

## **4 CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO**

### **4.1 IMPLANTAÇÃO**

O trabalho de implantação é definido pelo empreiteiro, a partir das cotas, dos alinhamentos e das referências fornecidas pelo dono da obra e pelo projecto.

Uma vez concluídos os trabalhos de implantação, o empreiteiro informará desse facto, por escrito, à fiscalização, que procederá à verificação das marcas e, se for necessário, à sua rectificação na presença do adjudicatário.

O empreiteiro é ainda obrigado a conservar todas as marcas ou referências existentes que tenham sido implantadas no local da obra por outras entidades, e só pode proceder à sua deslocação desde que autorizado e sob orientação da fiscalização.

#### **4.1.1 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

A não ser quando expressamente quantificado no Mapa de Quantidades, estes trabalhos devem ser incluídos no custo de Estaleiro Geral e preparação da obra.

## **4.2 BETÃO CICLÓPICO (PEGÕES)**

### **4.2.1 DEFINIÇÃO**

O betão ciclópico é constituído por 1 parte de betão C16/20 e 1 parte de pedra calcária ou granítica dura em blocos de dimensão máxima não superior a 2/3 de largura da peça a betonar.

A componente de betão obedecerá, em tudo, ao presente neste Caderno de Encargos para betões, incluindo composição, fabrico, colocação cura e controlo de qualidade.

A pedra obedecerá ao prescrito neste Caderno de Encargos no capítulo correspondente.

### **4.2.2 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS**

O betão ciclópico será fabricado da seguinte forma:

- lança-se no fundo do molde uma camada de cerca de 0.20m de espessura de betão C16/20.

- Sobre ela é lançada uma camada de blocos de pedra de modo a que fiquem juntos mas sem sobreposição.
- Lança-se nova camada de betão que preencherá os vazios e cobrirá a pedra em cerca de 0.20 m de espessura, fazendo-se o seu apilhamento manual ou vibração.
- Recomeçam-se as operações descritas em b) e c) até se atingir o tipo do elemento a betonar, de tal modo que toda a pedra fique recoberta com uma camada de betão.

#### 4.2.3 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição é o metro cúbico (m<sup>3</sup>). As quantidades serão constituídas pelos somatórios dos volumes parciais das figuras geométricas definidas nos desenhos de projecto e de acordo com as regras de medição das normas do LNEC. Assim, o cálculo do volume dos diferentes elementos estruturais é o seguinte:

O preço unitário corresponde à unidade de medição e engloba todos os encargos das operações relativas à execução dos trabalhos de betão, nomeadamente: fornecimento e transporte de materiais, preparação, carga, transporte, colocação em obra, compactação (vibração e cura).

Estes trabalhos incluem todos os materiais constituintes do betão (cimento, inertes, água, adjuvantes, etc.).

### 4.3 BETÃO DE LIMPEZA

#### 4.3.1 DEFINIÇÃO

O betão a utilizar será C16/20 X0(P), CI 1.0, S3, D<sub>máx</sub> 20mm e terá uma dosagem mínima de 150 (cento e cinquenta) quilogramas de cimento por metro cúbico e será fabricado com inertes que satisfaçam as condições estabelecidas para os materiais a utilizar no fabrico de betão em estruturas.

#### 4.3.2 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

No fundo da caixa aberta no terreno e, em geral, sob os elementos de fundação que disponham de armadura, será executada uma camada de betão com cinco centímetros de espessura para regularização, e para permitir o enchimento daqueles elementos em boas condições.

O trabalho será feito depois da regularização e compactação do fundo da escavação e de se terem colocado as marcas ou referências para cumprimento das cotas de fundações.

O betão será lançado nas quantidades suficientes para a obtenção da espessura desejada e compactar-se-á ligeiramente, com maço leve, de forma a obter-se uma superfície regularizada.

### **4.3.3 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

No custo deve incluir o fornecimento, colocação, compactação e cura de betão de limpeza e todos os materiais, tarefas e equipamentos necessários ao completo e perfeito acabamento dos trabalhos.

O critério adoptado corresponde à medição do volume de betão em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), calculado com base na área de apoio das fundações (incluindo neste artigo a regularização das superfícies do terreno).

## **4.4 PAVIMENTOS TÉRREOS**

### **4.4.1 DEFINIÇÃO E EXECUÇÃO DOS TRABALHOS**

Após as operações de escavação e para se atingir as cotas do projecto e compactação do aterro, proceder-se-á à preparação do fundo da caixa, para receber a estrutura do pavimento térreo do edifício.

A regularização deverá ser executada com tolerância máxima de +/- 1.5 cm e a compactação deverá ser executada mecanicamente.

- Enrocamento

Sobre as superfícies do terreno assim preparadas, executar-se-á uma camada de enrocamento com a espessura indicada nos desenhos de pormenor de projecto, depois de devidamente compactado.

O material a utilizar terá uma granulometria de 30-50 mm e poderá ser obtido por britagem mecânica, ou em depósitos naturais de seixos ou calhaus rolados, com a mesma dimensão mencionada.

A sua colocação em obra será executada de forma a assegurar a estabilidade da camada, sendo a sua compactação feita mecanicamente. Para tal, o material será descarregado em pequenos montes, espaçados de modo a permitir o seu espalhamento uniforme, feito à pá ou mecanicamente, mas sem produzir a sua segregação.

Regularizada a camada, com uma espessura que garanta, após a compactação, a espessura definida no projecto, procede-se à sua compactação, de preferência mecanicamente.

- **Betão de Regularização**

Sobre o enrocamento será aplicada uma betonilha de regularização com 5 (cinco) centímetros de espessura para assentamento de um filme de polietileno.

A constituição de betão a utilizar e a sua aplicação obedecerão ao prescrito para o betão de limpeza.

- **Filme de Impermeabilização**

O filme de polietileno, com 500 $\mu$  de espessura, deve ser colocado com o máximo cuidado e sem rasgões imediatamente antes da betonagem da laje do pavimento térreo. As emendas laterais e de continuidade das faixas do filme devem sobrepor-se de pelo menos 40 (quarenta) centímetros.

- **Laje do Pavimento**

Sobre o filme será estabelecida uma camada de betão armado normal, com 0.15m de espessura, incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC2, CI 0.40, S3, D<sub>máx</sub> 20 mm, em cada local indicado nas peças desenhadas do projecto de Estabilidade.

#### **4.4.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

Inclui a regularização do terreno e sua adequada compactação, a execução de camada de enrocamento drenante, com as espessuras indicadas em projecto, película de impermeabilização, com a espessura indicada em projecto e regularização da sua superfície de assentamento, a betonagem da laje de pavimento com as especificações de projecto e colocação de malha de armaduras em aço A500 NR-SD, conforme projecto, inclui a realização de juntas de retracção com disco diamantado e seu preenchimento, localizadas preferencialmente sobre os eixos estruturais, conforme planta a apresentar pelo adjudicatário para aprovação da fiscalização.

A sua medição em metros quadrados (m<sup>2</sup>) refere-se à área compreendida entre lintéis periféricos, paredes e pilares (inclui-se neste artigo a regularização das superfícies do terreno).

### **4.5 BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS**

#### **4.5.1 CAMPO DE APLICAÇÃO**

As condições gerais de execução a seguir definidas aplicam-se ao betão destinado a estruturas betonadas no local, estruturas pré-fabricadas e produtos estruturais pré-fabricados para edifícios e estruturas.

O betão a colocar pode ser amassado no local, betão pronto ou betão produzido numa fábrica de pré-fabricados de betão, desde que sejam respeitados os requisitos definidos na Norma Europeia *NP EN 206-1:2007*, no respectivo documento nacional de aplicação e respectivas referências normativas, referentes a:

- Materiais constituintes do betão;
- Propriedades do betão fresco e endurecido e sua verificação;
- Limitações à composição do betão;
- Especificação do betão;
- Entrega do betão fresco;
- Procedimentos e de controlo da produção;
- Critérios de conformidade e a avaliação da conformidade.

Estas especificações aplicam-se a betões de massa volúmica normal e betões leves.

A Norma Europeia *NP EN 206-1:2005* define classes para as propriedades do betão, designadamente:

- Classes de exposição relacionadas com acções ambientais;
- Para o betão fresco:
  - Classes de consistência;
  - Classes relacionadas com a máxima dimensão do inerte.
- Para o betão endurecido
  - Classes de resistência à compressão;
  - Classes de massa volúmica do betão leve.

