Fiscalização.

A escavação nos empréstimos será feita de modo a garantir a drenagem natural das águas.

As zonas de empréstimo e depósito deverão ser modeladas no fim da sua utilização.

### 3.5.4 Aterros em contacto com edifícios

Os materiais destinados a aterros em contacto com edifícios existentes ou a construir deverão obedecer ao disposto neste caderno de encargos.

Os materiais destinados a aterros em contacto com edifícios não devem conter terras infetadas por fungos ou infestadas por insetos.

Os materiais destinados a aterros em contacto com as paredes de caves devem assegurar as condições de drenagem e possuir um ângulo de atrito interno superior a 30°.

Os materiais destinados a aterros em contacto com edifícios deverão ser executados por camadas de 0,20 m e compactadas por processos que não provoquem danos nas construções.

Os aterros em contacto com as paredes de caves ou muros de suporte só serão executados depois de estes elementos apresentarem resistência suficiente e depois de colocados os dispositivos de drenagem.

## 3.6 Betão de regularização

### 3.6.1 Objectivo

Disposições a observar na execução de uma camada de regularização de betão destinada a servir de base a elementos em contacto com o terreno, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares.

### 3.6.2 Materiais

Os materiais deverão obedecer a normas e regulamentos portugueses aplicáveis, bem como às outras especificações técnicas que lhe sejam aplicáveis, devendo usar-se um betão C12/15, da classe de exposição X0 (P) segundo a NP EN 206-1. A espessura da camada de betão será a indicada nas Peças Desenhadas.

Os agregados terão dimensões apropriadas aos elementos da obra a que se destinam e serão submetidos à aprovação da Fiscalização que poderá determinar a realização de estudos granulométricos em Laboratório Oficial.



### 3.6.3 Execução

O trabalho iniciar-se-á pela regularização e nivelamento do terreno, a que se seguirá a aplicação da camada de betão, com a espessura indicada nas peças desenhadas, depois de terem sido colocadas as marcas ou referências para cumprimento das cotas de projeto.

Não é permitida qualquer betonagem do betão de regularização sem que previamente a Fiscalização tenha inspecionado os caboucos.

Da superfície superior do betão de regularização será retirada toda a goma depositada até aparecer a parte sã do betão e só depois se colocará a armadura da sapata.

## 3.7 Betão armado

Os betões a empregar serão estudados para uma vida útil de 50 anos e serão das seguintes classes de resistência e exposição:

**Tipo I** – Betão C12/15, da classe de exposição X0 (P) segundo a NP EN 206-1, a utilizar na regularização, enchimento e selagem das bases das fundações.

**Tipo II** – Betão C30/37, da classe de exposição XC2 (P) segundo a NP EN 206-1, a utilizar na execução dos elementos de fundação em betão armado.

**Tipo III** – Betão C30/37, da classe de exposição XC3 (P) segundo a NP EN 206-1, a utilizar na execução dos elementos de betão armado.

Em tudo quanto disser respeito à composição, fabrico, receção e colocação em obra dos betões e às restantes operações complementares, seguir-se-ão as regras estabelecidas pelas NP EN 206-1, NP EN 13670-1 e pelo EC2, e, ainda, as destas Cláusulas Técnicas.

Só será permitida a utilização de betões fabricados em central devidamente certificada e controlada. A sua utilização está dependente da aceitação por parte da Fiscalização que poderá, em qualquer momento e com razão fundamentada, impor a mudança de central para outra cujos fornecimentos cumpram as especificações destas Cláusulas Técnicas.

Os betões sujeitos a contacto direto com a água (incluindo a da chuva ou do solo) deverão ser considerados impermeáveis, relativamente à penetração de água.

### 3.7.1 Betonagem, compactação e cura

O Adjudicatário submeterá à aprovação da Fiscalização o plano de betonagens com uma antecedência de 3 (três) semanas em relação à data prevista para a 1ª betonagem.

As betonagens só serão realizadas desde que expressamente autorizadas por escrito pela Fiscalização.

As betonagens deverão obedecer ao estabelecido na NP EN 206-1 e na NP EN 13670-1 e ao indicado nestas Cláusulas Técnicas e no Projeto de Execução. Dever-se-á ter os devidos cuidados para que não haja contaminação do betão aparente já executado, por sujidade, águas ou escorrências que resultem de armaduras ou cofragens de zonas vizinhas, betonadas ou não betonadas.

O betão será empregue, desejavelmente, logo após o seu fabrico. O período decorrido entre o fabrico do betão e o fim da sua vibração não excederá meia hora no tempo quente e uma hora no tempo frio, devendo estes tempos ser reduzidos se as circunstâncias o aconselharem.

A compactação será feita por meios mecânicos: vibração de superfície, vibração dos moldes ou vibração de massa.

A vibração será feita de maneira uniforme, até que a água de amassadura reflua à superfície, e para que o betão fique homogêneo.

As características dos vibradores serão previamente submetidas à apreciação da Fiscalização, devendo os vibradores para vibração de massa ser de frequência elevada (9000 a 20000 ciclos por minuto).

Após a betonagem e a vibração, o betão será obrigatoriamente protegido contra as perdas de água por evaporação e contra as temperaturas extremas. Para evitar as perdas de humidade, as superfícies expostas deverão obrigatoriamente ser protegidas pelos meios que o Adjudicatário 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 e a rega por aspersão, etc.

Se a temperatura no local da obra for inferior a 0°C (zero graus centígrados), ou se houver previsão de tal vir a acontecer nos 5 (cinco) dias seguintes, a betonagem não será permitida. Para temperaturas entre 0°C (zero) e 5°C (cinco graus centígrados) ou acima de 30°C (trinta graus centígrados), as betonagens só serão realizadas se a Fiscalização o permitir e desde que sejam observadas as medidas indicadas na NP EN 206-1. Se a temperatura no

local for superior a 35°C (trinta e cinco graus centígrados), a betonagem não será permitida, a não ser com autorização expressa pela Fiscalização e com rigoroso cumprimento das condições preconizadas na NP EN 206-1.

Para cumprimento do estipulado no parágrafo anterior, o Adjudicatário obriga-se a ter no estaleiro um termómetro de máximas e mínimas, devidamente aferido, devendo proceder ao registo das temperaturas no dia das betonagens e nos 5 (cinco) dias seguintes.

A fim de garantir a qualidade prevista para o betão, as zonas em betonagem deverão ser protegidas do sol e da chuva excessivos, pelo que o Adjudicatário se dotará dos equipamentos necessários, nomeadamente de toldos para cobrir os moldes.

Se não tiver esses meios, a Fiscalização poderá, segundo o seu critério e sempre que verificar que as condições de tempo não são aconselháveis (excessiva incidência de radiação solar ou chuva que possa alterar a relação água/cimento dos betões ou afetar a qualidade de acabamento da face superior das lajes), proibir as betonagens, não tendo o Adjudicatário direito a qualquer reclamação quer sobre os custos inerentes à paralisação quer sobre os prazos contratuais.

Em qualquer caso, o interior dos moldes deverá estar impecavelmente limpo, antes de se dar início à betonagem, especialmente quando se tratar de peças em betão aparente.

Cada elemento de construção deverá ser betonado de maneira contínua, ou seja, sem quaisquer intervalos, procurando-se sempre a redução dos esforços de contração entre camadas de betão com idades diferentes.

O betão não deve ser colocado diretamente contra uma superfície vertical, devendo fluir para essa superfície através da vibração. Deve-se evitar o “chapinar” dos moldes com a argamassa.

As juntas de betonagem só terão lugar nas secções onde a Fiscalização o permitir, de acordo com o plano de betonagem aprovado. Antes de começar uma betonagem, as superfícies de betão das juntas 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 pedras salientes; se se notar presa de betão nas juntas, serão as superfícies lavadas a jacto de ar e de água e retirada a “nata” que se mostra desagregada, a fim de se obter uma superfície de aderência, sendo absolutamente vedado o emprego de escovas metálicas no tratamento das superfícies de betonagem.

Nas juntas onde se sobreponham elementos em elevação a executar posteriormente, deverão ser, passadas 2 (duas) a 5 (cinco) horas, limpas as áreas a ocupar por esses elementos superiores, tratando-se essas zonas de forma análoga à atrás indicada.

Nas juntas de betonagem onde a Fiscalização entenda ser aconselhável será aplicada, imediatamente antes da betonagem, uma pintura com resina *epóxi* para garantir a perfeita aderência entre betões de idades diferentes.

Nas juntas de betonagem que sejam realizadas em paredes de contenção, muros de suporte ou na laje de ensoleiramento além do tratamento atrás previsto para juntas de betonagem, será também colocado um cordão hidroexpansivo à base de bentonite de sódio natural que garanta a estanquidade eficaz da junta de betonagem quando sujeita a pressões hidroestáticas até 25 m.

Nas faces visíveis dos elementos em elevação, em que os painéis de cofragem tenham juntas horizontais as juntas só serão permitidas nas secções em que se confundam rigorosamente com as juntas da 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, devendo, para tal, serem obrigatoriamente utilizados perfis de borracha macia como vedante.

Para efeitos de medição, os betões serão considerados pelo volume geométrico das peças executadas sem contabilizar perdas ou sobreconsumos. No seu preço unitário, estão incluídas todas as prescrições estipuladas neste artigo e ainda o fornecimento e colocação do cordão hidroexpansivo em juntas de betonagem.

A cura do betão deve ser executada de acordo com o preceituado na NP EN 206-1.

A cura atrás referida poderá ser substituída por proteção das superfícies com recobrimentos plásticos ou outros tratamentos adequados, sempre que tais métodos – especialmente no caso das massas secas – não ofereçam garantias necessárias para reter a humidade inicial do betão na sua primeira fase de endurecimento e se a Fiscalização aprovar.

Em geral, o processo da cura do betão deve prolongar-se até que se tenha alcançado uma resistência de 70% do valor do projeto.

### 3.7.2 Moldes

Antes do início dos trabalhos o Adjudicatário submeterá à aprovação da Fiscalização a apresentação das características e detalhes dos moldes a utilizar, incluindo a verificação da sua segurança.

Os moldes terão de satisfazer ao especificado na NP EN 206-1, na NP EN 13670-1, no Eurocódigo 2 e nestas Cláusulas Técnicas.

Os moldes das superfícies de betão não à vista serão metálicos ou de madeira, revestida a contraplacado marítimo ou a tábuas de pinho de largura constante, aplainadas, tiradas de linha e sambladas a meia madeira, para não permitir a fuga de calda de cimento através das juntas e conferir às superfícies de betão um acabamento perfeitamente regular.

As tábuas deverão ter espessura uniforme, com o mínimo de 2,5 cm, para evitar a utilização de cunhas ou calços, e os seus quadros não deverão ficar afastados menos do que 50 cm. O contraplacado terá uma espessura e composição proposta pelo Adjudicatário e aprovada pela Fiscalização, as quais serão função do número de aplicações e das cargas previstas para a sua utilização.

Os moldes das superfícies de betão à vista serão obrigatoriamente em contraplacado marítimo revestido com película fenólica com a gramagem de 120 gr/m<sup>2</sup> na face em contacto com o betão e com as dimensões de acordo com a estereotomia definida no Projeto de Arquitetura.

Os painéis de contraplacado terão uma espessura e composição proposta pelo Adjudicatário e aprovada pela Fiscalização, as quais serão função do número de aplicações e das cargas previstas para a sua utilização, e de acordo com o plano de cofragens.

Os painéis de contraplacado para betão à vista colocados em obra deverão ser novos, não podendo apresentar quaisquer danos mecânicos na sua superfície, sob pena de gravarem deficiências permanentes nos paramentos. O número de reutilizações neste caso estará limitado a cinco desde que os painéis se apresentem em bom estado de conservação e após aprovação da Fiscalização.

Para todas as superfícies de betão à vista, o Adjudicatário obriga-se elaborar um plano de cofragens, com indicação da estereotomia dos painéis e com a localização de eventuais “tíges”, a submeter à aprovação dos Projetistas. A estereotomia dos painéis de cofragem e a localização de eventuais “tíges” deverá formar uma malha regular em toda a extensão da superfície moldada aparente. Com uma antecedência de 30 (trinta) dias relativamente ao início previsto para a sua montagem, o Adjudicatário submeterá à aprovação da Fiscalização os desenhos detalhados representativos da cofragem que pretende utilizar.

Nos pilares e capitéis de secção circular serão adotados moldes metálicos.

Os moldes para as diferentes partes da obra deverão ser montados com solidez e perfeição, para que fiquem rígidos durante a betonagem e possam ser facilmente desmontados sem pancadas nem vibrações.

Os moldes devem ser totalmente estanques, não permitindo a libertação de leitada pelas arestas, sendo para isso utilizado um cordão compressível nas juntas entre painéis.

Não serão permitidas fixações dos moldes através de varões que fiquem incorporados na massa de betão, devendo utilizar-se para tal efeito dispositivos especiais que permitam retirar os tirantes e devendo ser previstos terminais plásticos que se retirarão deixando apenas incorporados no betão os tubos plásticos de encamisamento dos tirantes. Sempre que for utilizado este tipo de dispositivos no final da betonagem o Adjudicatário obriga-se a remover os tubos plásticos e realizar a selagem dos respetivos furos de forma a garantir a estanquidade e o grau corta-fogo requerido para o elemento estrutural. O Adjudicatário fica, ainda, obrigado a realizar todos os ensaios prévios requeridos pela Fiscalização de modo a comprovar a eficácia dessa selagem. O custo destas selagens e ensaios prévios consideram-se incluídos no custo contratual dos betões.