As classes de exposição ambiental, relacionadas com os mecanismos de deterioração do betão pela acção do ambiente, que podem ser divididas em seis grupos, três relativos à deterioração do betão por corrosão das armaduras por acção do dióxido de carbono e dos cloretos provenientes da água do mar ou de outras origens, dois relativos à deterioração do betão pelo gelo/degelo ou ataque químico e um grupo quando não há risco de corrosão de metais ou de ataque do betão:

- Sem risco de corrosão ou ataque (X0);

- Corrosão induzida por carbonatação (XC);
- Corrosão induzida por cloretos não provenientes da água do mar (XD);
- Corrosão induzida por cloretos da água do mar (XS);
- Ataque pelo gelo/degelo com ou sem produtos descongelantes (XF);
- Ataque químico (XA) – a água do mar em Portugal é da classe XA1.

O betão pode estar sujeito a mais do que uma das acções descritas acima, devendo por isso aplicar-se as regras, para as combinações de classes de exposição, definidas no capítulo 6 da E 464.

Para o betão fresco as classes de consistência estão de acordo com os Quadros 3 a 6 do Capítulo 4.2.1 da *NP EN 206-1*.

Para o betão endurecido as classes de resistência à compressão estão especificadas no Quadro 7, para betão de massa volúmica normal e betão pesado e, no Quadro 8, para betão leve, do Capítulo 4.3.1 da *NP EN 206-1*. Quando o betão leve for classificado relativamente à sua massa volúmica aplica-se o Quadro 9 do Capítulo 4.3.2 da *NP EN 206-1*.

#### **4.5.2 TIPOS DE BETÕES A EMPREGAR**

Os betões a utilizar são dos tipos, classes e qualidades indicadas nas peças desenhadas e no Mapa de Medições.

Tipo I - Betão C16/20 - com a dosagem mínima de ligante de acordo com as normas acima referidas. Classe de exposição X0.

Tipo II - Betão C20/25 - com a dosagem mínima de ligante de acordo com as normas acima referidas. Classe de exposição indicada nas peças desenhadas.

Tipo III - Betão C25/30 - com a dosagem mínima de ligante de acordo com as normas acima referidas. Classe de exposição indicada nas peças desenhadas.

Tipo IV - Betão C30/37 - com a dosagem mínima de ligante de acordo com as normas acima referidas. Classe de exposição indicada nas peças desenhadas.

Tipo V - Betão C35/45 - com a dosagem mínima de ligante de acordo com as normas acima referidas. Classe de exposição indicada nas peças desenhadas.

Tipo VI - Betão C40/50 - com a dosagem mínima de ligante de acordo com as normas acima referidas. Classe de exposição indicada nas peças desenhadas.



Na composição dos betões poderão ser utilizadas adições, mas têm de ser aprovadas pela fiscalização, constituindo sempre encargo para o empreiteiro.

Quanto à composição, fabrico, colocação em obra dos betões e as restantes operações complementares, segue-se o estabelecido na *Norma NP EN 206-1:2007*, na especificação *LNEC E 464:2005*, no *R.E.B.A.P.*, nas normas *EN 1992* e *NP ENV 13670-1:2007* e nas normas aí referenciadas.

A composição do betão e os materiais constituintes para betões de comportamento especificado ou de composição prescrita devem ser escolhidos de forma a satisfazer os requisitos especificados para o betão fresco e endurecido, incluindo a consistência, massa volúmica, resistência, durabilidade, protecção do aço embebido contra a corrosão, tendo em conta o processo de produção e o método previsto para a execução das obras em betão.

Os requisitos para o betão fresco estão especificados no capítulo 5.4 e os requisitos para o betão endurecido encontram-se no capítulo 5.5 da *NP EN 206-1*.

Quando não se encontrar definido na especificação, o produtor deve seleccionar os tipos e as classes de materiais constituintes, entre os de aptidão estabelecida, para as condições ambientais especificadas.

A composição deve ser estudada de modo a minimizar a possibilidade de segregação e exsudação do betão fresco.

As propriedades requeridas ao betão a aplicar na estrutura, geralmente, só são alcançadas se, no local, forem cumpridos certos procedimentos na aplicação do betão fresco. Assim, para garantir a durabilidade de uma estrutura de betão, seleccionada a classe de exposição apropriada, devem ser satisfeitos, no projecto e na execução, os requisitos para transporte, colocação, compactação e cura e qualquer outro tratamento adicional estabelecidos na *NP ENV 13670-1* e a manutenção prevista, conforme está estipulado na *NP EN 206-1*, no ponto 5.3.2.

Os valores limites para a composição e propriedades do betão, em função das classes de exposição ambiental, são estabelecidos na Especificação *LNEC E 464* nos Quadros 6 e 7, quando há risco de corrosão das armaduras, e nos Quadros 8 e 9, quando há gelo/degelo ou ataque químico, com base num tempo de vida útil pretendido para a estrutura de 50 anos. Estes valores são especificados em função da classe de exposição e em termos das seguintes propriedades:

- Tipos e classes de materiais constituintes permitidos;
- Mínimo recobrimento nominal (Quadros 6 e 7);
- Máxima razão água/cimento;

- Mínima dosagem de cimento;
- Mínima classe de resistência.

#### **4.5.2.1 TIPOS DE CIMENTO, DOSAGEM DE CIMENTO E RAZÃO ÁGUA/CIMENTO**

O tipo de cimento deve ser escolhido, entre os que têm a aptidão estabelecida, tendo em conta a execução da obra, a utilização do betão (simples, armado ou pré-esforçado), as condições de cura, o desenvolvimento de calor pelo betão na estrutura, as dimensões desta e as condições ambientais a que está exposta, devendo seguir-se o apresentado na especificação LNEC E 464 - Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projecto de 50 e de 100 anos face às acções ambientais. Deve ainda ter-se em conta a reactividade potencial dos agregados com os álcalis constituintes.

A mínima dosagem de cimento e a máxima razão água/cimento dependem das condições ambientais e das exigências relativas ao betão de recobrimento das armaduras.

As dosagens de cimento (ou da correspondente mistura) indicadas nos Quadros 6 a 9 da E 464 dizem respeito a betões com máxima dimensão do agregado mais grosso,  $D_{max}$ , igual ou maior que 20mm. Para betões com menores valores de  $D_{max}$ , deve seguir-se o estipulado no ponto 5.3 da referida especificação.

Quando a agressividade química resultar da acção dos sulfatos presentes na água ou nos solos em contacto com o betão, a composição do clínquer dos cimentos, ou das correspondentes misturas, deve satisfazer os limites indicados no Quadro 10 da E 464.

Para determinar a dosagem de cimento, água, adições e da razão água/cimento deve seguir-se as indicações do ponto 5.4.2 da *NP EN 206-1*.

#### **4.5.2.2 AGREGADOS**

O tipo de agregado, a sua granulometria e as suas categorias (achatamento, resistência ao gelo/degelo, resistência à abrasão, teor de finos) devem ser seleccionados tendo em conta:

- A execução da obra;
- A utilização final do betão;
- As condições ambientais às quais o betão ficará exposto;





- Qualquer requisito para agregados à vista ou para agregados em betão com acabamento especial.

A máxima dimensão do agregado mais grosso ( $D_{max}$ ) deve ser escolhida tendo em conta o recobrimento das armaduras e a largura mínima da secção.

Nos casos em que os agregados contenham variedades de sílica susceptíveis de ataque pelos álcalis e o betão se encontrar exposto à humidade, devem ser tomadas acções para prevenir a ocorrência da reacção álcalis-silica, adoptando-se os procedimentos nacionais com aptidão estabelecida para tal, seguindo o estipulado na Especificação LNEC E 461:2005 – “Betões. Metodologias para prevenir reacções expansivas internas”.

#### 4.5.2.3 ADIÇÕES

A junção de um cimento corrente conforme com a NP EN 197-1 e NP EN 197-2 e de adições conformes com os respectivos documentos normativos (5.1.1 e DNA 5.1.1 da NP EN 206-1), na betoneira, constitui uma mistura.

As quantidades de adições do tipo I e II a utilizar num betão devem ser objecto de ensaios, conforme o estabelecido no Anexo A da NP EN 206-1.

As adições do tipo II podem ser consideradas na composição do betão, relativamente à dosagem de cimento e à razão água/cimento, desde que a aptidão para tal se encontre estabelecida.

Os cimentos e as misturas são ligantes hidráulicos. A aptidão das misturas para serem constituintes do betão é estabelecida na Especificação LNEC E 464.