Não será permitido o uso de “castanhas”, sendo apenas autorizado o uso de sistemas roscados de aperto. Também não será permitida a utilização de tirantes de aço macio.

As superfícies interiores dos moldes deverão ser previamente preparadas com a aplicação de descofrante antes da colocação das armaduras.

Antes de se iniciar a betonagem, todos os moldes deverão ser limpos de detritos. Caso sejam de madeira ou de contraplacado serão molhados com água durante várias horas. O seu armazenamento deve ser realizado com o máximo cuidado, de modo a evitar qualquer danificação na superfície de cofragem, especialmente quando destinados a superfícies de betão à vista.

Se as superfícies desmoldadas de betão não à vista não ficarem perfeitas, poder-se-á admitir exceccionalmente a sua correção, desde que não haja perigo para a resistência, sendo o defeito facilmente suprimido por reboco de argamassas e pastas de reparação não retrácteis.

No caso de betão à vista, caso a peça não tenha ficado com o grau de perfeição exigido na respetiva classe de acabamento de superfícies moldadas, caso não sejam respeitadas as tolerâncias dimensionais e/ou o aspeto visual seja inferior ao dos protótipos aprovados, a peça terá de ser demolida.

Os trabalhos de reparação ou de demolição e reconstrução serão sempre realizados por conta do Adjudicatário.

A ligação entre elementos betonados em fases diferentes, como é o caso da ligação de lajes betonadas em segunda fase a paredes ou núcleos, deverá ser feita recorrendo a técnicas ou dispositivos que não ponham em risco o acabamento das superfícies em betão à vista e que garantam a perfeita continuidade estrutural. Tais técnicas ou dispositivos deverão ser sempre submetidos à aprovação da Fiscalização e Projetistas.

Todas as superfícies cujo ângulo com o plano horizontal seja maior que 30° (trinta graus) serão cofradas nas duas faces.

Todas as arestas serão chanfradas de acordo com as peças desenhadas.

No fim do seu emprego, todos os moldes serão pertença do Adjudicatário.

### 3.7.3 Cavaletes, cimbres e restantes estruturas provisórias.

O Adjudicatário submeterá à prévia aprovação da Fiscalização, com uma antecedência de 30 (trinta) dias em relação ao início previsto para a sua fabricação, os projetos das estruturas de sustentação dos moldes necessários para construir a obra.

É da responsabilidade do Adjudicatário o dimensionamento e verificação da segurança de todas as estruturas de sustentação dos moldes.

É igualmente da responsabilidade do Adjudicatário o cálculo e verificação da segurança dos elementos estruturais em todas as fases construtivas. O projeto patente a concurso refere-se à configuração final ou definitiva da estrutura não contemplando fases construtivas.

Cabe ao Adjudicatário a análise da estabilidade de todas as fases construtivas e a identificação de elementos estruturais para os quais estas sejam mais desfavoráveis do que a situação definitiva. Nessa eventualidade, e após o seu cálculo, o Adjudicatário deverá, à sua conta, incluir todos os reforços pontuais de armaduras que verifique ser necessário.

É obrigação do Adjudicatário o fornecimento e montagem de todas as estruturas auxiliares necessárias a uma adequada execução da obra, satisfazendo em tudo as normas em vigor, nomeadamente no que respeita à segurança. A sua utilização só será permitida depois de submetidos à aprovação da Fiscalização todos os elementos que a habitem a formular um parecer sobre as mesmas.

Dá-se liberdade de escolha dos diversos tipos de cavaletes, cimbres e restantes estruturas provisórias, desde que metálicos e dentro das condições atrás estipuladas. Os projetos deverão ser apresentados à Fiscalização em triplicado, e mais uma cópia em transparente, projetos esses que consistirão não só na verificação da segurança e no cálculo das deformações mas também nos desenhos de construção, de conjunto e de pormenor, em escalas convenientes e devidamente cotados.

Repete-se que todos os projetos serão entregues à Fiscalização com uma antecedência de, pelo menos, 45 (quarenta e cinco) dias antes do início da fabricação dos equipamentos para que possa haver tempo suficiente para a Fiscalização emitir parecer e ordenar a introdução de eventuais alterações que verifique serem necessárias ou aconselháveis.

Os cavaletes, cimbres e as restantes estruturas provisórias serão calculados de acordo com o estipulado no EC1 – Acções em Estruturas e no EC3 – Projecto de Estruturas de Aço.

Todas as peças que forem de madeira, a utilizar eventualmente nas estruturas de suporte e nos moldes, serão calculadas respeitando as prescrições do EC5 – Projecto de Estruturas de Madeira, tendo em atenção que não se devem exceder as seguintes tensões:

- de flexão ..... 12 MPa
- de compressão paralela às fibras..... 9 MPa
- de compressão normal às fibras, quando sobre toda a largura..... 2,4 MPa
- de compressão parcial normal às fibras..... 3,6 MPa
- de corte..... 1,2 MPa

Admitem-se, para madeiras duras, tensões até 50% superiores às indicadas, quando devidamente justificadas por ensaios. Nos cálculos deverão ser tidas em conta todas as combinações de ações possíveis mais desfavoráveis, e no cálculo das diferentes peças ter-se-ão em atenção as deformações máximas que podem condicionar o seu dimensionamento, mesmo que as tensões correspondentes sejam admissíveis.

No projeto dos cavaletes e dos cimbramentos ter-se-á em particular atenção as contra-flechas a dar, a facilidade de manobra no descimbramento, a montagem e a desmontagem.

As deformações dos cavaletes e cimbramentos, por ação das cargas devem ser suficientemente pequenos para que as tolerâncias dimensionais das peças sejam respeitadas em qualquer ponto.

Para medir os assentamentos e as deformações dos mesmos serão colocadas marcas de nivelamento preciso e efetuados os correspondentes nivelamentos, trabalhos estes que serão realizados pelo Adjudicatário, à sua custa, mas sob a orientação da Fiscalização.

Todos os materiais empregues nos cavaletes, cimbramentos e restantes estruturas auxiliares de montagem serão pertença do Adjudicatário, uma vez finda a sua utilização.

Cabe ao Adjudicatário verificar se o elemento estrutural em que se apoia o escoramento tem a necessária capacidade resistente. No caso de tal não se verificar, os consequentes custos de manter ou reforçar escoramentos (incluindo fundações), dos elementos que venham a ser solicitados pelas cargas do escoramento do elemento em causa, serão sempre suportados pelo Adjudicatário.

### 3.7.4 Desmoldagem e descimbramento

As operações de desmoldagem e descimbramento de todas as peças betonadas serão realizadas com observância do estipulado nestas Cláusulas Técnicas, na NP EN 206-1, na NP EN 13670-1 e no Eurocódigo 2, e serão sempre precedidas de autorização expressa da Fiscalização.

As operações de desmoldagem e descimbramento serão realizadas de forma a não induzir distorções, danos ou sobrecargas indesejáveis nos elementos de betão armado.

Os moldes serão retirados de forma a não provocar danos nas superfícies de betão.

A responsabilidade da retirada em segurança de qualquer molde ou escoramento é do Adjudicatário.

No final da obra, as superfícies de betão à vista deverão ser lavadas a jato de água de pressão controlada.

### 3.7.5 Controlo de qualidade

#### 3.7.5.1 Controlo das características dos betões

Durante as betonagens serão realizados ensaios de controlo de aceitação dos betões.

Os cubos serão feitos do betão das amassaduras destinadas a serem aplicadas em obra e designadas pela Fiscalização.

Os cubos só poderão ser fabricados na presença da Fiscalização.

Os cubos serão executados, transportados, curados e conservados de acordo com a norma NP EN 13670.

Deverá ser organizado um registo compilador de todos os ensaios de cubos, para os diferentes tipos de betões, afim de, em qualquer momento, se verificar o cumprimento das características estabelecidas.

Todos os cubos serão numerados na sequência normal dos números inteiros, começando em 1, seja qual for o tipo de betão ensaiado.

No cubo será gravado não só o número de ordem como também o tipo, a parte da obra a que se destina e a data do fabrico.

Do registo compilador deverão constar os seguintes elementos:

- Número do cubo
- Data do fabrico
- Data do ensaio
- Idade
- Tipo, classe e qualidade
- Dosagem

- Quantidade de água de amassadura
- Local de emprego do betão donde foi retirada a massa para 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 as seguintes relações entre as resistências aos 3, 7, 14 e 90 dias com a resistência aos 28 dias:
  - $R_3/R_{28} = 0,40$
  - $R_7/R_{28} = 0,65$
  - $R_{14}/R_{28} = 0,85$
  - $R_{90}/R_{28} = 1,20$
- Peso do cubo
- Observações

Sempre que forem fabricados cubos, por cada série de 6 (seis), ou de 3 (três), será preenchido pela Fiscalização residente um "verbete de ensaio", do qual constará o número dos cubos, a data do fabrico, a água de amassadura, o modo de fabrico e outras indicações que se considerarem convenientes. O Adjudicatário receberá o duplicado deste "verbete de ensaio".

Com base no "verbete de ensaio", e para os cubos mandados ensaiar em laboratório oficial depois de a Fiscalização ter fixado as datas em que esses cubos devem ser ensaiados, será entregue ao Adjudicatário um ofício da Fiscalização, que acompanhará os cubos na sua entrega ao referido laboratório. Para o efeito, o Adjudicatário obriga-se a tomar as precauções necessárias para que seja observada a data prevista para o ensaio e a que os resultados dos mesmos sejam comunicados imediata e diretamente à Fiscalização.

O controlo de aceitação será efetuado para cada tipo de elemento estrutural separadamente, segundo os critérios estabelecidos no ponto 8.2 da NP EN 206-1.

Com a mesma frequência que da determinação da resistência à compressão, serão realizados ensaios de determinação da massa volúmica do betão leve segundo a norma ISO 6276. Será considerada conforme quando o valor médio das massas volúmicas pertencer à classe especificada.

Os betões sujeitos a contacto direto com a água, deverão ser considerados impermeáveis, relativamente à penetração de água.

O teor em cloretos do betão deve respeitar o especificado no Quadro 2/DNA do Documento Nacional de Aplicação da NP EN 206-1 consoante o betão é simples, armado ou pré-esforçado e de acordo com a classe de exposição ambiental.

Serão conduzidos sistematicamente ensaios sobre cubos para determinar a resistência à compressão aos 1, 3, 7, 28, 90 e 120 dias a fim de se poderem planejar e controlar devidamente as várias sequências dos trabalhos.

Para as diversas partes constituintes da obra, e com a frequência que a Fiscalização entender, serão executadas amostras de, pelo menos, três cubos cada, os quais devem ser curados sob cobertura devidamente isolada e nas condições tanto quanto possível próximas das condições reais, com a intenção de avaliar a resistência inicial dos betões e verificar a eficiência dos processos de cura e proteção adotados.

Estes provetes serão fabricados simultaneamente com os provetes para cura em laboratório e registados para que entre eles se possa estabelecer a necessária relação.

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 retração e de fluência reais, valores esses essenciais para a correta execução da obra.

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.

### 3.7.5.2 Classes de resistência dos betões

A resistência à compressão do betão é expressa em termos da resistência característica, definida como o valor da população das resistências do betão especificado que é atingido com a probabilidade de 95%. A resistência deve ser determinada em provetes moldados - cubos de 150 mm (*fck, cubo*) ou cilindros de 150/300 mm (*fck, cil*) - com a idade de 28 dias.

Antes do início dos trabalhos de construção deve ser especificado ou acordado se a resistência à compressão é determinada com base nos ensaios em cubos ou em cilindros.

O betão é classificado de acordo com a sua resistência à compressão, que se baseia na classificação referente à resistência em cilindros, como indicado no Eurocódigo 2.

### 3.7.5.3 Rejeição dos betões

No caso de a Fiscalização determinar a rejeição imediata dos betões que não satisfaçam o estipulado, poderá, a seu juízo, ser estabelecido um acordo nas seguintes condições:

- Proceder-se-á, por conta do Adjudicatário, à realização de ensaios não destrutivos ou a ensaios normais de provetes recolhidos em zonas que não afetem de maneira sensível a capacidade de resistência das peças; se os resultados obtidos forem satisfatórios a juízo da Fiscalização, a parte da obra a que digam respeito será aceite.
- Se os resultados destes ensaios mostrarem, como os ensaios de controlo, características do betão inferiores às requeridas, considerar-se-ão dois casos:
  - Se as características atingidas (em particular as de resistência aos esforços) se situarem acima de 80% das exigidas proceder-se-á a ensaios de carga e de comportamento da obra, por conta do Adjudicatário, os quais, se derem resultados satisfatórios na opinião da Fiscalização, determinarão a aceitação da parte em dúvida;
  - Se as características determinadas forem inferiores a 80% das exigidas, o Adjudicatário será obrigado a demolir e a reconstruir esses elementos de betão, à sua conta.

### 3.7.5.4 Ensaios de carga

Quando se verificar que a execução não foi realizada dentro das tolerâncias fixadas ou normalmente admitidas, a Fiscalização poderá exigir do Adjudicatário a realização de ensaios de carga.

As despesas com a realização do ensaio de carga, são da conta do Adjudicatário, não tendo o mesmo direito a receber qualquer indemnização.

As condições preconizadas para ensaios de carga, duração dos ensaios, ciclos sucessivos de carga e descarga e medições a efetuar, serão objeto de um programa pormenorizado o qual será estabelecido pela Fiscalização e aprovado pelo Projetista.

As sobrecargas a aplicar não deverão exceder as sobrecargas características adotadas no projeto.

Nos ensaios com cargas móveis, a velocidade da carga deverá ser, tanto quanto possível, a velocidade prevista para a exploração.

O ensaio será considerado satisfatório, no elemento ensaiado, quando se verificarem as duas condições seguintes:

- As flechas medidas não devem exceder os valores calculados com base nos resultados obtidos para os módulos de elasticidade dos betões;
- As flechas residuais devem ser suficientemente pequenas, tendo em conta a duração de aplicação da carga, para que o comportamento se possa considerar elástico. Esta condição deverá ser satisfeita, quer a seguir ao primeiro carregamento, quer nos seguintes, se os houver.

### 3.7.6 Armaduras passivas

As armaduras em aço A500 NR SD e aço A500 EL a empregar nos diferentes elementos de betão terão as secções previstas no Projeto de Execução e serão colocadas rigorosamente conforme os desenhos indicam, devendo ser atadas de forma eficaz para que se não desloquem durante as diversas fases de execução da obra. Se alguma atadura ficar à superfície de betão não à vista, será o Adjudicatário obrigado a picar a superfície interessada para a cortar e a refechá-la com argamassa do tipo II.

A dobragem, colocação, amarrações e emendas das armaduras devem respeitar o especificado no EC2.

Quando possível, recomenda-se que as armaduras sejam pré-fabricadas em montagens rígidas. O Adjudicatário deverá conceder à Fiscalização todas as facilidades necessárias à verificação das características dos varões utilizados e das técnicas de execução das montagens.

Deverá ser exercida uma vigilância constante, durante a colocação e compactação do betão, de modo a assegurar-se a manutenção das posições exatas das armaduras.

Os recobrimentos e distâncias entre armaduras serão os previstos nos desenhos do projeto, respeitando-se o prescrito na NP EN 206-1.

As ligações dos varões que constituem as armaduras serão conseguidas por ataduras de arame recozido, ou por soldadura por pontos, devendo ser feita de forma eficaz para que não se desloquem durante as fases de execução dos trabalhos.

A soldadura por pontos só será autorizada, depois de provada a aptidão dos aços a serem soldados e a técnica de soldadura a empregar, mediante a apresentação de Documentos de Homologação ou parecer favorável de Laboratório oficial.

As extremidades das ataduras de arame deverão ser dobradas de tal modo que não atravessem a camada de revestimento das armaduras.

As posições corretas das armaduras serão garantidas por espaçadores, suportes e calços, juntamente com as ligações entre armaduras.

Em geral, os espaçadores, suportes e calços serão de betão, com a resistência e durabilidade idênticas às do betão da obra. Poderão ser usados espaçadores e suportes metálicos desde que sejam aprovados pela Fiscalização e não contactem com as cofragens.

As armaduras serão dobradas a frio com máquinas apropriadas, devendo seguir-se em tudo o preceituado no Eurocódigo 2.

Quando se trate de armaduras de aço macio e o diâmetro dos varões seja igual ou superior a 25 mm, pode-se admitir excecionalmente a dobragem a quente desde que não se atinjam temperaturas superiores a 800°C (correspondentes ao aço rubro), e que se garanta arrefecimento lento.

A exceção do aço A235, não se admite o emprego de varões que tenham sido desdobrados.

Todos os encargos para controlo das características dos aços, especificamente mencionados ou não nestas Cláusulas Técnicas, são da exclusiva conta do Adjudicatário, e consideram-se incluídos nos preços unitários respetivos.

### 3.7.7 Tolerâncias

Os desvios admissíveis das superfícies cofradas de betão em relação à sua posição teórica, definida no Projeto ou possível de inferir através dos elementos do Projeto, não serão superiores aos seguintes:

- Limite Geral:
  - Desvio admissível de superfícies de betão (exceto fundações):  $\pm 15$  mm;
  - Desvio admissível de superfícies de betão em fundações:  $\pm 25$  mm.
- Secções transversais de elementos (desvio admissível das dimensões das secções transversais de pilares, paredes, vigas, aberturas, etc.):
  - Dimensão  $\leq 1$  m:  $\pm 5$  mm;
  - Dimensão  $> 1$  m:  $\pm 15$  mm.
- Elementos verticais e inclinados
  - Desvio admissível do eixo de elementos verticais e inclinados entre duas lajes (pé direito): 10 mm;
  - Inclinação máxima de elementos verticais e inclinados:  $h/300$ , sendo no entanto o desvio máximo em qualquer ponto limitado a 15 mm.
- Rotação de elementos
  - Desvio admissível da rotação em planta:  $\pm 2^\circ$ .

### 3.7.8 Acabamento das superfícies não cofradas

Definem-se três tipos de superfícies de betão não cofradas:

- **Tipo NC1:** A superfície de betão é uniformemente nivelada e alisada de modo a produzir uma superfície plana.
- **Tipo NC2:** Partindo de uma superfície do tipo NC1, e após o betão ter endurecido suficientemente, proceder-se-á a uma talochagem manual ou mecânica de modo a resultar uma superfície uniforme sem marcas.
- **Tipo NC3:** Partindo de uma superfície do tipo NC2, e após o endurecimento ser suficiente para que haja leitada de cimento afluindo à superfície, a superfície será compactada com cilindros metálicos de modo a formar-se uma superfície uniforme, densa e sem marcas de compactação.



Os desvios admissíveis das superfícies não cofradas de betão em relação à sua posição teórica, definida no Projeto ou possível de inferir através dos elementos do Projeto, não serão superiores aos mencionados no

Quadro 13 – Desvio admissível para lajes, vigas e telhados em mm

	NC1	NC2	NC3
Em qualquer ponto da superfície	± 20	± 15	± 10
Entre dois pontos afastados de 6m	± 15	± 10	± 5
Sob uma régua dom 3m de comprimento	10	6	3
Mudanças abruptas de nível nas juntas	5	3	1

Quadro 14 – Desvio admissível entre a face cofrada e não cofrada

	Dimensão em (mm)	Desvio admissível (mm)
Desvio admissível da dimensão "H" entre a face cofrada e a face não cofrada (por exemplo espessura da laje ou da lâmina de compressão)	$H \leq 200$ mm	± 10
	$H > 200$ mm	± 20

Nestes limites, além de se considerarem incluídos os desvios devidos às deformações sofridas pelos moldes pela acção do peso do betão e operações de betonagem, consideram-se igualmente incluídos os desvios relativos à implantação da malha de eixos de referência.

As superfícies superiores das lajes, rampas ou escadas sem revestimento ou com apenas um revestimento de microbetonilha epóxi auto-nivelante são consideradas do tipo NC2. As restantes, que levarão regularização ou revestimento de espessura superior a 5 mm, são consideradas do tipo NC1.

A execução dos níveis de acabamento NC1, NC2 e NC3 consideram-se incluídos no custo contratual previsto para o betão dos respetivos elementos estruturais. Nos níveis de acabamento NC2 e NC3 considera-se, ainda, incluído o fornecimento e aplicação de endurecedor de superfície com uma dosagem mínima de 6 kg/m<sup>2</sup> e de uma camada contínua de espessura uniforme de um produto de cura à base de polímeros acrílicos em solventes. A aplicação do endurecedor de superfície e do produto de cura será realizado de acordo com as instruções do fabricante.

### 3.7.9 Acabamento das superfícies moldadas

A classe de acabamento exigida a cada uma das superfícies de betão é a indicada no Projeto de Execução. Na falta desta indicação, serão aplicadas as regras gerais definidas nestas Condições Técnicas.

Para efeito da aplicação destas Cláusulas Técnicas, classificam-se em bruscas e suaves as irregularidades das superfícies de betão. As saliências e rebarbas causadas pelo deslocamento ou má colocação dos elementos de cofragem, por irregularidades das suas ligações ou por quaisquer outros defeitos locais das cofragens, são consideradas irregularidades bruscas e são medidas diretamente. As restantes irregularidades são consideradas suaves e serão medidas por meio de uma cércea, que terá uma régua reta, no caso das superfícies planas, ou a sua equivalente, para as superfícies curvas.

Consideram-se 3 classes de acabamento, A1, A2, A3:

- Classe A1

Acabamento irregular, sem qualquer limite para as saliências. As depressões, bruscas ou suaves, para uma cércea de um metro, serão inferiores a 25 mm.

- Classe A2

As irregularidades bruscas, para uma cércea de um metro, não devem exceder 5 mm, e as suaves 10 mm.

- Classe A3

As irregularidades bruscas não devem exceder 3mm, e as suaves, para uma cércea de um metro, 5 mm.

O betão apresentará cor e textura uniforme, e será isento de manchas devidas a materiais estranhos ao betão. É obrigatório o uso de betão e cofragens de alta qualidade.

O desvio em relação a uma bitola rigorosamente semi-circular da secção dos pilares circulares não deve ultrapassar 2 mm.

As diversas classes de acabamento terão as seguintes aplicações salvo indicação em contrário:

- Classe A1  
Superfícies em contacto com o terreno.
- Classe A2  
Superfícies que se destinam a revestimentos com argamassa ou materiais análogos, ou que, não tendo qualquer revestimento, ficarão permanentemente ocultas.
- Classe A3  
Superfícies de betão aparente.

Caso as superfícies aparentes do betão não apresentem o aspeto prescrito nestas Cláusulas Técnicas, ou dos Protótipos aprovados, mostrando escorrências de caldas ou ferrugem, ninhos de pedra, sujidades de difícil limpeza, etc., cabe o direito à Fiscalização de mandar proceder, à sua reparação ou mesmo à sua demolição caso o entenda necessário. Estes trabalhos serão executados por conta do Adjudicatário e sem direito a qualquer reclamação nem indemnização.

Estes trabalhos deverão estar concluídos dentro do prazo contratual da Empreitada.

### 3.7.10 Condições especiais de execução de maciços de encabeçamento de microestacas, sapatas, vigas e lintéis de fundação

Os maciços de encabeçamento de microestacas, as sapatas, as vigas e lintéis de fundação serão executadas, em princípio, por processos tradicionais, observando-se o que estiver indicado nestas Cláusulas Técnicas.

Após a abertura dos caboucos a capacidade de carga do terreno de fundação prevista em Projeto será obrigatoriamente confirmada pela Fiscalização e pelos Projetistas, podendo haver necessidade de proceder a ajustes nas dimensões das sapatas, alteração na cota da base da fundação ou enchimento com betão ciclópico até atingir as cotas de Projeto.

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

Em todos os caboucos será executada uma camada de betão de regularização, ou de selagem se necessário, quer esteja indicado ou não nos desenhos do Projeto de Execução. A escavação a efetuar deverá pois contar com a altura correspondente a esse betão.

Da superfície superior do betão de regularização ou de selagem será retirada toda a goma depositada até aparecer a parte sã do betão, e só depois se colocará a armadura.

As sapatas serão betonadas contra as paredes laterais dos caboucos ou moldes correspondentes, deixando nelas embebidas as armaduras dos elementos estruturais de elevação a que digam respeito.

A betonagem das sapatas, das vigas e lintéis de fundação será contínua, admitindo-se interrupções apenas nos casos que a Fiscalização o autorize.

Todo o betão será vibrado com vibradores para a 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.

Passadas 2 (duas) a 5 (cinco) horas do fim da betonagem, as superfícies coincidentes com as secções da base dos elementos estruturais em elevação serão convenientemente limpas e saneadas de modo a obter-se posteriormente uma boa aderência.

O betão dos elementos enterrados (sapatas, vigas e lintéis de fundação, etc.) deverá ser impermeável de acordo com a norma NP EN 206-1, sendo admissível o recurso a hidrófugos de massa.

### 3.7.11 Condições especiais de execução de lajes térreas

Encontram-se compreendidos neste artigo todos os trabalhos e fornecimentos necessários à boa execução e aplicação das lajes térreas, nomeadamente:

- Abertura e compactação da caixa, carga e transporte dos produtos de escavação. A superfície inferior da caixa terá de ser regularizada, abundantemente regada e compactada (95% PROCTOR modificado);
- Colocação de Geotêxtil sobre o terreno compactado;
- Sobre a caixa lançar-se-á uma camada de brita, com espessura definida nas peças desenhadas, cuidadosamente compactada;
- Sobre esta camada colocar-se-á uma camada de betão de regularização com 0,02m de espessura sobre a qual se colocarão folhas de polietileno de baixa densidade com juntas sobrepostas, conforme pormenores;
- De seguida colocar-se-á uma laje de betão, de classe e espessura indicadas nas peças desenhadas, apiloada e regularizada superficialmente à cota conveniente. Na laje deverão ser incorporadas as armaduras especificadas nas peças desenhadas;
- O betão da laje deverá ser impermeável de acordo com a norma NP EN 206-1, sendo admissível o recurso a hidrófugos de massa.
- Acabamento superficial de acordo com os pormenores do Projeto.
- Construção de todas as juntas construtivas conforme pormenores do Projeto.