#### 4.5.2.4 ADJUVANTES

A quantidade total de adjuvantes não deve exceder a dosagem máxima recomendada pelo produtor, nem ultrapassar 50g de adjuvante por kg de cimento, a não ser que a influência de uma maior dosagem no desempenho e na durabilidade do betão se encontre estabelecida.

O uso de adjuvantes em quantidades inferiores a 2.0g/kg de cimento só é permitido se estes forem dispersos numa parte da água da amassadura.

Se a quantidade total de adjuvantes líquidos exceder 3.0 l/m<sup>3</sup> de betão, o seu teor em água deve ser considerado no cálculo da razão água/cimento.

Nos casos em que se usa mais do que um adjuvante a sua compatibilidade deve ser verificada durante a realização dos ensaios iniciais.

#### **4.5.2.5 TEOR DE CLORETOS NO BETÃO**

As classes de teor de cloretos de betão, expresso em percentagem de iões cloreto por massa de cimento, aplicáveis em Portugal, não devem exceder os valores especificados no Quadro 2 do Documento Nacional de Aplicação (DNA) da NP EN 206-1.

O cloreto de cálcio e os adjuvantes à base de cloretos não devem ser adicionados ao betão com armaduras de aço, aço de pré-esforço ou com qualquer outro tipo de metal embebido.



#### **4.5.2.6 TEMPERATURA DO BETÃO**

A temperatura do betão fresco não deve ser inferior a 5 °C na altura da entrega.

Quando for requerida uma temperatura mínima diferente ou uma temperatura máxima para o betão fresco, estas devem ser especificadas, juntamente com as tolerâncias aplicáveis.

#### **4.5.2.7 CONSISTÊNCIA DURANTE A BETONAGEM**

A consistência do betão deve ser tal que o betão fresco seja trabalhável sem segregação e possa ser totalmente compactado nas condições existentes no local. Para assegurar uma compactação adequada do betão moldado *in situ*, recomenda-se que a consistência do betão no momento da colocação seja da classe de abaixamento S3 ou da classe de espalhamento F3 (classes de consistência definidas na NP EN 206-1), a não ser que sejam tomadas outras medidas.

Para a determinação da consistência do betão fresco, devem seguir-se os métodos especificados no ponto 5.4.1 da NP EN 206-1.

Para determinar a consistência do betão os requisitos aplicam-se no momento em que o betão for utilizado ou, no caso de se tratar de betão pronto, no momento da entrega.

Quando o betão é entregue através de um camião betoneira, ou por equipamento agitador, a consistência pode ser medida numa amostra pontual obtida após a descarga de aproximadamente 0.3 m<sup>3</sup>.

A consistência pode ser especificada através da referência a uma classe de consistência, com as tolerâncias referidas no Quadro 11 do ponto 5.4.1 da NP EN 206-1.

#### **4.5.3 CONTROLO DA CONFORMIDADE E CRITÉRIOS DE CONFORMIDADE**

O controlo da conformidade inclui um conjunto de acções e de decisões a implementar de acordo com os critérios de conformidade previamente adoptados para verificar a conformidade do betão com as especificações.

O controlo da conformidade do betão passa por verificar as propriedades do betão por meio de ensaios apropriados utilizando procedimentos normalizados. Os valores reais das propriedades do betão podem diferir dos valores determinados pelos ensaios pois dependem das dimensões da estrutura, da colocação, da compactação, da cura e das condições climatéricas.

O plano de amostragem, de ensaio e os critérios de conformidade devem ser conformes com os procedimentos descritos em 8.2 ou 8.3 da *NP EN 206-1*.

O controlo da conformidade é sempre que a fiscalização entenda necessário, nomeadamente:

- Quando um betão tenha sido posto em obra em más condições ambientes (temperatura, etc.);
- Para fixar o momento de descofragem ou descimbramento de uma peça;
- Para fixar a data de aplicação de pré-esforço de uma peça;

Podem realizar-se ensaios suplementares sobre peças já betonadas, para conhecer a resistência real do betão.

#### 4.5.4 BETONAGEM

A betonagem, cura e desmoldagem, deverão obedecer às normas estabelecidas na NP EN 206 e no R.E.B.A.P. atendendo ao indicado neste Caderno de Encargos e no projecto.

Logo após a amassadura do betão este deve ser transportado sem interrupções para o local de aplicação. O processo de transporte e descarga deve evitar a segregação ou desagregação do betão e a perda da água de amassadura.

Depois de vazado nos moldes ou no recinto que vai preencher, o betão será espalhado por processos manuais ou mecânicos em camadas, que não excedam 0,30 m de espessura e cada camada será colocada e compactada antes que a precedente tenha começado a fazer presa, para impedir a formação de juntas ou superfícies de separação no betão. Quando se utilizarem vibradores de superfície, a espessura das camadas de betão não deverá ser superior a 0,15 m.

O processo de compactação a utilizar será o da vibração: esta deverá ser aplicada de tal forma que apareça apenas uma pequena quantidade de leitança ou argamassa.

Durante a betonagem o betão será o da vibração mecânica interna. Só com autorização dada pela Fiscalização se poderá usar outro tipo de vibração.

Os vibradores terão de ser aprovados pela Fiscalização, devendo transmitir impulsos com uma frequência da ordem de 8 000 a 12 000 impulsos por minuto. A intensidade de vibração será suficiente para produzir na massa um abaixamento de 2,5cm num raio de 50cm em relação ao aparelho. O empreiteiro disporá do número de vibradores necessários para garantir a compactação do material durante os quinze minutos seguintes a cada descarga.

A vibração deve ser feita introduzindo e retirando lentamente o aparelho em posição vertical e com cuidados especiais junto das armaduras, cantos e ângulos das cofragens.

A duração desta operação depende da composição e consistência do betão devendo ser suficiente para garantir uma perfeita compactação do mesmo, não podendo, no entanto, ser excessiva pois dará, nesse caso, origem à segregação dos materiais.

O intervalo de tempo entre a amassadura e o fim da vibração do betão não poderá exceder meia hora no tempo quente e uma hora no tempo frio, podendo, ainda, estas tolerâncias ser diminuídas quando as circunstâncias o aconselharem e desde que, tal procedimento, seja aceite pela Fiscalização.

A aplicação dos vibradores deverá ser feita em pontos uniformemente distribuídos na superfície a betonar, de modo a que a sua acção se exerça regularmente sobre toda a massa.

A vibração não poderá ser feita tão próxima da frente de betonagem que dê origem ao deslizamento da massa descarregada.

Não deverão aplicar-se os vibradores directamente sobre as armaduras em sectores ou camadas de betão que já tenham ultrapassado o estado plástico, por endurecimento.

Não será permitida a vibração da massa com o fim de a transportar por deslizamento através da cofragem.

A acção dos vibradores será acompanhada pelos dispositivos considerados convenientes para que sejam conseguidas superfícies lisas, suaves e de betão denso em cantos e zonas de contacto com a cofragem e nos locais inacessíveis aos vibradores.

Quando tenha de se interromper a betonagem temporariamente, proceder-se-á, antes do endurecimento do betão, à limpeza não só do massame formado sobre a superfície exterior mas também de quaisquer substâncias estranhas, para que fique exposta uma superfície viva de betonagem.

A colocação do betão será contínua de junta a junta. Nessa junta de betonagem, o betão deverá ficar áspero, com saliências e reentrâncias. A preparação das juntas de betonagem deve começar pela limpeza da superfície do betão (já endurecido) por qualquer processo compatível com a resistência que o betão apresentar, seja por exemplo com escova metálica, jacto de areia, ar comprimido ou água sob pressão (logo após a presa do cimento) ou até com martelo pneumático de modo a pôr a descoberto os inertes do betão.

Seguidamente devem ser eliminadas as partículas que possam ter ficado soltas ou facilmente desprendíveis, e a superfície assim limpa deve ser molhada abundantemente, mas com a

antecedência necessária para que no momento da aplicação do novo betão a superfície assim tratada apresente um aspecto húmido, mate e não retenha poças de água.

A ligação entre o novo betão e o já endurecido deverá ser assegurada com um betão um pouco mais seco e sobredoseado de elementos finos ou pela aplicação de uma argamassa rica em cimento sobre a superfície de contacto. Jamais se deve aplicar uma calda de cimento.

Quando as juntas ficarem à vista serão sujeitas a acabamento cuidadoso.

Depois de retirada a cofragem serão cortados, até à profundidade de 15 mm em relação à superfície de betão, todos os ferros e arames que apareçam, por meio de cinzel, corta-arames ou corta autogéneo. As superfícies de aço cortadas serão pintadas com zarcão ou produto equivalente.