### 3.7.12 Condições especiais de execução das paredes de contenção e muros de suporte

A betonagem de cada parede de contenção e muro de suporte só será iniciada quando completamente montada a sua armadura e colocados os seus moldes. As armaduras serão montadas com a disposição e rigor indicados nos desenhos do Projeto de Execução e serão convenientemente atadas nos seus lugares. Só depois se colocarão os moldes a toda a altura da betonagem, devidamente escorados para que se não desloquem durante a execução dos trabalhos.

Os moldes das paredes de contenção e muros de suporte poderão ter janelas a diversas alturas e posições, janelas essas com dimensões que permitam lançar o betão e introduzir os vibradores.

O betão das paredes de contenção e muros de suporte deverá ser impermeável de acordo com a norma NP EN 206-1, sendo admissível o recurso a hidrófugos de massa.

### 3.7.13 Condições especiais de execução dos pilares, das vigas, das lajes e das paredes

A betonagem dos pilares, das vigas, das lajes e paredes será efetuada com cuidados semelhantes aos indicados para as paredes de contenção de terras, tanto no que se refere a montagem e fixação das armaduras como a colocação dos moldes.

Cada troço dos pilares e das paredes será betonado de forma contínua por troços de, pelo menos, 3,00 m, ou de acordo com o especificado nos desenhos do Projeto de Execução.

A betonagem de cada troço dos pilares e das paredes deverá ser precedida pela montagem completa das armaduras transversais em, pelo menos, 0,50 m acima da junta de betonagem ou do limite superior da cofragem.

Exceto autorização expressa da Fiscalização, nenhum pilar, viga ou parede deverá entrar em carga antes de 21 dias após a sua conclusão.

Cada viga será betonada de uma só vez, em todo o seu comprimento.

### 3.7.14 Condições especiais de execução e selagem de varões, ferrolhos e buchas

O material de selagem de varões, ferrolhos e buchas deverá ser proposto pelo Adjudicatário à Fiscalização para aprovação.

A selagem de varões, ferrolhos e buchas deverá ser realizada de acordo com as instruções do fabricante e deverá assegurar a capacidade de carga atuante superior à especificada no Projeto.

## 3.8 Betão leve

Será usado betão leve de argila expandida para enchimentos e/ou isolamento térmico das lajes que constituem coberturas ou terraços.

Será usado um betão leve, segundo a NP EN 206-1 da classe:

- LC 25/28, X0(P), D 1.0, com Peso Volúmico  $\leq 800\text{Kg/m}^3$ .

Antes da aplicação de betão leve a face superior da laje estrutural será limpa de elementos soltos ou mal agregados, devendo-se apresentar isenta de detritos, de gorduras ou outras impurezas.

A superfície deverá apresentar-se suficientemente rugosa, sendo aferroada com pico de ponteiro ou picareta se a rugosidade for insuficiente.

A camada de betão leve será então aplicada com as dosagens especificadas na NP EN 206-1 e na EN 13055-1, formando as pendentes das lajes de cobertura e das caleiras periféricas. Todas as arestas serão boleadas.

Segue-se a regularização da superfície exterior da camada de betão leve, através dum acabamento semi-afagado fornecido por uma argamassa de cimento e areia ao traço 1:4. A sua espessura média não deverá ultrapassar 0,02m.

### 3.9 Acabamento de lajes à talocha mecânica

Definição das condições de execução do acabamento das lajes à talocha mecânica, com endurecedor de superfície.

Aplicam-se as seguintes cláusulas deste Caderno de Encargos a:

- Betões;
- Pavimento Térreo.

O endurecedor de superfície, à base de agregados de quartzo, deverá ser homologado por Laboratório oficial.

O controlo de qualidade deverá ser realizado em laboratório sobre as matérias-primas e sobre o produto acabado.

O armazenamento do endurecedor deverá ser feito em local abrigado da humidade.

O produto a utilizar na obra deverá ter menos de um ano, a contar da data de fabricação indicada na respetiva embalagem.

Para a execução da talochagem da laje deverão ser definidos previamente alvos de referência fixos para controlo dos níveis.

As talochas deverão possuir sistemas de controlo de nivelamento à base de laser, sendo as tolerâncias máximas as seguintes (em relação à cota definida no projeto):

- + 3 mm em qualquer painel com um máximo de 10 m<sup>2</sup>;
- + 5 mm em toda a área de um pavimento.

O não cumprimento das tolerâncias fixadas obrigará o empreiteiro a expensas suas, a repor o pavimento ao nível pretendido e com as mesmas características definidas nestas especificações.

A aplicação em obra do endurecedor deverá efetuar-se do seguinte modo:

- Regularização da superfície do revestimento imediatamente após colocação do betão;
- Aplicação, por polvilhação, duma primeira camada do endurecedor de superfície, imediatamente após a água do betão ter desaparecido da sua superfície. O período de tempo necessário para realizar esta operação, que depende da composição do betão, da sua relação água/cimento, da temperatura e humidade ambiente do local, é deixado ao critério do aplicador que, por tal motivo, deve ter experiência suficiente na aplicação destes produtos; a quantidade de produto a incorporar nesta primeira camada deve ser de cerca de 2/3 da quantidade total a aplicar;
- Execução duma talochagem mecânica sobre toda a superfície para assegurar a incorporação do endurecedor no revestimento de piso;
- Aplicação, por polvilhação, duma segunda camada que incorporará a restante quantidade de endurecedor de superfície, 30 a 60, minutos após conclusão da operação anterior;
- Execução de nova talochagem mecânica, para assegurar a incorporação da segunda camada de endurecedor no revestimento de piso;
- Execução, a intervalos de tempo regulares, de novas operações de talochagem da superfície do revestimento, até ao seu completo endurecimento - estas operações devem realizar-se imediatamente após secagem da superfície do revestimento, sendo portanto o intervalo de tempo entre cada uma delas variável em função das características do betão e da temperatura e humidade do ambiente no local da obra.

### 3.10 Impermeabilização com emulsão benuminosa

Encontram-se compreendidos neste artigo todos os trabalhos e fornecimentos necessários à impermeabilização com emulsão betuminosa dos elementos em contacto com o terreno, excepto nas zonas onde será aplicado um esquema com recurso a telas betuminosas.

Os elementos estruturais em contacto com o terreno serão impermeabilizados com aplicação de duas demãos de uma pintura betuminosa, hidrófuga, do tipo "IMPERKOTE F", da IMPERALUM ou equivalente. As superfícies de betão devem estar limpas de sujidades, gesso, cal e gordura. Será aplicada uma

primeira demão de *IMPERKOTE F* diluído em 30% de água, com um gasto de 250 a 300 g/m<sup>2</sup>. Será depois aplicada uma segunda demão de emulsão betuminosa pura.

Não deve haver ocos ou gretas que comprometam a eficácia impermeabilizante da pintura, nem superfícies demasiadamente polidas que possam diminuir a aderência.

A segunda demão só deve ser aplicada após completa secagem da demão anterior.

O produto deve penetrar profundamente nos poros do betão protegendo a superfície contra a humidade, corrosão química da água, terrenos ácidos ou alcalinos.

A fim de evitar danos, deverá cobrir-se a impermeabilização com a protecção adequada móvel, ou com uma camada de pequena espessura de argamassa de cimento.

Durante e após a aplicação da camada betuminosa deverá haver o maior cuidado na protecção do trabalho já efectuado, impedindo a entrada de areias poeiras, etc..

### 3.11 Impermeabilização com emulsão betuminosa, telas betuminosas e manta drenante

Definição dos trabalhos a realizar e disposições a observar para a execução da impermeabilização de elementos estruturais em contacto com o terreno, com recurso a telas betuminosas e manta drenante.

A impermeabilização dos elementos estruturais deverá ser efectuada com:

- Aplicação de uma demão com emulsão betuminosa, do tipo "*IMPERKOTE F*", da *IMPERALUM* ou equivalente;
- Membrana de betume polímero APP de 4 kg/m<sup>2</sup>, armada com armadura de poliéster com 150 g/m<sup>2</sup>, protegida a polietileno, tipo *POLYSTER 40*, da *IMPERALUM* ou equivalente;
- Camada drenante constituída por lâmina granular em polietileno de alta densidade com geotêxtil fixado aos grânulos, tipo *AGUADRAIN GEO*, da *IMPERALUM* ou equivalente.

Todos os materiais deverão ser aplicados de acordo com as especificações do fornecedor.

As superfícies de betão devem estar limpas de sujidades, gesso, cal e gordura.

Será aplicada uma demão de emulsão betuminosa diluída em 30% de água com um gasto de 250 a 300 g/m<sup>2</sup>.

A membrana betuminosa deve ser aplicada pelo sistema aderido com juntas de sobreposição com o mínimo de 8 cm.

Não deve haver ocos ou gretas que comprometam a eficácia impermeabilizante da pintura, nem superfícies demasiadamente polidas que possam diminuir a aderência.

A emulsão betuminosa deve penetrar profundamente nos poros do betão protegendo a superfície contra a humidade, corrosão química da água, terrenos ácidos ou alcalinos.

## 3.12 Estruturas metálicas

### 3.12.1 Classe de execução

A estrutura metálica é, de acordo com o anexo B da norma NP EN 1090, classificada tendo em conta os riscos de perda de vidas humanas e as implicações a nível económico e social (classe de consequência - tabela B.1) e relativamente ao tipo de utilização da estrutura e características dos componentes (categorias de serviço e exploração - tabela B.2).

No presente caso a estrutura metálica classifica-se como sendo da classe de execução EXC2.

A norma NP EN 1090, de acordo com a classe de execução da estrutura, impõe os requisitos para a sua execução e níveis de controlo de qualidade adequados.

### 3.12.2 Ligações da estrutura metálica

As ligações das diferentes peças das estruturas devem ser feitas por soldadura, com exceção das zonas especificadas no projeto onde também se usam ligações aparafusadas.

As ligações entre perfis metálicos deverão ser concebidas de forma a satisfazer a correta transmissão de esforços sem redução dos esforços transmitidos por cada peça à(s) concorrentes no nó e sem que a sua execução diminua a capacidade resistente dos perfis a ligar. Sendo da responsabilidade do Adjudicatário, apresentar a pormenorização de todos os tipos de ligação que fazem parte do processo construtivo, bem como outros não especificados no projeto e que entenda necessários executar, para aprovação da fiscalização.

As ligações deverão atender ainda aos pormenores visíveis de arquitetura que não poderão ser alterados sem aprovação.

O planeamento de instalação, montagem e de construção em geral poderá sugerir a alteração de alguns dos pormenores projetados para esta obra. Neste caso, o construtor deverá apresentar antecipadamente, para aprovação, os respetivos cálculos e desenhos.

#### 3.12.2.1 Ligações por soldadura

O Adjudicatário obriga-se a apresentar à Fiscalização, antes de dar início às operações de soldadura, um programa de trabalhos indicando os consumíveis e os parâmetros de soldadura (intensidade, tensão e velocidade), a preparação dos chanfros, número de passes, etc.

O programa referido no número anterior deverá ser preparado tendo em vista garantir que a soldadura fica sem defeitos, com as dimensões e contornos adequados e ainda, precavendo deformações e tensões residuais elevadas.

As ligações por soldadura deverão ser executadas de acordo com a norma BS EN 729, e a parte aplicável a estruturas de classe de execução respetiva. Deverá igualmente ser respeitada a norma EN ISO 14554.

Deverá ser elaborado um plano de soldadura de acordo com a norma NP EN 1011 e a norma NP EN 1090, devendo incorporar nomeadamente:

- Detalhes de ligação;
- Tipos e dimensões das soldaduras;
- Especificação dos procedimentos de soldadura, consumíveis e eventual pré-aquecimento;
- Sequência de soldadura, incluindo posição inicial e final dos cordões;
- Requisitos de controlo intermédio;
- Detalhe das restrições aplicáveis;
- Identificação de tratamentos térmicos;
- Critérios de aceitação e rejeição.

Os processos de soldadura adequados à estrutura e previstos na norma EN ISO 4063 são:

- Eléctrodo Revestido (111 e 114);
- Arco Submerso (121, 122 e 125);
- MIG (131 e 137);
- MAG (135 e 136);
- TIG (141);
- Laser (52);

A norma NP EN 1090 fornece indicações relativas ao processo de soldadura de perfis tubulares, nomeadamente: posição inicial e final para execução dos cordões, preparação de juntas, montagem da estrutura para soldadura e outras definições de forma.

As ligações por soldadura, para estruturas de classe EXC2, EXC3 e EXC4, deverão cumprir as especificações constantes nas normas: NP EN ISO 15609-1, NP EN ISO 15609-4, NP EN ISO 15609-5, EN ISO 14555 ou EN ISO 15620 conforme relevante.

As soldaduras por arco elétrico deverão ainda respeitar as especificações das normas NP EN ISO 15613 ou NP EN ISO 15614-1 conforme apropriado. Para os restantes processos de soldadura as normas NP EN ISO 15610, EN ISO 15611, EN ISO 15612, NP EN ISO 15613 e NP EN ISO 15614 são aplicáveis.

No caso de aplicação das normas NP EN ISO 15613 e/ou NP EN ISO 15614-1, deverão ser respeitadas as indicações constantes na norma NP EN 1090. O metal de adição para soldadura deve apresentar características mecânicas, não inferiores às do metal de base e possuir as adequadas características metalúrgicas em face da natureza do metal de base, do processo de soldadura utilizado, do tipo de cordões a executar, das condições em que é efetuada a soldadura e de exigências relativas à utilização da estrutura, devendo-se ter em conta as normas portuguesas aplicáveis e as especificações da norma NP EN 1090 conforme referido atrás.

Os eletrodos a utilizar nas operações de soldadura, serão de marca e tipo conhecidos, de revestimento básico, de alta soldabilidade, com boa ductilidade e resistência, e deverão apresentar fraca sensibilidade ao envelhecimento. Terão ainda características compatíveis com o metal de base. As condições de armazenamento e manuseamento dos consumíveis são na norma NP EN 13479.

As soldaduras a arco elétrico devem ficar perfeitas, sem poros ou inclusões prejudiciais e com os contornos e dimensões previstos para a sua execução. Deve ser utilizada a intensidade de corrente adaptada e suficiente que permita a perfeita ligação do material dos eletrodos ao material de base, sem que no entanto, por excessiva, possa prejudicar a qualidade dos cordões.

Deverá evitar-se a aplicação excessiva de soldadura num mesmo local, bem como o estabelecimento de variações bruscas de secção, nomeadamente em elementos soldados em toda a periferia.

A preparação de juntas deverá ser executada de acordo com a norma NP EN ISO 9692-1 e NP EN ISO 9692-2.

A disposição e a ordem de execução devem ser estabelecidas de modo a reduzir-se, tanto quanto possível, os estados de tensão resultantes da própria operação de soldadura, e para que as peças soldadas fiquem na posição pretendida.

As dimensões dos cordões apresentados nas peças desenhadas devem ser respeitados e no caso de estarem com as dimensões omissas devem ser calculados pelo Adjudicatário, com indicação dos chanfros previstos em cada caso, de modo a facilitar a fiscalização do trabalho executado. Todas as soldaduras deverão ser convenientemente controladas.

As peças a soldar devem ser previamente ligadas na posição exata do projeto, por meio de dispositivos que assegurem, sem esforço excessivo, uma fixação conveniente, de modo a evitar o seu deslocamento durante a sequência dos trabalhos.

A cada passagem e antes de iniciado o novo cordão, a superfície do cordão realizado deve ser cuidadosamente desembaraçada de escória, utilizando a picadeira, escova de aço ou outro processo conveniente.

Os mesmos cuidados devem ser tomados quando houver que prosseguir um cordão interrompido ou ligar dois cordões já executados.

As superfícies destinadas a receber a soldadura devem encontrar-se limpas, isentas de corpos estranhos, ferrugem, películas de laminagem, pintura e gorduras.

As soldaduras e as zonas contíguas são decapadas e escovadas até ficarem perfeitamente limpas, a fim de se poder verificar a existência de fissuras, crateras ou outros defeitos. Verificada a imperfeição nas soldaduras, proceder-se-á à reparação dos cordões e à substituição das peças, se não for possível proceder, em boas condições, à sua conveniente correção.

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 respetivo cordão.

Devem todos os trabalhos de soldadura ser executados ao abrigo da chuva, neve ou vento, tendo de ser interrompidos desde que a temperatura desça abaixo dos 5°C (cinco graus centígrados) no posto de trabalho.

O pré-aquecimento deverá ser aplicado de acordo com as indicações da norma NP EN 1011-2.

Os diversos tipos de cordões de soldadura aplicados (topo, lateral, etc.) deverão ser executados conforme as indicações presentes na norma NP EN 1090. Em caso de comprovada necessidade, poderá exigir-se o tratamento térmico de determinadas peças.

### 3.12.2.2 *Ligações por parafusos*

As ligações por parafusos consistem na junção de parafusos, anilhas e porcas.

Os elementos a ligar através de chapas de cobre-juntas não devem diferir de espessura em mais de 2mm para ligações correntes ou 1mm em ligações pré-esforçadas. Se forem utilizadas chapas intermédias (chapas de forra), a sua espessura não deve ser inferior a 2mm. O número de chapas intermédias a utilizar está limitado a 3 (três) unidades, e deverão ser compatíveis com o material base a nível de resistência mecânica e à corrosão.

As anilhas deverão ter no mínimo espessura igual a 4mm. A sua aplicação deverá cumprir o disposto na norma NP EN 1090, nomeadamente:

- parafusos de classe 8.8: as anilhas deverão ser colocadas entre a cabeça do parafuso e a chapa ou entre a porca e a chapa, dependendo de qual dos elementos será rodado;
- parafusos de classe 10.9: deverão ser utilizadas duas anilhas, uma entre a cabeça do parafuso e a chapa e outra entre a porca e a chapa.

Poderão ser utilizadas anilhas sobrepostas, até um máximo de 3 (três) anilhas ou uma espessura total de 12mm, colocadas no lado que não roda.

As anilhas sob as cabeças dos parafusos pré-esforçados deverão ser chanfradas de acordo com a norma NP EN 14399-6 com o chanfro voltado para a cabeça do parafuso. Anilhas de acordo com a norma NP EN 14399-5 deverão ser utilizadas apenas sob as porcas.

Os comprimentos dos parafusos deverão ser determinados de acordo a norma NP EN 1090, dependendo da espessura dos elementos a ligar, anilhas, porcas e extremidade livre.

Nas ligações não pré-esforçadas, são admissíveis folgas até 2mm no contacto entre elementos se a espessura dos elementos a ligar for elevada: 4mm para chapas e 8mm para perfis.

No caso de ligações pré-esforçadas, a preparação e classificação das superfícies de contacto é indicada na norma NP EN 1090 variando o coeficiente de 0,20 (classe D) até 0,50 (classe A). O procedimento experimental para determinação do coeficiente de atrito é indicado na norma NP EN 1090.

As superfícies destinadas a receber a ligações pré-esforçadas devem encontrar-se limpas, isentas de corpos estranhos, ferrugem, películas de laminagem, pintura e gorduras. A limpeza deverá ser realizada com recurso a produtos de limpeza químicos e não por calor (chama).

O aperto dos parafusos pré-esforçados deverá ser, a menos de limitações geométricas, realizado na porca. O aperto deve ser aplicado progressivamente a partir da parte mais rígida da ligação para a menos rígida.

Os valores do pré-esforço mínimo a aplicar são definidos na norma NP EN 1090.

A garantia de pré-esforço mínimo nos parafusos deverá ser feita através:

- Controlo do momento aplicado;
- Método combinado (controlo do momento + rotação da porca);
- Indicador direto de tração.

O aperto definitivo (a 100%) duma união, não será realizado enquanto todos os parafusos da união não estiverem colocados e apertados a 75%. Este aperto definitivo será feito sempre com chave dinamométrica.

Os parafusos serão apertados sempre pela mesma ordem. O aperto começará pelos parafusos centrais e será executado no sentido rotativo dos ponteiros do relógio. O Adjudicatário assegura-se que todos os parafusos estão apertados a 100%.

Na medida do possível, as uniões do mesmo tipo serão apertadas pela mesma equipa, com a mesma chave, para um mesmo diâmetro de parafuso.

Os parafusos de diâmetro diferente serão apertados em seguida com o auxílio de uma outra chave.

O aperto é realizado com chave dinamométrica, progressivamente, sem pancadas e sem retrocesso.

### 3.12.2.3 *Colocação de parafusos de alta resistência*

#### **3.12.2.3.1 SUPERFÍCIES DE ATRITO**

A preparação das superfícies de atrito será efetuada na fábrica ou no estaleiro, por decapagem a jato de areia (quartzo cristalino, seco, tamanho de grão 0,7/1.2mm, projetado a 7 bar) ou a grenalha de ferro (hematite tratada de arestas vivas com dureza HV1 entre 6850 e 7850 N/mm<sup>2</sup> e pelo menos 75% dos grãos, de tamanho compreendido entre 0,3 e 0,5mm).



A verificação do estado de preparação será feita pela Fiscalização que deverá verificar também que os furos foram desbastados com a fresa.

A pedido da Fiscalização poderão ser exigidas ao Adjudicatário seis amostras destinadas a verificar o coeficiente de deslizamento e que são preparadas simultaneamente com elementos correspondentes da obra.

O fiscal assiste ao aperto dos parafusos, o qual será efetuado por duas vezes (a 70% e depois a 100% do momento do aperto) e verifica os momentos aplicados. As amostras serão ensaiadas à tração pelo menos 3 (três) dias depois do aperto.

No estaleiro, as superfícies em contacto são limpas de poeiras e da flor da ferrugem, com uma escova metálica macia. O emprego de escovas rotativas será proibido. A ação da escova não deve diminuir a rugosidade.

As superfícies deverão estar isentas de óleo, de tinta ou de outras substâncias suscetíveis de reduzir o coeficiente de deslizamento.

### 3.12.2.3.2 ARMAZENAMENTO E COLOCAÇÃO EM OBRA

Os parafusos serão armazenados ao abrigo das intempéries.

As superfícies a ligar serão secas à chama

Os parafusos deverão ser limpos antes de colocados, para eliminar o excesso de lubrificante. As peças serão mantidas em posição por parafusos de montagem e parafusos de alta resistência ligeiramente apertados, de tal maneira que se obtenha a coincidência dos furos.

Depois da verificação do ajustamento das peças a ligar, será colocada a totalidade dos parafusos de alta resistência da ligação e apertados a 70% do momento do aperto definitivo.

O empreiteiro assegura-se que todos os parafusos estarão apertados a 70% marcando-os a giz, por exemplo.

O aperto dos parafusos será efetuado com chave de choque ou com chave dinamométrica.

O encosto das superfícies em contacto será verificado visualmente, na periferia e nos furos de ligação.

Em caso de necessidades, um aperto suplementar será aplicado aos parafusos nas zonas onde o encosto pareça duvidoso.

A ligação será protegida contra a humidade pela aplicação de uma camada de minio de chumbo consistente em toda a periferia das juntas, das porcas, das anilhas e da cabeça dos parafusos, ou de mastique de minio nas ranhuras onde a água se possa acumular.

A fim de evitar a entrada de água nas juntas, as operações referidas devem ser efetuadas no mesmo dia, se possível.

No caso de intempérie (chuva, por exemplo), se todas as operações não poderem ser terminadas no mesmo dia, o local de trabalho deverá ser convenientemente protegido.

### 3.12.2.3.3 APERTO DEFINITIVO DOS PARAFUSOS

O aperto definitivo (a 100%) duma união não será realizado, com a presença do fiscal, enquanto todos os parafusos da união não estiverem colocados e apertados a 70%.

O quadro seguinte mostra os valores mínimos dos momentos de aperto a aplicar aos parafusos:

Quadro 15 – Valores mínimos dos momentos de aperto

Diâmetro (mm)	Parafusos 8.8		Parafusos 10.9	
	Aperto 70% (Kgf.m)	Aperto 100% (Kgf.m)	Aperto 70% (Kgf.m)	Aperto 100% (Kgf.m)
12	6.2	8.9	8.7	12.5
16	15.5	22	21.8	31
20	30	43	43	61
24	52	75	74	105
27	75	108	106	152
30	104	149	147	210

Os apertos a 70% e a 100% serão realizados obrigatoriamente com o mesmo tipo de chave, seja a chave de choque, seja a chave dinamométrica.

Os parafusos serão apertados sempre pela mesma ordem. O aperto começará pelos parafusos centrais e será executado no sentido dos ponteiros do relógio.

O empreiteiro assegura-se, por marca a giz, de que todos os parafusos estarão apertados a 100%.

Na medida do possível, as uniões do mesmo tipo serão apertadas pela mesma equipa, com a mesma chave, para o mesmo diâmetro de parafuso.

Os parafusos de diâmetro diferente serão apertados com o auxílio de uma outra chave.

Quando o aperto for realizado com uma chave dinamométrica, será efetuado progressivamente, sem pancadas e sem retrocesso.

O empreiteiro assegurar-se-á do bom funcionamento da chave de choque, efetuando em cada recomeço de serviço (em princípio 2 (duas) vezes por dia) a verificação da regularização por ocasião dos primeiros apertos.

A regularização será corrigida, se necessário por tentativas, e considerar-se-á em condições se se obtiverem bom resultado sobre uma série de 30 (trinta) parafusos.

O processo de verificação do aperto da chave de choque será o seguinte:

- Marcação da posição inicial da porca e da cabeça do parafuso (referência em relação a uma aresta da porca);
- Desaperto da porca de 1/12 de volta, mantendo imóvel a cabeça do parafuso;
- Aplicação do momento de aperto com chave dinamométrica, corretamente aferida, mantendo a cabeça do parafuso imóvel e fazendo aperto progressivamente, sem pancadas e sem retrocesso;
- Verificação da não rotação da cabeça do parafuso;
- Comparação da posição da paragem da porca com a posição inicial.