As depressões e vazios serão limpos de betão solto, lavadas e cheias com argamassa de cimento e areia ao traço 1: 2 que, depois de ter feito presa será polida com pedra de "Carborundum" para assim se obter a mesma cor do material circundante.

O acabamento do betão em superfícies horizontais de pequena inclinação executadas sem cofragem deverá fazer-se das formas que se indicam para os vários casos, sempre que no projecto se não encontrem outras especificações.

- Acabamento tipo I

A executar em todas as superfícies que fiquem totalmente envolvidas por terra depois de acabada a obra.

Neste caso serão tomadas as precauções necessárias para que com a compactação usada se obtenha uma superfície de textura uniforme, lisa, sem vazios e em que os inertes de maior dimensão se encontrem no interior da massa. A calda superficial que possa ter-se formado será retirada com escova ou equivalente.

- Acabamento tipo II

A executar em todas as superfícies que fiquem à vista.

Neste caso, além do acabamento tipo I, continuar-se-á a afagar à talocha mecânica a superfície de betão para que fique perfeitamente plana e compacta. Esta operação não poderá, no entanto, prolongar-se demasiado para que não seja arrancado o material fino do que resultaria uma superfície pulverulenta.

A operação de afagamento será repetida 20 a 60 minutos depois de terminada.

- Acabamento tipo III

A executar nas juntas de betonagem. Neste caso, as superfícies deverão ficar rugosas, compactas, sem calda e sem material solto ou mal agregado.

Apenas nas arestas que apareçam à vista haverá uma faixa bem desempenada e lisa.

#### 4.5.5 PLANOS DE BETONAGEM

A ordem a seguir entre as partes a betonar deverá ser estabelecida com autorização prévia da Fiscalização, devendo também apresentar-se à Fiscalização, para aprovação, desenhos com a estereotomia das cofragens e indicação das juntas de betonagem.

A velocidade de subida do betão nos moldes não pode ser superior à que foi considerada na construção das cofragens, nem pode ser tão pequena que resulte difícil unir por vibração duas camadas consecutivas.

Em zonas com alteração brusca de secção, onde pode haver risco de fendas de assentamento, por exemplo na ligação de uma parede com uma viga superior mais larga, far-se-á uma paragem de uma hora na betonagem. Admite-se a hipótese de substituir essa paragem por uma nova vibração depois de uma hora.

#### 4.5.6 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição é o metro cúbico (m<sup>3</sup>). As quantidades serão constituídas pelos somatórios dos volumes parciais das figuras geométricas definidas nos desenhos de projecto e de acordo com as regras de medição das normas do LNEC. Assim, o cálculo do volume dos diferentes elementos estruturais é o seguinte:

- Lajes maciças – o comprimento e a largura serão determinados entre as faces das vigas, lintéis, pilares e paredes entre as quais as lajes se inserem.
- Pilares ou Paredes – as alturas serão determinadas entre as faces superiores das lajes ou das vigas de betão. As alturas, imediatamente acima das fundações, serão as distâncias entre as faces superiores das sapatas e o nível do tosco do primeiro pavimento.
- Vigas ou Lintéis – os comprimentos serão determinados segundo formas geométricas simples, definidas entre as faces dos plintos ou das vigas que interceptam.

O preço unitário corresponde à unidade de medição e engloba todos os encargos das operações relativas à execução dos trabalhos de betão, nomeadamente: fornecimento e transporte de materiais, preparação, carga, transporte, colocação em obra, compactação, vibração e cura.

Estes trabalhos incluem todos os materiais constituintes do betão (cimento, inertes, água, adjuvantes, etc.).

## 4.6 COFRAGENS, CAVALETES, ESCORAMENTOS E ANDAIMES

### 4.6.1 DEFINIÇÃO

Os projectos das cofragens, cavaletes, escoramentos e andaimes de qualquer estrutura serão executados, segundo as condições da *NP EN 206* e do *R.E.B.A.P.* O empreiteiro deverá fornecer as cópias necessárias à Fiscalização, o que em nada diminuirá a sua responsabilidade nos resultados obtidos.

Nos cálculos de estabilidade admitir-se-ão no máximo as seguintes tensões para o pinho nacional:

|  |          |
|--|----------|
| • flexão   | 12.0 MPa |
| • compressão paralela às fibras                            | 9.0 MPa  |
| • compressão parcial normal às fibras                      | 3.6 MPa  |
| • compressão normal às fibras, quando sobre toda a largura | 2.4 MPa  |
| • corte  | 1.0 MPa  |

Para as madeiras duras como o carvalho ou o sobreiro, serão admitidas tensões de compressão e corte 50% superiores.

No caso de estruturas metálicas, obedecerão ao estabelecido no *R.E.A.E.*

### 4.6.2 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

Serão cuidadosamente estudados os impulsos horizontais produzidos pelo betão, segundo a fórmula de Hassen – Koenen para impulsos em silos ou outra fórmula bem conhecida para este efeito. Será considerado o tempo depois do qual o betão acaba de exercer impulso horizontal mesmo que seja



submetido a cargas de camada superiores, e a velocidade de betonagem. Serão ainda considerados os efeitos da vibração da massa betonada.

A Fiscalização poderá exigir o emprego de gatos ou cunhas de madeira dura para corrigir deformações ou assentamentos resultantes de betonagem.

As fundações dos cavaletes terão de garantir a respectiva estabilidade. Quando os terrenos de fundação forem instáveis, apoiar-se-ão os cavaletes sobre estacas cravadas de forma aprovada pela Fiscalização.

As cofragens deverão ser executadas em madeira de boa qualidade, ter as formas e dimensões das peças de betão indicadas no projecto da estrutura, e apresentar uma estanquidade suficiente para evitar a perda de leitança e de cimento, nomeadamente quando a compactação do betão é realizada por meio de vibração.

Em estruturas de betão aparente, nomeadamente muros exteriores, lajes, vigas e pilares aparentes, deverão ser utilizadas cofragens (cofragem metálica, contraplacado marítimo, ou outras que garantam acabamento de primeira qualidade), isentas de defeitos, óxidos e sujidades, com a esterotomia e dimensões dos painéis a aprovar pela fiscalização.

Com o intuito de permitir o maior número de utilizações possíveis, a montagem da cofragem deverá ser estudada por forma a poder fazer-se a descofragem com a maior facilidade possível, por processos rápidos e sem necessidade de choques, pancadas ou vibrações.

Devem ser previstas aberturas nas cofragens que permitam a fácil e eficiente limpeza e inspecção antes das betonagens.

As cofragens devem ser muito bem limpas de todas as substâncias estranhas, com ar comprimido, e molhadas antes da betonagem de forma a manterem-se saturadas de água.

Contudo, note-se que durante a colocação do betão não se deve molhar mais a cofragem, pois nessa ocasião não deve existir na cofragem água livre em poços. Os produtos descofrantes deverão ser aplicados antes da colocação das armaduras, nas cofragens.

Deverão ser tomadas precauções para que a cofragem não impeça a contracção do betão, o que poderia provocar o aparecimento de fissuras na sua massa.

As deformações possíveis das cofragens devem ser tais que as peças moldadas não venham a apresentar-se desalinhasadas ou com as faces empenadas ou curvadas numa observação à vista desarmada. As tolerâncias em relação às dimensões e cotas indicadas no projecto são as seguintes:

a)  $\pm 5$  mm no comprimento e dimensões transversais de pilares e paredes estruturais;

b) 2,0 mm/m no alinhamento ou nivelamento das faces.

Na sua execução serão deixadas as contraflechas necessárias para que depois de terminada a retracção e fluência do betão e após a descofragem, a estrutura se apresente de acordo com os desenhos do projecto.

Serão tomados em conta, entre outros, os efeitos de assentamento do solo, compressão de suportes e madeiras horizontais flexão de cimbres e cavaletes, assentamentos em juntas horizontais de madeira, movimentos em ligações e uniões, rigidez devida ao betão já endurecido, etc.

As cofragens serão construídas e conservadas de modo a que não haja empenamento nem abertura nas juntas devido ao encurtamento da madeira.

As cofragens deverão ser executadas com madeira de pinho utilizando tábuas com juntas sobrepostas a meia madeira com a espessura mínima de 3 cm. Serão aplainadas numa face, tiradas de linha e galgadas para garantir espessura e largura uniforme.