O aperto considerar-se-á correto quando a aresta da porca se imobiliza numa zona compreendida entre 8mm antes e 1mm depois da referência inicial feita na anilha.

No entanto se a porca se imobiliza antes da sua posição inicial, deverá ser levada a esta posição por um aperto suplementar.

### 3.12.3 Transporte e montagem

O processo de transporte e montagem das estruturas metálicas deverá ter em consideração os condicionamentos locais ao acesso e circulação de veículos pesados, à utilização de guias, e outros.

#### 3.12.3.1 Montagem provisória

Todas as peças devem ser convenientemente marcadas na oficina, para que na montagem não possam surgir dúvidas quanto à posição que ocupam.

As ligações devem ser efetuadas sem introduzir esforços de consideração.

Deve-se proceder na oficina à montagem provisória. Esta montagem deve ser realizada para que nenhuma peça possa sair da oficina sem ser previamente ligada a todas as peças contíguas, utilizando parafusos, se for necessário.

Concluída a montagem provisória e aprovada pela Fiscalização, as diferentes peças são numeradas, desmontadas e preparadas para transporte.

#### 3.12.3.2 Transporte

As operações de transporte para a obra devem ser realizadas de modo a que as peças não sejam deformadas nem submetidas a tensões superiores à tensão de cedência inferior do material utilizado.

A existência de deformações permanentes acarreta a substituição total das peças avariadas.

#### 3.12.3.3 Montagem

A montagem da estrutura no seu local definitivo deve respeitar as indicações presentes na norma NP EN 1090, nomeadamente: condições do estaleiro, manuseamento e armazenamento, metodologias de montagem, alinhamento, procedimento de aperto das ligações, apoios e ancoragens, colocação de argamassas e selagens, mão-de-obra, desenhos de montagem, ajuste de peças e máximas correções permitidas.

Antes da montagem da estrutura, devem ser garantidas as condições relativas ao estaleiro definidas na referida norma, nomeadamente no que concerne à segurança dos equipamentos de montagem e suas limitações, acessos no estaleiro e condições do solo.

O Adjudicatário deverá elaborar e submeter à aprovação da Fiscalização o projeto de montagem da estrutura. Este deve incluir: posicionamento e tipos de juntas, comprimentos e pesos máximos das peças, sequência de montagem, garantia de estabilidade das subestruturas e caso sejam necessários os sistemas de escoramento provisório, posição e condições de apoios provisórios. A listagem exaustiva das considerações a tomar no método de montagem encontram-se na norma NP EN 1090. O projeto deve ser também realizado de acordo com a ISO 4463-1, nomeadamente o sistema de referência e o posicionamento relativo da estrutura no espaço.

Os sistemas de escoramento provisório a colocar para a montagem da estrutura, caso existam, deverão permitir a regulação fina do nível dos apoios e o seu abaixamento lento para possibilitar a transferência gradual das cargas para as estruturas.

Antes da montagem da estrutura deverá ser realizada uma inspeção das condições dos apoios e uma verificação das suas localizações. Devem ser igualmente verificadas se os desvios encontrados estão dentro dos limites estabelecidos na norma NP EN 1090.

O Adjudicatário deverá elaborar e submeter à aprovação da Fiscalização o projeto de montagem, incluindo os desenhos de montagem cortes e alçados gerais da montagem de todos os componentes da estrutura assim como a localização das ligações e apoios e respetivas tolerâncias. Os desenhos devem satisfazer de uma forma geral o disposto na norma NP EN 1090.

Todos os elementos deverão ser perfeitamente marcados para sua identificação e clara montagem.

As ligações não deverão ser executadas com carácter permanente antes da totalidade da estrutura estar alinhada, nivelada, aprumada e ligada temporariamente, de forma a garantir que os componentes não sofrem deslocamentos até finalizar a montagem da restante estrutura.

O Adjudicatário deve empregar na montagem das estruturas metálicas os meios mecânicos adequados à fácil elevação e colocação nas suas posições dos respetivos elementos, sem que estes sejam submetidos a solicitações exageradas.

Deve haver o máximo cuidado em todas as operações de modo a evitar possíveis acidentes, quer humanos quer materiais.

Antes da montagem, todas as peças são endireitadas de forma a obter-se superfícies desempenadas.

Todo o equipamento a utilizar na montagem das estruturas será submetido à aprovação da Fiscalização, em conjunto com o programa de montagem.

Na conceção e dimensionamento dos escoramentos provisórios deverá ser tido em consideração a capacidade resistente da estrutura subjacente.

Para além dos condicionamentos e restrições mencionados neste Caderno de Encargos o Adjudicatário deverá, por sua conta, obter informação completa sobre os condicionamentos locais que irá encontrar no período de montagem.

A evolução dos trabalhos de montagem da estrutura deverá ser acompanhada pelo controlo topográfico das posições dos montantes e da geometria da estrutura. O Adjudicatário dará conhecimento permanente à Fiscalização dos resultados deste controlo.

O Adjudicatário deverá coordenar a execução dos trabalhos de montagem com os trabalhos das outras Empreitadas que decorrerão simultaneamente no mesmo local.

### 3.12.4 Proteção contra a corrosão

#### 3.12.4.1 Tratamento da superfície

As especificações relativas à preparação da superfície para aplicação da proteção anti-corrosiva são indicadas na norma NP EN 1090.

A preparação da superfície deverá ser executada, para o aço ao carbono, de acordo com as normas EN ISO 12944-4, EN ISO 8501-3 e EN ISO 8503-1.

As extremidades das superfícies e zonas de soldadura devem-se apresentar macias para poderem atingir a rugosidade necessária para pintura após decapagem abrasiva. Desta forma, todas as superfícies devem cumprir as especificações da EN ISO 8501-3.

O grau de preparação da superfície deve ser estabelecido, de acordo com a duração esperada para o sistema de proteção, de acordo com a norma NP EN 1090.

A preparação da superfície deve garantir a remoção de todas as substâncias prejudiciais ao comportamento das tintas e a criação de uma certa rugosidade que proporcione uma maior aderência e ancoragem da pintura ao substrato. É fundamental a completa remoção da calamina, camada de óxidos de cor azulada que se forma durante a laminagem a quente do aço e dos produtos de corrosão como a ferrugem. Pode ser efetuada através de:

- Tratamento de desgorduramento com recurso a emulsionantes, seguido de lavagem com água em grande quantidade e de preferência a alta pressão;

- Decapagem via seca por projeção com abrasivo;
- Decapagem via húmida por projeção com abrasivo ou apenas água;
- Foscagem.

A avaliação do grau de limpeza e rugosidade do aço é feita com recurso à EN ISO 8501-1.

### 3.12.4.2 Pintura

Os requisitos para proteção contra a corrosão de superfícies pintadas são estabelecidos na norma EN ISO 12944 e na norma NP EN 1090, consoante:

- Tempo de vida esperado para o esquema de pintura: EN ISO 12944-1;
- Categoria de corrosividade: EN ISO 12944-2.

Antes da montagem as superfícies dos elementos metálicos deverão ser devidamente preparadas de acordo com o ponto anterior.

Todo o trabalho deverá ser efetuado por profissionais credenciados de modo a garantirem a realização de uma duradoura e eficiente proteção anti-corrosiva.

Em fábrica todos os elementos metálicos ficarão sujeitos ao esquema de pintura definido no projeto, podendo o Adjudicatário propor esquema equivalente.

A verificação da espessura das camadas deverá ser efetuada de acordo com a norma NP ISO 19840.

Os métodos de aplicação possíveis são:

- Aplicação manual: trincha, rolo ou luva;
- Aplicação à pistola: convencional, sem ar (*airless*), mista, eletrostática, de vias múltiplas;
- Aplicação por imersão: imersão simples, eletrodeposição.

Após montagem da estrutura deverão ser retocadas todas as partes danificadas no transporte e montagem, nomeadamente as zonas de soldadura, de modo a repor o esquema de pintura.

Nas ligações aparafusadas, as superfícies de contacto dos elementos a serem ligados por parafusos de alta resistência em ligações por atrito, deverão possuir um esquema de pintura diferente consoante o coeficiente de atrito estabelecido.

Estas zonas têm de ser protegidas das restantes demãos. Não é necessário fazer desaparecer a cor da ferrugem. Por outro lado, as superfícies devem estar isentas de óleo, de tinta ou de outras substâncias suscetíveis de reduzir o coeficiente de deslizamento.

Nas extremidades dos elementos, numa banda de 25mm, deverá ser garantida uma proteção adicional com uma camada extra de 40 micron ( $\mu\text{m}$ ).

Nenhuma camada de proteção anti-corrosiva poderá ser aplicada quando a temperatura ambiente estiver abaixo dos 5°C, ou a humidade relativa estiver acima dos 80%.

Nenhum material deverá ser pintado quando a superfície do aço exceder os 40°C, a menos que a tinta a utilizar tenha sido especialmente formulada para aplicação à temperatura proposta. Em qualquer dos casos, porém, deverão ser sempre respeitadas as instruções relativas às condições atmosféricas fornecidas pelo fabricante do produto.

Se as superfícies a ligar, decapadas, vierem da fábrica com revestimento de proteção, é interdito o emprego de detergentes ou de produtos derivados do petróleo para a sua remoção ou limpeza.

Quando se proceder a pinturas em tempo quente, deverão ser tomadas precauções de modo a assegurar que a espessura especificada da camada de tinta seca é obtida e que a sua secagem é adequada.

Qualquer camada exposta ao gelo, excesso de humidade, chuva ou neve, antes da sua cura, deverá ser aprovada depois de seca, tendo de ser removida a tinta da área danificada e nova camada de tinta aplicada.

Em qualquer caso antes e durante as operações de pintura, a superfície deverá ser muito bem limpa e seca.

Se a Fiscalização entender, serão executados ensaios complementares, por conta do Adjudicatário e em laboratório oficial, para comprovação das qualidades da tinta, em especial ao envelhecimento.

### 3.12.4.3 Galvanização

A dosagem mínima da película de zinco a aplicar deverá ser estudada em função da sua espessura. A galvanização será de primeira qualidade, livre de borbulhas, riscas e pontos não galvanizados.

A recolha de amostras para controlo de qualidade far-se-á de acordo com a norma ASTM A-444.

#### **GALVANIZAÇÃO A QUENTE**

A espessura do recobrimento medir-se-á em superfícies representativas, em que não surjam imperfeições causadas por furos, soldaduras, etc.

A espessura mínima deste recobrimento será a indicada na memória descritiva e nas peças desenhadas.

A superfície de recobrimento ficará lisa e isenta de manchas, bolhas ou outras deficiências; serão apenas toleradas manchas de cor cinzenta escura dispersas, com superfície não superior a 10mm<sup>2</sup>, ou outras pequenas deficiências suficientemente dispersas para não prejudicar o fim em vista nem o aspeto de pormenor, não sendo portanto permitidas manchas de ferrugem ou quaisquer outras irregularidades que se possam desprender com facilidade.

A camada de zinco será livre de poros observáveis à vista e de zonas onde se verifique a formação de sais.

A aderência do zinco será comprovada por dobragem de uma barra em torno de um mandril com diâmetro igual a 5 (cinco) vezes a espessura da mesma sem deslocamento, ou pela ação de um martelo de ponta aguçada que deverá imprimir marcas bem definidas na camada de recobrimento sem que a mesma se solte.

Os elementos a tratar em banho de zinco serão previamente limpos por imersão em ácido, que poderá eventualmente ser combinado com outros métodos de limpeza. Utilizar-se-á ácido clorídrico ou nítrico. Quando as peças a zincar apresentem ferrugem, escamas metálicas ou escória de soldadura, proceder-se-á à sua limpeza com auxílio de martelo raspador e escova. As peças serão em seguida lavadas com bastante água e sujeitas à galvanização dentro da meia hora imediata, para que se não forme ferrugem novamente.

Entre a lavagem e a submersão no zinco tratar-se-ão as peças com um fundente, em geral constituído por cloreto de zinco e cloreto de amónio em partes iguais.

#### **GALVANIZAÇÃO POR PROJEÇÃO**

As peças de grandes dimensões poderão ser galvanizadas por projeção, segundo as mais aperfeiçoadas técnicas.

Para tal, em oficina, as peças depois de executadas serão limpas a jato de areia ou de grenalha, até aparecer o são do metal, e depois metalizadas a zinco com a espessura indicada na memória descritiva e nas peças desenhadas.

Será substituída toda e qualquer peça que após a limpeza se mostre com cavidades, reentrâncias ou outros defeitos, procedendo-se a nova limpeza após a substituição e assim sucessivamente até as peças se mostrarem impecáveis.

### 3.12.5 Tolerâncias

As tolerâncias admissíveis na execução, consoante o seu tipo, são estipuladas na norma NP EN 1090.

As tolerâncias principais são aquelas que interferem diretamente com a resistência mecânica ou estabilidade da estrutura. No anexo L1 são estipulados os valores máximos para:

- Tolerâncias de fabrico para secções soldadas;
- Tolerâncias de montagem.

As tolerâncias secundárias são aquelas que interferem apenas com a estética e acerto dos elementos. No anexo L2 são estipulados os valores máximos para:

- Tolerâncias de fabrico para secções soldadas;
- Tolerâncias de fabrico para furações;
- Tolerâncias de fabrico para componentes de vigas em treliça;
- Tolerâncias de montagem.