A face serrada ficará em contacto com o betão para se conseguir neste uma superfície viva e sem bolhas de ar que aparecem com frequência quando a face aplainada fica em contacto com a massa.

As tábuas de cofragem terão, em geral, comprimento e largura efectiva mínimos de 3 e 0,10 metros respectivamente. As emendas devem ficar distanciadas e sempre sobre quadros ou quaisquer suportes.

Para superfícies verticais à vista com excepção das faces em vigas de bordadura ou alargadas, colocar-se-ão as tábuas de cofragem verticais.

Quando não haja especificações em contrário nos desenhos, as arestas visíveis serão chanfradas por uma fasquia triangular de 20 x 20 mm em vigas, lajes e pilares correntes e de 12 x 12 mm nas partes verticais das juntas de betonagem, colocadas na cofragem.

A fixação e travamento de cofragens verticais serão conseguidos por meio de tirantes de barras roscadas com diâmetros suficientes para suportar o impulso do betão e nunca inferior a 16 mm. A ancoragem dos tirantes será feita por meio de porcas e anilhas. Na descofragem cortam-se os tirantes e pintam-se as secções obtidas com zarcão.

Os tirantes só em obras de pequena importância poderão ser constituídos por arame ou fita.

Antes de se dar início à betonagem todos os moldes deverão ficar bem limpos de detritos. Se são de madeira deverão ser molhados com água durante várias horas até fecharem por completo todas as aberturas causadas por secagem da madeira.

Todas as superfícies de moldagem terão que ser tratadas com um produto apropriado do tipo "Descofrex" ou equivalente de forma a permitir na desmoldagem uma descolagem perfeita.

No caso de aplicação de parafusos pré-esforçados seguir-se-ão as indicações do R.E.A.E.

A descofragem e descimbramento obedecerão aos artigos 153º do R.E.B.A.P. e à NP ENV 206.

Se surgir qualquer defeito antes ou durante a betonagem, a Fiscalização ordenará a interrupção dos trabalhos até o mesmo se encontrar corrigido.

O material de cofragem utilizado mais de uma vez deverá conservar-se sempre nas melhores condições.

### **4.6.3 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

A unidade de medição é o metro quadrado (m<sup>2</sup>).

As medidas para a determinação das medições são obtidas das superfícies moldadas, considerando como limites dos elementos os indicados na rubrica betão. O preço unitário engloba todas as operações relativas à execução dos trabalhos de cofragem nomeadamente fornecimento e transporte de materiais, fabrico, escoramento, montagem, desmontagem, negativos, carga, transporte, descarga, reparações e limpezas.

## **4.7 ARMADURAS PARA BETÃO ARMADO**

### **4.7.1 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS**

As armaduras para betão armado deverão ser executadas de acordo com os desenhos do projecto e indicações complementares que foram dadas, devendo ser submetidas a aprovação da Fiscalização as localizações das emendas e sobreposição de armaduras e outros pormenores de montagem importantes. Recordam-se a este propósito as disposições construtivas do REBAP (artigos 77º, 81º e 85º).

Admite-se a substituição dos diâmetros previstos por outros de secção equivalente desde que esta substituição seja considerada como tecnicamente preferível e como tal aceite pela Fiscalização, e sem que daí resulte aumento do custo da obra.

Deverá ser posto o maior cuidado em respeitar as disposições das armaduras tais como são previstas no projecto e em evitar que durante a betonagem possam estar sujeitas a deformações ou deslocamentos.

Para este efeito, as armaduras principais devem encontrar-se perfeitamente ligadas às armaduras de distribuição estribos ou cintas mediante cuidadas ataduras de arame, e por forma a constituírem um conjunto em que todos os varões não se possam deslocar uns em relação aos outros, quer durante a

sua montagem na cofragem quer durante a colocação e compactação do betão. Para assegurar a posição das armaduras, estas deverão ser suportadas por calços de betão com as menores dimensões possíveis e de composição idêntica à do betão a colocar.

Não será admitida a utilização de pedras para calçar armaduras, e a separação de varões em muros, lajes e vigas, será feita com separadores ou elementos apropriados de aço.

Não será permitida a colocação de armaduras transversais sobre camadas de betão fresco nem a utilização de suportes metálicos que atinjam a superfície do betão.

O trabalho de dobragem será normalmente executado a frio, para diâmetros inferiores a 25 mm, podendo ser feito a quente para diâmetros superiores ao referido, devendo, neste caso, o arrefecimento ser lento por acção do ar e em local abrigado da chuva e mau tempo.

A dobragem do aço nervurado será efectuada de acordo com o *Artigo 79º do R.E.B.A.P.*

#### **4.7.2 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

A unidade de medição está incorporada no m<sup>3</sup> de betão armado.

### **4.8 ESTRUTURAS E ELEMENTOS METÁLICOS**

#### **4.8.1 DESCRIÇÃO GERAL DOS TRABALHOS**

Os trabalhos incluídos neste item compreendem, essencialmente:

- Reparação dos desenhos e especificações (ex: soldaduras) necessárias ao fabrico das peças metálicas, para aprovação pela Fiscalização;
- Levantamento topográfico rigoroso das peças de betão onde irá apoiar a estrutura metálica;
- Aprovisionamento dos materiais necessários ao fabrico das estruturas metálicas e realização de ensaios para garantia da sua qualidade;
- Fornecimento e montagem de chumbadouros e respectivos gabarits de fixação que ficarão embebidos no betão;
- Confirmação do posicionamento dos chumbadouros após betonagem;

- Fabrico de peças das estruturas metálicas;
- Pré-montagem em oficina de partes das estruturas seguindo programa a aprovar pela Fiscalização;
- Realização de ensaios não destrutivos de soldaduras;
- Controle dimensional com levantamento tipográfico, para aprovação da Fiscalização;
- Decapagem e aplicação de uma demão de primário sobre as superfícies das peças;
- Transporte dos elementos da estrutura para o local da obra;
- Preparação de todo o equipamento e restantes meios auxiliares necessários à montagem da estrutura no local;
- Pré-montagem ao nível do pavimento, se necessário;
- Montagem das estruturas de acordo com a sequência aprovada pela Fiscalização.

## **4.8.2 FABRICO**

### **4.8.2.1 TRAÇAGEM DA ESTRUTURA METÁLICA**

- A traçagem das peças das estruturas metálicas deverá ser feita tendo em vista a obtenção de contornos exactos, de acordo com os desenhos, e que os bordos ou topos se ajustem perfeitamente em todo o comprimento das juntas;
- Na traçagem das peças a soldar, deverão ser tidas em conta as deformações devidas à retracção longitudinal e transversal;
- Não serão permitidas marcas a escopro ou punção a frio, que permaneça no material a aplicar em obra;
- Antes de iniciar a traçagem das peças o Empreiteiro 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 projecto, procedendo aos acertos de dimensões necessárias que submeterá à aprovação da Fiscalização.

#### 4.8.2.2 DESEMPENO

- As barras, chapas e perfilados serão desempenados a frio, ou, excepcionalmente, a quente respeitando as regras técnicas adequadas ao aço;
- O Desempenho a frio será, na medida do possível, feito à máquina, por pressão e não por choque;
- As peças a curvar serão trabalhadas após aquecimento a vermelho vivo devendo suspender-se o trabalho desde que passem a vermelho escuro. Deverá garantir-se que o arrefecimento se processe lentamente.

#### 4.8.2.3 CORTE

- O corte das barras, perfis e tubos será de preferência feito à serra;
- Nos cortes realizados, excepcionalmente, à guilhotina ou a oxicorte, tomar-se-ão cuidados especiais no acabamento dos bordos, em particular quando houver que proceder a soldadura. As saliências, falhas e rebarbas dos bordos das peças serão removidas à mó de esmeril.

#### 4.8.2.4 FURAÇÃO

As furações destinadas a parafusos deverão respeitar o seguinte:

- Os furos relativos ao mesmo parafuso, em peças sobrepostas, deverão permitir a livre inserção do elemento de ligação das peças, sendo permitida, na excentricidade, a tolerância de 1 mm, com a condição de se anular esta diferença a mandril;
- A tolerância para irregularidades de furação será no máximo de 1 mm para a distância de um dos furos ao que se lhe seguir, e de 2 mm para a distância aos furos extremos de uma mesma linha;
- Os alinhamentos dos furos deverão ser rigorosamente paralelos às secções de corte, admitindo-se a tolerância de 1 mm;
- A furação, quando realizada a saca-bocados à broca, que não garanta a forma cilíndrica e circular dos furos, será realizada com diâmetro inferior ao valor nominal, no mínimo de 2 mm, sendo alargada para a do projecto, a mandril, com as peças ligadas na sua posição definida;

- Nas peças em que se tenham realizado furos deverão ser eliminadas as rebarbas das duas faces em contacto, para que se ajustem perfeitamente uma sobre a outra.