As estruturas soldadas deverão também cumprir a norma NP EN ISO 13920 no que os anexos atrás são omissos.

### 3.12.6 Inspeção, ensaios e reparações

Os trabalhos de inspeção, ensaios e reparações devem ser executados de acordo com a norma NP EN 1090.

Os trabalhos deverão ser realizados de acordo com o plano de inspeção pré-determinado.

#### 3.12.6.1 *Caraterísticas dos materiais*

Todos os documentos de certificação devem ser verificados, comparando os certificados que acompanham os elementos e componentes com aqueles encomendados, nomeadamente: relatórios de ensaio dos aços, características das secções dos perfis, materiais de adição para soldadura, parafusos anilhas e porcas e características das tintas.

#### 3.12.6.2 *Fabrico*

Todos os elementos fabricados deverão ser alvo de inspeção às suas dimensões. Os métodos e instrumentos de inspeção são definidos na ISO 7976-1 e ISO 7976-2. A precisão das medições deverá ser avaliada de acordo com a ISO 8322.

A localização dos pontos de inspeção e a sua frequência deverá ser definida de acordo com o plano de inspeção pré-determinado.

Deverão ainda ser inspecionados os seguintes procedimentos de acordo com a norma NP EN 1090:

- Rigor do corte térmico;
- Endurecimento local do aço;
- Rigor da furação.

#### 3.12.6.3 *Ligações da estrutura metálica*

##### **Controlo das ligações soldadas**

A inspeção deverá ser realizada antes, durante e após a execução da soldadura, segundo o plano de inspeção pré-determinado.

Os critérios de aceitação da soldadura são definidos na norma NP EN ISO 5817, de acordo com a classe de execução da estrutura.

As soldaduras deverão ser inspecionadas não antes de 16 horas após a execução dos cordões de soldadura.

As soldaduras deverão ser controladas por entidade credenciada para esse fim, tendo-se como obrigatório o controlo visual a 100% de todas as soldaduras.

A quantidade de soldaduras a serem inspecionadas, executadas na fábrica e/ou em obra, é também estabelecida na norma NP EN 1090, de acordo com a classe de execução da estrutura.

Os ensaios não destrutivos que podem ser utilizados são:

- Exames radiográficos ou de ultra-sons: em cordões de topo;
- Exames com líquido penetrante ou partículas magnéticas: em cordões de canto.

A inspeção visual deverá incluir:

- Existência e localização dos cordões;
- Inspeção dos cordões de acordo com a norma EN970;
- Desvio dos cordões ou pingos de soldadura;

O plano de inspeção das soldaduras deverá cumprir o estabelecido na norma EN12062 e traduzir os requisitos de cada método de soldadura:

- Líquidos penetrantes: EN571;
- Partículas magnéticas: E1290;
- Ultra-sons: EN1713 e EN1714;
- Radiografia: EN1435;
- Corrente Eddy: EN1711.

O Adjudicatário obriga-se a apresentar à Fiscalização, de acordo com o projeto e antes de dar início aos trabalhos de soldadura, e para aprovação prévia, os métodos de controlo e a extensão com que os mesmos se devem realizar, para garantia do nível de qualidade dos trabalhos de soldadura.

Os soldadores devem ter formação específica e exame de qualificação com certificados de soldador, qualificados de acordo com as normas EN287-1 e EN1418.

Todos os trabalhos de soldadura, na oficina, na obra ou em estaleiro, devem ser controlados por um encarregado do Adjudicatário, experiente e apto, especializado de acordo com a norma EN719, conforme definido na norma NP EN 1090.

A fiscalização pode exigir sondagens nos cordões de soldadura que lhe pareçam defeituosos; os cordões nessas condições devem ser feitos utilizando uma soldadura bem controlada.

A Fiscalização pode exigir que o controlo das soldaduras seja efetuado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (I.S.Q.).

Nas estruturas soldadas, o aço deverá ser do tipo de alta soldabilidade com a composição química adequada.

O Adjudicatário obriga-se a apresentar à Fiscalização, uma semana após a adjudicação o plano de controlo de qualidade.

Se for detetada uma soldadura mal efetuada, todas as soldaduras existentes nos elementos em que aquela foi localizada serão submetidas a inspeção radiográfica e ou ultrassons. Deverão igualmente ser seguidas as disposições presentes no anexo D da norma EN12062.

Por outro lado, proceder-se-á ao controlo radiográfico de todas as soldaduras refeitas, reconhecidas inicialmente como defeituosas.

As soldaduras executadas em estaleiro serão obrigatoriamente controladas em todo o seu comprimento.

Todos os exames de controlo da soldadura serão a cargo do Adjudicatário.

#### **Controlo das ligações aparafusadas**

Todas as ligações aparafusadas correntes devem ser visualmente inspecionadas.

Todas as ligações aparafusadas pré-esforçadas devem ser visualmente inspecionadas, assim como as superfícies de contacto antes da execução da ligação.

O procedimento de aperto deve também ser certificado e verificado.

A inspeção deverá ser realizada de acordo com a norma NP EN 1090 utilizando a sequência tipo A ou tipo B, de acordo com a classe de execução.

A inspeção depende ainda do método utilizado para aparafusamento: controlo do momento aplicado, método combinado ou indicador direto de tração.

#### **3.12.6.4 Transporte e montagem**

A estrutura montada deve ser imediatamente inspecionada para averiguação de situações de elementos distorcidos ou plastificados. Só após a inspeção podem as ligações temporárias e os apoios provisórios ser retirados.

A inspeção deve ser registada de acordo com os procedimentos da ISO 7976-1, ISO 7976-2 e da norma NP EN 1090.

#### **3.12.6.5 Proteção contra a corrosão da pintura**

O Fornecedor facilitará as folhas de características técnicas dos produtos comerciais que irá aplicar.

Na preparação das superfícies para pintura, os abrasivos aceitáveis são a areia de sílica e a grenalha de aço.

Deverão ser eliminadas todas as manchas de gordura com dissolventes voláteis, de acordo com a Norma ISO 8501-1.

No processo de pintura depois de assegurada uma boa preparação da superfície é aplicado os produtos de proteção segundo as especificações técnicas definidas nas fichas técnicas dos produtos.

O fornecedor disporá, no local de decapagem em correto uso, pelo menos de:

- Termómetro de ambiente;
- Termómetro de contacto;
- Higrómetro ou Psicrómetro;
- Visuais Sa 2 ½ da ISO 8501-1.

Se utilizar areia de sílica, esta deverá estar isenta de argila, humidade, ou quaisquer matérias estranhas, e a sua granulometria deverá estar compreendida entre os peneiros de 12 e 40 malhas de ASTM, quer dizer, entre 1.68 e 42 mm, respetivamente.

A areia não deverá ser utilizada mais do que uma vez.

Não se poderá decapar nos seguintes casos:

- A humidade relativa for superior a 85%;
- A condensação for iminente, isto é, se a temperatura superficial do aço não for superior pelo menos em 3°C (três graus centígrados) à temperatura do ponto de orvalho para as outras condições ambientais;
- Haja superfícies já pintadas, tão próximas, que poderiam deteriorar-se com os ressaltos do abrasivo, ou com o pó;
- O equipamento de decapagem, não ter os respetivos filtros de água e óleo, corretamente limpos;
- Chove ou receia-se que vá chover nas próximas quatro horas e se trabalha na intempérie.

A seguir à decapagem as peças são sopradas com ar limpo e seco à pressão, ou de preferência, aspirar-se-á toda a superfície, até eliminar os restos de grelha de aço, o pó e outros resíduos.

### 3.12.6.6 Critérios de aceitação e rejeição

O plano de inspeção do sistema de proteção anti-corrosão deve seguir as indicações presentes na norma NP EN 1090.

Todas as superfícies devem ser inspecionadas visualmente em toda a sua extensão. As medições devem ser executadas de acordo com a norma NP ISO 19840.

Os critérios de aceitação são descritos nas normas EN ISO 8501-3, EN ISO 8501-1, EN ISO 8503-2 e EN ISO 19840.

O aspeto tem de ser, no mínimo, o prescrito na EN ISO 8501-1, quer dizer, que, em qualquer quadrado de 25 x 25 cm, que seja escolhido, só se permitirá um máximo de 5% de pontos obscuros, rastros de oxidação ou linhas profundas.

A diferença entre espessuras eficazes requeridas e mínimas, de película seca, é no máximo de 10 micron ( $\mu\text{m}$ ). Em todos os casos, os valores extremos só se admitirão num máximo de 25% dos pontos médios. Estes valores são indicativos para controlo da espessura de película seca, a especificação das espessuras das várias camadas são indicadas na ficha técnica de pintura.

Os testes de aderência serão efetuados segundo a norma NP EN ISO 2409 em que os resultados são aceitáveis até ao grau 2.

### 3.12.7 Esquema de pintura

Após a conclusão do fabrico será aplicado nas peças metálicas o esquema de proteção anticorrosiva, ao fogo e de acabamento indicada na memória descritiva e/ou nos desenhos do projeto.

Após a montagem da estrutura deverão ser retocadas todas as partes danificadas durante a realização dos trabalhos, nomeadamente as zonas de soldadura, de modo a repor a mesma proteção descrita no número anterior.

Não serão pintadas as superfícies de contacto das peças de fixação e as que ficarem em contacto com o betão.

Todo o trabalho de pintura será executado por pessoal especializado e de reconhecida competência.

O Adjudicatário deverá dispor de equipamento que permita comprovar as espessuras das demãos especificadas e a aderência das películas respetivas.

A cor, qualidade e marca das tintas a utilizar, deverão ser submetidas à aprovação da Fiscalização.

Caso a Fiscalização o exija deverá o Empreiteiro executar o ensaio de aderência de acordo com a norma ASTM D3359.

### 3.13 Instrumentação e monitorização

A filosofia do Plano de Instrumentação e Monitorização enquadra-se no controlo pró-ativo e continuado dos trabalhos, através de um programa de monitorização dos parâmetros que influenciam o desenvolvimento da Obra, com o fim de verificar as hipóteses de projeto e, caso seja necessário, atuar antecipadamente por forma a garantir a segurança e a continuidade dos trabalhos, na sequência de eventuais imprevistos no contexto geológico-geotécnico em que a Obra se insere.



Os custos relacionados com os trabalhos anteriormente referidos, bem como do fornecimento e aplicação de eventual instrumentação destinada ao controlo de patologias, são da responsabilidade do Adjudicatário e deverá ser diluído nos custos unitários da instrumentação a implementar.

### 3.13.1 Inspeção antes do início dos trabalhos

Antes do início dos trabalhos de escavação deverão ser realizadas vistorias nas construções envolventes de forma a registar eventuais patologias existentes nessas construções, para posteriormente em fase de obra e nos períodos subsequentes à execução desta, verificar a evolução dessas patologias. Caso se justifique, serão colocados, dependendo da dimensão e extensão de eventuais fissuras, fissurómetros para monitorização das mesmas.

### 3.13.2 Instrumentação em fase de obra

O Adjudicatário deverá submeter à aprovação da Fiscalização um plano de instrumentação e monitorização com o objetivo de controlar e verificar as condições de estabilidade dos trabalhos de suporte da escavação, em termos de deslocamentos, e do comportamento estrutural durante toda a empreitada de construção do edifício a construir.

É da inteira responsabilidade do Adjudicatário a elaboração do plano de instrumentação e monitorização, bem como a instalação e manutenção de todos os instrumentos e respetivas leituras de medições durante o decurso da Empreitada.

Todas as leituras serão realizadas com a presença de um responsável da Fiscalização.

### 3.13.3 Instrumentação a implementar

A implementação e localização da instrumentação a seguir proposta, será decidida, caso não exista indicação em contrário, nomeadamente em Peças Desenhadas que constem do presente Projeto de Execução, de acordo com as condições realmente encontradas no local de implantação de Obra e áreas limítrofes vizinhas, em Reunião a realizar no local, por solicitação do Dono de Obra e em que estejam presentes: o Dono de Obra ou seus representantes legais, os Projetistas e o Adjudicatário.

Os pontos de controlo para medidas de nivelamento deverão ser referidos às bases topográficas fixas colocadas fora da área de influência da obra (mínimo 45 m).

A instrumentação das estruturas existentes contíguas à escavação ou que se situem na área de influência da escavação, pretende controlar os movimentos nos edifícios vizinhos que se encontrem na referida, potencialmente induzidos pelos trabalhos de escavação e contenção previstos, bem como controlar eventuais patologias existentes nessas construções, para posteriormente em fase de obra e nos períodos subsequentes à execução desta, verificar a evolução dessas patologias.

A instrumentação a implantar para o objetivo acima descrito, compreenderá:

- colocação de alvos topográficos para medições de precisão e controlo de deslocamentos, nas fachadas dos edifícios vizinhos e/ou outras estruturas adjacentes sensíveis a deformações;
- fissurómetros, clinómetros e/ou outros instrumentos para controlo de patologias existentes em estruturas e infra-estruturas vizinhas.

A quantidade e tipo de instrumentação necessária para monitorização de estruturas existentes, contíguas à escavação ou que se situem na área de influência da escavação dependerá da inspeção às referidas estruturas e infra-estruturas, a executar em fase prévia à execução de quaisquer trabalhos de escavação e contenção.

Deste modo, deverá ser implementado um sistema de observação e monitorização, consistindo nomeadamente:

- na observação topográfica de pontos e marcas a colocar nas paredes dos edifícios vizinhos a manter, na contenção periférica e terrenos envolventes;
- na leitura de inclinómetros a colocar no perímetro da escavação, no tardo das paredes de contenção;
- na leitura de células de carga colocadas na cabeça das ancoragens definitivas e provisórias a monitorizar.

### 3.13.4 Frequência de leituras da instrumentação

Para toda a instrumentação a leitura “zero” deverá ser feita na instalação. Esta leitura será realizada pelo Adjudicatário com a presença da Fiscalização.

As leituras periódicas serão da responsabilidade do Adjudicatário até à fase de conclusão da obra, devendo seguir o previsto na tabela seguinte para as diversas fases dos trabalhos.

Todas as leituras deverão ser realizadas na presença da Fiscalização e imediatamente enviadas à equipa projetista para análise e eventual implementação de medidas corretivas que se entenda ser necessário implementar.

**Quadro 16 – Frequência mínima das leituras**

Fase dos trabalhos	Instrumentos	Frequência de medição
Instalação dos instrumentos	Controlo topográfico Células de carga Tubos inclinométricos Piezómetros	2 leitura do zero
Durante a execução de escavações, de microestacas ou de ancoragens a menos de 20 m do instrumento de medição	Controlo topográfico Células de carga Tubos inclinométricos Piezómetros	1 leituras/dia
Durante a execução de escavações, de microestacas ou de ancoragens a mais de 20 m do instrumento de medição	Controlo topográfico Células de carga Tubos inclinométricos Piezómetros	1 leitura/semana
Até conclusão da obra	Controlo topográfico Células de carga Tubos inclinométricos Piezómetros	2 leitura/mês

A inspeção visual, periódica e rigorosa, das infra-estruturas monitorizadas deverá ser realizada, para as diferentes fases da Obra, de acordo com a frequência de medição definida no quadro anterior.

As leituras periódicas serão da responsabilidade do Adjudicatário até à fase de conclusão da Obra. Todas as leituras deverão ser realizadas na presença da Fiscalização e imediatamente enviadas à equipa projetista para análise e eventual implementação de medidas corretivas que se entenda ser necessário implementar.

Os custos relacionados com as leituras, acima definidas, da instrumentação e execução de relatórios periódicos das mesmas é da responsabilidade do Adjudicatário e deverá ser diluído nos custos unitários da instrumentação a implementar.

### 3.13.5 Especificações do sistema de monitorização

#### 3.13.5.1 Tubo inclinométrico e inclino-extensimétrico

O tubo utilizado deverá ser em material plástico ABS, dotado com guias, de referência e rolamentos, na sonda inclinométrica, dispostas segundo dois diâmetros ortogonais (espiral < 0,6°/3m).

O diâmetro interno do tubo deverá ser, no mínimo, igual a 60 mm.

No caso dos inclino-extensímetros o tubo deverá ser dotado de bases metálicas de medição a cada metro para extensímetro incremental tipo “*increx*”.

A instalação dos tubos será executada verticalmente no tardo da parede de contenção a uma distância de cerca de 1,0 m.

A montagem do tubo inclinométrico será efetuada antes do início da escavação do 1º painel.

Todas as junções do tubo e respetiva tampa de fundo serão seladas com *mastique* e fita adesiva.

Na extremidade superior será instalado um poço de proteção.

No final de cada instalação deverá ser executada a verificação da verticalidade e funcionalidade da tubagem.

A precisão das leituras dos inclinómetros será de  $\pm 0,06^\circ$  ou  $\pm 1$  mm/m.

Em cada leitura deverá ler-se também a temperatura e garantir uma adequada estabilização térmica do instrumento de medida.

A leitura do zero será feita antes do início dos trabalhos de escavação.

Nas medidas inclinométricas a leitura do zero deverá ser executada nas quatro guias, com intervalos de medida de aproximadamente 1 m (0,5 m nos tubos acima da escavação), fornecendo a direcção, em relação ao Norte, das guias de medição; as leituras sucessivas (de operação) serão executadas, com intervalos de 1 m, nas duas guias de medição colocadas em direcção perpendicular ao eixo da obra.

Em caso de erros das medições ou detecção de deformações significativas poderá ser pedida a execução de leituras de operação nas 4 guias.

Para as medidas extensimétricas a leitura do zero será feita repetindo-se as medições, pelo menos, duas vezes (se possível ao longo de duas guias ortogonais), partindo do fundo do tubo em direcção à superfície; as leituras posteriores serão conduzidas fazendo-se uma única medida.

Em caso de erros das medições ou presença de deformações, poderá ser pedida, a execução de duas medições (como para a leitura do zero).

Os dados de medição deverão ser restituídos seja sob forma de leituras instrumentais seja em forma de tabelas e gráficos (profundidade / deslocamento incremental e absoluto).

### 3.13.5.2 Controlos topográficos e medições de convergência

Para os controlos altimétricos é prevista a instalação de pontos de verificação constituídos por barras em aço com alta aderência, de comprimento igual a 0,15 m e cabeça com rosca (rosca e secção de amarração reduzida e lisa do tipo utilizado para pino de convergência).

Cada extremidade roscada deverá ser munida de uma tampa de proteção.

Para as secções de convergência deverão ser previstas ainda verificações do tipo ambivalente, isto é, medidas óticas e com fita métrica de precisão. Para as medidas óticas utilizar-se-á uma placa quadrada, em material anticorrosivo, com dupla faixa refletora, de dimensões mínimas 40 × 40 mm, dotada com retículo de colimação.

Para a realização das bases de referência deverão ser previstos poços com tampa transitável, nos quais serão instalados, com adequada cimentação, barras do tipo descrito para as comparações plano-altimétricas mas com comprimento mínimo 0,5 m.

As barras de verificação serão colocadas, mediante perfuração e consequente cimentação com resina ou caldas de cimento.

Os pinos de convergência serão instalados através de perfuração e ancoragem mecânica.

As bases deverão ser instaladas em zonas consideradas não sujeitas a movimentos ou facilmente controláveis com o auxílio de outras bases colocadas fora da área de influência da obra.

A instrumentação utilizada deverá responder às características de precisão mínimas exigidas:

- Medição de distâncias:  $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$
- Medição angular (horizontal e vertical):  $\pm 1''/0,3 \text{ mgon}$

Na execução das medições com o método ótico utilizar-se-á, para cada trecho ou zona de escavação, um sistema de referência local de pelo menos 3 bases de referência (pontos fixos) para determinação da posição da estação de medição com o método da “estação livre”.

Os pontos fixos deverão ser sempre ligados, para verificação e controlo, ao sistema de referência topográfico utilizado para a construção da obra.

Deverá ser garantida e prevista a possibilidade de execução de um controlo de estabilidade dos pontos fixos.

Os dados de medição deverão ser restituídos seja sob forma de leituras instrumentais seja em forma de tabelas (com coordenadas e deslocamentos) e em forma gráfica (deslocamento / tempo).

### 3.13.5.3 Células dinamométricas

As células dinamométricas deverão ser adequadas à tipologia das ancoragens a serem colocadas em obra.

O corpo da célula deverá ser em aço inox ou adequadamente protegido contra fenómenos de oxidação e corrosão.

As células de carga serão instaladas em obra nas ancoragens indicadas no Projeto de Execução.

Por baixo da célula, deverá existir uma placa de repartição em aço, apta a garantir um apoio uniforme e suficientemente rígido da célula que deve ser instalada perpendicularmente ao eixo do tirante.

Caso a cabeça do elemento de ancoragem não garanta um apoio uniforme, sobre o anel divisor da célula deve-se utilizar uma segunda placa de repartição a ser colocada entre os dois elementos.

As placas de repartição deverão ser, adequadamente, protegidas contra a corrosão e dotadas de um furo central com largura suficiente para permitir a passagem livre dos elementos de ancoragem.

A instrumentação utilizada deverá responder às características de precisão mínimas exigidas (0,1% da Força de pré-esforço aplicada).

Para cada leitura deverá ser fornecido um quadro sintético da situação dos trabalhos no momento da execução da medição.

Os dados de medidas deverão ser restituídos seja sob a forma de leituras instrumentais seja em forma de tabelas e de gráficos (força / tempo).

#### 3.13.5.4 Piezómetros

Os piezómetros serão constituídos por tubo de PVC, com diâmetro nunca inferior a 50 mm, não perfurado ou perfurado onde necessário, e munido com uma adequada cobertura e fecho para evitar que nele interfiram pessoas não autorizadas.

As dimensões do tubo piezométrico e a sua colocação deverá permitir que um instrumento de medida possa nele ser imerso. Diversas zonas de tubo piezométrico serão crepinadas onde e quando necessário. A cabeça do tubo será selada com betão contra infiltrações de águas de superfície. Junto às zonas crepinadas o tubo será envolvido por um maciço filtrante de areão, entre o tubo e as paredes da sondagem, com granulometria adequada às aberturas do tubo e cuja função é evitar assoreamentos causados pelo terreno natural.

Para cada piezómetro deverá ser executado um relatório sumário, com o necessário esboço de posição das crepinas, e onde os dados relevantes aos tubos, filtros, etc., serão anotados, bem como as medições efetuadas.

### 3.13.6 Cablagem e centralização

Para toda a instrumentação elétrica que faz parte de uma secção instrumentada é prevista a centralização dos cabos de medidas em caixas de centralização (subterrâneo ou externo).

Tais caixas deverão ser estanques e equipadas com conectores para ligação à central de medida.

Os cabos, entre sensores e caixa de centralização, deverão ser (quando possível) recolhidos em feixes adequadamente protegidos e fixados.

Deverão ser tomadas as precauções consideradas necessárias de forma a proteger os cabos de medidas e as caixas de centralização de danos provocados por fatores ambientais ou acidentais.

### 3.13.7 Critérios de alerta e alarme e medidas de reforço

O sistema de alerta deverá ser baseado não só nos valores máximos de deslocamento estimado, mas também na evolução das curvas de deformação ao longo do tempo das leituras dos vários instrumentos instalados, na comparação entre resultados obtidos nas distintas secções de observação, na comparação com os resultados teóricos obtidos através de modelos analíticos e na interpretação das deformações em função das características geológico-geotécnicas dos terrenos intersectados.

A monitorização da obra deverá ser acompanhada pela equipa projetista em todas as fases dos trabalhos e as decisões sobre eventuais medidas corretivas a adotar também terão de ser aprovadas pela equipa projetista.

No quadro seguinte, são apresentados critérios indicativos de alerta e alarme a ter em conta na monitorização da obra. Os valores em causa reportam-se aos valores estimados.

Quadro 17 – Critérios de Alerta e Alarme a ter em conta na monitorização

Controles	Instrumentos e Medidas	Limites		Contramedidas em caso de alarme
		Alerta	Alarme	
Deformações em muros tipo Berlim	Inclinómetros; inclino-extensimétricos; medidas de convergência; prismas ou miras reflectoras.	D cálculo	D cálculo	Interrupção da escavação; eventual aterro; aumento da inércia dos elementos estruturais; armaduras de

Controles	Instrumentos e Medidas	Limites		Contramedidas em caso de alarme
		Alerta	Alarme	
				reforço; reforço das ancoragens ou do escoramento provisório.
Deformações em estruturas existentes; assentamentos da superfície do terreno no tardo das contenções	Medidas de convergência; prismas ou miras reflectoras; marcas topográficas	$D_{\text{cálculo}}$	$D_{\text{cálculo}}$	Interrupção da escavação; eventual aterro; aumento da inércia dos elementos estruturais da contenção; reforço das ancoragens ou do escoramento provisório; melhoria dos solos envolventes e de fundação (p.e. execução de Jet-Grouting).
Solicitação nas ancoragens	Células de carga	1,2 $P_u$	1,2 $P_u$	Integração de mais ancoragens ou de escoramento.

Legenda:

- $D_{\text{cálculo}}$ : Deformação aferida no estudo correspondente a cada situação;
- $P_u$ : força a instalar nas ancoragens após todas as perdas iniciais e diferidas – Pré-esforço útil.

Com referência ao quadro anterior, detalham-se os valores de alerta e alarme dos parâmetros chave a serem monitorizados:

Quadro 18 – Limites de Alerta e Alarme

Limites	Alerta	Alarme
Controlo de deformações na contenção periférica contígua a edifícios existentes.	10 mm	20 mm
Controlo de deformações na restante contenção periférica.	15 mm	25 mm
Controlo de deformações no tardo da contenção contígua a edifícios existentes.	8 mm	12 mm
Controlo de deformações no tardo da restante contenção	10 mm	15 mm

Tal como referido anteriormente, o critério de alarme proposto para os deslocamentos deve ser aferido com base na variação da taxa de deformação: 0,5 mm/dia pode ser considerado estabilização; 1,0 mm/dia são consideradas médias e requerem atenção e vigilância especial (Alerta); 2 mm/dia é considerado o primeiro nível de Alarme.