#### **4.8.2.5 SOLDADURA**

- O empreiteiro 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., caso lhe seja exigido;
- 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;
- 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 disposição e a ordem de execução devem ser estabelecidos de modo a reduzir-se, tanto quando possível, os estados de tensão resultantes da própria operação de soldadura, e para que as peças soldadas fiquem na posição pretendida;
- As soldaduras efectuadas não poderão ser arrefecidas rapidamente, exigindo-se uma descida gradual e lenta de temperatura. Será exigida uma protecção das soldaduras contra o arrefecimento brusco provocado pela chuva, neve ou acção do vento;
- O metal depositado tem de ficar bem ligado aos materiais a soldar sem que se tenha queimado o material dos bordos;
- Os cordões executados não deverão apresentar irregularidades, poros, fendas, cavidades ou quaisquer outros defeitos;
- A cada passagem e antes de iniciado o novo cordão, a superfície do cordão realizado deve ser cuidadosamente desembaraçada de escórias, utilizando a picadeira e a escova de aço ou outro método conveniente. Tomar-se-ão os mesmos cuidados quando houver que prosseguir um cordão interrompido ou ligar dois cordões já executados.
- As superfícies destinadas a receber soldadura deverão encontrar-se secas e bem limpas, isentas de corpos estranhos, ferrugem, escórias, pintura e gorduras;
- As soldaduras e as partes contínuas serão picadas e escovadas até ficarem perfeitamente limpas, a fim de se poder verificar a existência de fissuras, poros ou outros defeitos. Todos os

defeitos aparentes na superfície de um cordão, deverão ser removidos a "arçar" e à mó. A operação de remoção será executada até completo desaparecimento dos defeitos de compacidade;

- Nos cordões de soldadura topo a topo, e sempre que isso seja construtivamente possível, proceder-se-á à esmerilagem da raiz e à execução do respectivo cordão;
- Em caso de comprovada necessidade, poderá exigir-se o tratamento térmico de determinadas peças;
- As características dos eléctrodos são referidas nas Especificações Técnicas, sendo o revestimento de acordo com as características de cada tipo de juntas.

#### **4.8.2.6 CONTROLO DA SOLDADURA**

- O Empreiteiro obriga-se a apresentar à Fiscalização, antes de dar início aos trabalhos de soldadura, e para aprovação prévia, os métodos de controle e a extensão com que os mesmos se devem realizar, para garantia do nível de qualidade dos trabalhos de soldadura;
- Além do exame directo serão feitos exames radiográficos, no mínimo, a 20% do total de soldaduras topo a topo e a 10% do total das restantes soldaduras;
- A aceitação dos defeitos será obtida por comparação com as radiografias dos padrões IIS/IIW;
- Todos os exames de controlo de soldadura serão a cargo do Empreiteiro;
- Se for detectada uma soldadura defeituosa, todas as soldaduras existentes no elemento em que aquela foi localizada serão submetidas a inspecção radiográfica. Por outro lado, proceder-se-á ao controlo radiográfico de todas as soldaduras refeitas, reconhecidas inicialmente como defeituosas;
- A Fiscalização poderá exigir sondagens nos cordões que lhe afigurem defeituosos, os quais serão refeitos por soldadura. Este trabalho será da conta do Empreiteiro caso se tenham detectado deficiência no cordão, ou da conta da Fiscalização no caso contrário.

#### **4.8.2.7 MARCAÇÃO DAS PEÇAS PRÉ-FABRICADAS**

Todas as peças devem ser convenientemente marcadas em oficina para que, na montagem, não possa surgir qualquer dúvida quanto à sua posição.



#### **4.8.2.8 TOLERÂNCIAS DE FABRICO**

Em todas as peças metálicas a fabricar deverão ser respeitadas as seguintes tolerâncias dimensionais:

- A variação do comprimento L de uma peça, para valores em mm, não poderá ser superior a  $(0.001 \times L)0.5$ ;
- A flecha a meio vão de uma peça empenada terá como limite,  $0.0015 \times L$ ;
- Em perfis laminados a flecha medida a meia altura do perfil, relativamente à vertical teórica deverá ser inferior a  $0.007 \times h$ , sendo h a altura total do perfil.

#### **4.8.3 MONTAGEM**

##### **4.8.3.1 REGRAS GERAIS DE MONTAGEM**

- A montagem das estruturas metálicas deverá ser feita por pessoal especializado e respeitar todas as normas e regulamentos de segurança aplicáveis, em particular o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil;
- Nos trabalhos de montagem das estruturas metálicas serão respeitados os artigos dos capítulos V e VI da R.E.A.E.;
- Os eixos principais e as marcas de desnivelamento necessárias à montagem, serão fixados e materializados claramente e referenciados a pontos fixos;
- A colocação dos chumbadouros deverá ser feita tomando as necessárias precauções para que o seu posicionamento não seja modificado no decurso da betonagem;
- O Empreiteiro deverá utilizar de sua conta todas as ferramentas, equipamentos de elevação, construções auxiliares e contraventamentos provisórios necessários à montagem;
- Deverão ser integralmente respeitadas as indicações do projecto nomeadamente no que respeita à aplicação dos parafusos pré-fabricados;
- A execução das ligações aparafusadas pré-esforçadas será feita de acordo com os artigos 63º e 64º do R.E.A.E.;

- Será submetido à aprovação da Fiscalização o plano dos trabalhos e montagem, o qual deve respeitar as indicações do projecto e das Especificações Técnicas, e indicar claramente quais os meios materiais e humanos que o Empreiteiro irá utilizar;
- O Empreiteiro deve submeter à aprovação da Fiscalização os processos de controle de qualidade dos trabalhos de montagem que irá utilizar para garantir o integral cumprimento do projecto. Será objecto de particular atenção o controle dimensional e a qualidade das ligações soldadas e aparafusadas;
- Antes da colocação dos parafusos a Fiscalização fará a vistoria das furações a fim de verificar a perfeição do trabalho e proceder às correcções convenientes.

#### **4.8.3.2 TOLERÂNCIA DE MONTAGEM**

Salvo indicação em contrário nos Desenhos de Execução, deverão ser observadas as seguintes tolerâncias de montagem:

- Elementos verticais
  - Desvio relativo à implantação correcta, ao nível da placa de base, inferior a 10 mm;
  - Desvio do topo do elemento relativamente à vertical passando pela sua base, inferior a  $0.0035 \times h$ , em que  $h$  é a altura do elemento;
  - Desvio entre os eixos de elementos vizinhos, inferior a 15 mm.
- Elementos horizontais
  - Excentricidade de ligação, inferior a 5 mm;
  - Desvio entre eixos de elementos vizinhos, inferior a 20 mm.
- Os desvios relativos às dimensões da obra, em planta e em alçado, resultantes de fabricação e montagem, não ultrapassarão em nenhum ponto 20 mm.

#### **4.8.4 PROTECÇÃO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS**

##### **4.8.4.1 PROTECÇÃO ANTI-CORROSIVA**

- Após conclusão do fabrico será aplicado nas peças metálicas definitivas o esquema de protecção anti-corrosiva previsto no projecto e nas Especificações Técnicas;

- Após montagem da estrutura deverão ser retocadas todas as partes danificadas no transporte e montagem, nomeadamente as zonas de soldadura, de modo a repor a mesma protecção descrita no número anterior;
- Nos casos em que não esteja especificado no Projecto o esquema de protecção anti-corrosiva consistirá em:
  - Elementos horizontais de pavimento, encobertos por revestimentos de arquitectura:
    - decapagem do material ao grau Sa 2 1/2, limpeza de gorduras e resíduos;
    - uma camada de primário epoxy rico em zinco com 50 microns;
    - uma camada de argamassa de protecção ao fogo, composta por inertes perlita e vermiculita expandidos, cargas refractárias e ligantes tipo cimento com capacidade isolante, tipo "biofire" ou equivalente, com uma espessura mínima que garanta 60 minutos de protecção ao fogo, para uma temperatura crítica de referência de 550°C.
  - Elementos verticais e elementos horizontais de pavimento à vista:
    - decapagem do material ao grau Sa 2 1/2, limpeza de gorduras e resíduos;
    - uma camada de primário epoxy rico em zinco com 50 microns;
    - pintura de protecção ao fogo com tinta intumescente, tipo "biofire" ou equivalente, com uma espessura mínima que garanta 60 minutos de protecção ao fogo, para uma temperatura crítica de referência de 550°C;
    - tinta de acabamento em poliuretano, em 2 demãos com espessura mínima de 50 microns por camada, em cor a definir pelo projecto de arquitectura.

#### 4.8.5 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

A unidade de medição é o quilograma. As quantidades serão constituídas pelos pesos obtidos a partir dos comprimentos medidos nos desenhos do projecto multiplicados pelos pesos nominais unitários respectivos.

Esta medição é acrescida de 10% de forma a contemplar as emendas, ligações, chapas, desperdícios, aparelhos de apoio, buchas químicas, chumbadores, parafusos, porcas, anilhas, etc., considerando-se que o respectivo custo está incluído no preço unitário proposto pelo Empreiteiro.

O preço unitário, correspondente à unidade de medição, engloba também todos os encargos com materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários para a completa execução dos trabalhos de

fabrico e montagem. Igualmente se considera incluído no preço a pintura após preparação prévia da superfície de acordo com a especificação própria incluída nestas cláusulas técnicas especiais.

## **4.9 REPARAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO DETERIORADAS COM ARMADURAS À VISTA**

### **4.9.1 DEFINIÇÃO**

Esta especificação será aplicada nos locais onde existam armaduras expostas ou onde o betão se encontre delaminado, o que é detectado pela presença de fendilhação ou pelo som oco característico ao percutir um martelo na superfície do betão.

As zonas a tratar por este processo, que são fundamentalmente aquelas em que haja necessidade de expor as armaduras para tratamento e posterior recobrimento com argamassa, serão previamente delimitadas, através de marcação na superfície do betão, e serão inspeccionadas pela Fiscalização antes da execução dos trabalhos.

A preparação da superfície de betão tem como principal objectivo a criação de uma superfície com boas condições de ligação para a posterior aplicação da argamassa de reparação.

### **4.9.2 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS**

Sempre que se verifique delaminação do betão ou fendilhação paralela ao desenvolvimento das armaduras, colorações no betão que indiquem um estado avançado de corrosão ou sempre que as armaduras fiquem expostas no decorrer de um tratamento de uma superfície de betão, dever-se-á proceder da seguinte forma:

- Remoção do betão delaminado e corte do betão nas zonas a reparar com jacto de água ou martelo pneumático ligeiro com peso máximo de 6 kg. O betão deverá ser removido até uma profundidade de, pelo menos, 2cm por detrás das armaduras que iniciem corrosão. Por forma a remover todo o material solto ou fendilhado, bem como qualquer rugosidade específica, deverá ser projectado o jacto de água numa posição ortogonal à superfície em causa, a uma distância de aproximadamente 1m e movimentando o jacto em círculos. Após a execução deste trabalho deverá ser inspeccionada a superfície e verificado se a área a reparar terá de ser corrigida. O contorno da região a reparar deverá ser cortado com disco diamantado, na perpendicular à superfície do betão e com uma profundidade mínima de 10 mm ao longo de todo o seu contorno. Esse contorno deverá ser definido por forma a apresentar uma geometria regular, minimizando os cantos reentrantes e salientes;

- Limpeza da superfície do varão até que sejam removidos todos os produtos de corrosão, gordura, óleo ou restos de betão, através de jacto de areia ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a ISO850-1) ou mediante escovilhão de aço ao grau St3. A limpeza da superfície do varão poderá ser realizada em simultâneo com a preparação da superfície de betão referida previamente;
- Limpeza com um jacto de ar comprimido para remover as partículas soltas e poeiras decorrentes dos procedimentos anteriores;
- No caso da secção do varão se encontrar reduzida em mais de 30%, deverá proceder-se à sua substituição, através da adição de um varão que deverá ser ligado ao existente por soldadura, ou através de mangas próprias para o efeito, no caso de se não dispor de comprimento de amarração suficiente. No caso da secção do varão se encontrar reduzida em mais de 10% e menos de 30% a secção do varão pode ser complementada por um novo varão por forma a repor a área inicial sendo a sua amarração realizada por comprimento de amarração;
- De acordo com o sistema que vier a ser proposto, todas as armaduras expostas deverão ser protegidas localmente por duas camadas de 1mm de um agente de aderência e de protecção anti-corrosiva específico para armaduras, à base de cimento melhorado com resina sintética e sílica de fumo;
- Aplicação do mesmo agente de aderência e protecção nas superfícies de betão a reperfilar, com um consumo médio de 2.0kg/m<sup>2</sup>;

#### **4.9.3 APLICAÇÃO DE ARGAMASSA MANUALMENTE**

- O preenchimento para substituição do betão destacado ou retirado será realizado através da aplicação de uma argamassa de reparação feita à talocha, aplicando-se sucessivamente duas ou três camadas com espessuras inferiores a 20mm. Cada camada deverá ser aplicada imediatamente após o endurecimento da anterior, que será previamente saturada com água. Quando forem necessárias cofragens, a argamassa deve ser colocada fluída ou superfluída, de um só lado da cofragem, para evitar aprisionamento de ar, de modo contínuo e sem vibração. Neste caso deverá ser realizado um cachimbo na cofragem por forma a manter a zona a reparar sobre pressão sendo depois cortada a argamassa desse cachimbo. No caso de reparação em grandes superfícies a aplicação poderá ser feita por meio de equipamento de projecção o qual deverá ser sujeito à aprovação prévia da Fiscalização. A metodologia de aplicação da argamassa de reparação deve procurar assegurar a colagem perfeita ao betão

existente. A resistência da ligação argamassa/betão deverá garantir uma tensão de tracção de pelo menos 1MPa no ensaio de "pull-off", a realizar aos 28 dias. Todas as argamassas serão fabricadas no momento do seu emprego e em quantidades proporcionadas ao seu consumo, sendo rejeitadas as que experimentem início de presa no amassadouro;

#### 4.9.4 APLICAÇÃO DE ARGAMASSA PROJECTADA

- A tarefa de aplicação e reposição de material poderá ser feita com recurso argamassa pré-doseada projectada.
- A projecção será feita por via húmida.

##### 4.9.4.1 PLANO DA MISTURA

- A quantidade de água deverá controlada pelo operador do bocal, atendendo às condições da superfície de aplicação e localização da mesma.
- As distâncias entre os locais de instalação dos equipamentos misturadores e os da colocação dos betões em obra deverão ser objecto de estudo.
- Os aditivos líquidos deverão ser colocados por uma bomba especial e acrescentados à mistura húmida no bocal ou junto desta.
- Será obrigatório o uso de um contador que permita controlar a quantidade de água introduzida na pistola de projecção, bem como o equipamento necessário, tal como manómetros.

##### 4.9.4.2 BETONAGEM

- Se a temperatura, no local da obra, for superior a mais trinta graus centígrados, a projecção não deverá ser permitida a não ser com a autorização expressa da Fiscalização e com o rigoroso cumprimento das condições da EN 206-1.
- No início do trabalho, deverá ser introduzido, apenas, ar pela mangueira. Após a comprovação do correcto percurso até à saída do bocal, informação a fornecer pelo lanceiro, e ainda, a comprovação do controlo da pressão introduzida, cuja tarefa é da responsabilidade do operador da máquina, deverá, então, a mistura ser gradualmente introduzida, para que exista um correcto equilíbrio entre mistura e material, em fluxo ininterrupto até ao bocal.

- De seguida, o contador deverá controlar a quantidade de água a introduzir na pistola de projecção até se ter a certeza que a projecção está a ser executada da maneira mais indicada.
- A projecção da argamassa não deverá ser permitida, ainda, durante períodos de chuva ou vento forte.
- A aplicação do jacto deverá ser feita segundo uma sequência uniforme de ovais e círculos, no mesmo sentido, em cada passagem, sendo desejável que a totalidade da espessura da secção seja conseguida com a aplicação de uma só camada, reduzindo, assim, a possibilidade de formação de juntas frias, sem que haja recuo ou avanço do lanceiro em relação à superfície a betonar.
- Quando houver a necessidade de aplicação de mais de uma camada para a mesma secção, deverá esperar-se o tempo suficiente para que a camada aplicada já tenha iniciado a presa, certificando-se que está limpa de sujidades, de qualquer material solto e de ricochete. Se necessário, proceder-se-á à limpeza pela aplicação de jactos de areia, água e ar, sob pressão.
- Os cantos horizontais e/ou verticais deverão ser os primeiros a serem preenchidos, de forma a eliminar possíveis áreas de acumulação de material indesejáveis. Assim, o bocal deverá estar apontado para a bissectriz do ângulo formado.
- No caso de betonagens de áreas verticais espessas, ou situações de juntas de betonagem, deverá criar-se um talude de argamassa projectada, aproximadamente a 45° com a superfície de aplicação, para que o ricochete seja mais facilmente evadido.
- A utilização de argamassa projectada na reparação dos pilares, em particular quando há necessidade de recomposição de toda a secção transversal, deverá fazer-se acompanhar de cofragem adequada, que funcionará como guia para a betonagem, bem como para garantir obediência às espessuras de recobrimento das armaduras.
- A distância óptima entre o bocal e a superfície de aplicação deverá ser de 1,0 a 1,5 metros. O ângulo de incidência deverá ser próximo dos zero graus, ou seja, a projecção deverá ser sempre perpendicular à superfície a betonar.
- Imediatamente antes da aplicação da argamassa projectada, deverá proceder-se à limpeza, por sopragem de ar comprimido, feita por um auxiliar do lanceiro, de forma a garantir que a projecção da argamassa não incorpore material solto e a redução da possibilidade de formação do efeito de parede (criação de espaços segregados ou de vazios por trás dos varões da armadura).

- Logo que a projecção termine, os trabalhos de aplicação da argamassa deverão ser inspeccionados, para que seja pesquisada a existência de áreas de execução deficiente, a apresentar ninhos, delaminações, vazios, bolsões, etc.. Caso tais anomalias sejam constatadas, a reparação deverá ser imediata, antes da argamassa iniciar a presa, devendo o material defeituoso ser removido e de novo aplicar argamassa projectada.
- A camada de argamassa projectada deverá ser acabada manualmente, por um pedreiro experiente, a manejar uma talocha.
- Uma interrupção no processo de projecção implica, obrigatoriamente, ejeção de todo o material na máquina, seguido da ejeção da água e finalmente do ar acumulado.
- Cada elemento de construção deverá ser betonado de maneira contínua, ou seja, sem intervalos maiores do que os das horas de descanso, inteiramente dependentes do seguimento das diversas fases construtivas, procurando-se sempre a redução dos esforços de contracção entre camadas de betão com idades diferentes.
- As juntas de betonagem só deverão ter lugar nos pontos onde a Fiscalização o permitir, de acordo com o plano de betonagem aprovado. Antes de começar uma betonagem as superfícies de betão deverão ser tratadas convenientemente de acordo com as indicações da Fiscalização, admitindo-se, em princípio, o seguinte tratamento: deixar-se-ão na superfície dentes e inertes salientes; Se notar presa do betão nas juntas, deverão as superfícies ser lavadas a jacto de ar e de água, e retirar a "nata" que se mostre desagregada a fim de se obter uma boa superfície de aderência, sendo absolutamente vedado o emprego de escovas metálicas no tratamento das superfícies de betonagem.
- As juntas de betonagem deverão ser lavadas com jacto de água, retirando-se alguma pedra que se reconheça estar solta.
- O lanceiro deverá ser um operário especializado, com experiência da técnica empregada e sensibilidade para a execução do trabalho.
- O empreiteiro proporá o sistema a utilizar para controlar a espessura da argamassa projectada e a geometria (nivelamento) de acabamento da superfície.

#### 4.9.5 CURA

Após a colocação da argamassa e imediatamente após esta ter adquirido a sua presa inicial deverá iniciar-se o processo de cura. A cura deve ser feita por meio de pulverização com água, com coberturas molhadas ou, em casos excepcionais e quando aprovado pela



Fiscalização, utilizando uma membrana de cura em material anti-evaporante. O período mínimo de cura húmida será de 4 dias devendo ser prolongado caso as condições climatéricas se apresentem adversas (muito vento ou muito calor). Durante o período de cura a superfície deverá manter-se constantemente molhada.

#### **4.9.6 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

A quantificação deste trabalho é contabilizada em metros quadrados (m<sup>2</sup>), representando as áreas correspondentes às superfícies a reabilitar, e em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), consoante o tipo de actividade, determinadas a partir dos desenhos de Estabilidade.

### **4.10 ARGAMASSA CIMENTÍCIA NÃO RETRÁCTIL**

#### **4.10.1 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS**

Na execução desta argamassa, o produto deverá ser adicionado a uma quantidade de água que pode variar entre 12% e 15% sobre o peso da argamassa. Essa quantidade de água depende da consistência e da resistência mecânica desejadas.

Deverá utilizar-se, de preferência, um misturador mecânico de velocidade lenta (até 600rpm), mas também se pode fazer a mistura manualmente, mas é necessário prolongar o tempo de mistura para pelo menos 5 minutos.

Esta argamassa coloca-se por vazamento, imediatamente após a amassadura, para aproveitar ao máximo o seu efeito expansivo. De preferência não se deve ultrapassar os 10 minutos após a amassadura.

### **4.11 JUNTAS DE DILATAÇÃO E PREENCHIMENTO DE JUNTAS**

#### **4.11.1 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

A medição das juntas é realizada em metros (m) e corresponde ao comprimento dos cordões de mastique preconizados. Este trabalho inclui ainda o material definido entre os cordões, todos os meios e materiais necessários à sua correcta execução.

## 4.12 DRENAGEM DE MUROS DE SUPORTE

### 4.12.1 DEFINIÇÃO

Este trabalho consiste na colocação de manta plástica perfurada, ou similar, e moldada com cortina geotêxtil assente de encontro aos muros/paredes de betão, fixos conforme o sistema preconizado pelo fabricante, incluindo tubo drenante no fundo para condução à rede de águas pluviais.

### 4.12.2 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

As mantas drenantes são colocadas em faixas verticais, sobre a impermeabilização do tardo dos muros de suporte conforme se indica nas peças desenhadas.

Serão fixadas a partir de baixo para cima por pregagem. O número mínimo de pregos é de um por metro quadrado e devem ser suficientes para garantir que as mantas se mantenham em posição durante a realização de aterros.

No tardo dos muros devem ser eliminadas todas as irregularidades e descontinuidades que possam danificar as mantas.

A própria concepção da manta deverá permitir a sobreposição lateral de, pelo menos, 10cm da tela filtrante de duas faixas adjacentes, em ambas as faces.

Não são recomendadas emendas horizontais das mantas. Caso sejam necessárias, o não tecido geotêxtil deve sobrepor-se de pelo menos 20cm e os alvéolos devem encaixar-se na extensão dessa sobreposição.

O fecho ou remate da camada alveolar e da superfície a proteger, pregando ao longo da borda de modo a que o prego atravesse o não tecido filtrante pelo exterior e pelo interior, evitando deste modo que as terras penetrem na camada alveolar durante e após as operações de aterro.

O tubo colector será colocado na parte inferior da superfície a drenar e será envolvido pela manta.

O encosto das terras às mantas na reposição dos solos no tardo dos muros deve ser realizado com o máximo cuidado para não romper, soltar ou de qualquer modo danificar as ditas mantas ou qualquer um dos seus componentes.

Se tal se vier a verificar, deverá o empreiteiro proceder à substituição da totalidade da faixa da manta afectada, suportando ele todos os custos daí inerentes.

As operações de aterro devem ser realizadas no sentido de sobreposição das mantas.

### **4.12.3 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

A camada drenante é medida em metros quadrados (m<sup>2</sup>), o que corresponde à área no tardo dos muros de suporte, compreendida entre o topo da sapata e a cota final do terreno a encostar, depois de compactado.

O custo inclui a regularização de superfícies sobre as quais são aplicadas as mantas, o fornecimento e colocação de todos os materiais, dispositivos de fixação, andaimes, mão-de-obra e todos os trabalhos e equipamentos necessários.

O tubo colector em PVC é medido ao metro linear (m) e corresponde ao comprimento dos muros/paredes que se encontram enterrados.

## **4.13 APLICAÇÃO DE ARGAMASSA PROJECTADA**

### **4.13.1 CRITÉRIOS GERAIS**

- A tarefa de aplicação e reposição de material poderá ser feita com recurso argamassa pré-doseada projectada.
- A projecção será feita por via seca.

#### **4.13.1.1 COMPOSIÇÃO DA ARGAMASSA**

- O armazenamento dos componentes da argamassa deverá ser feito em local seco e fresco. Estes componentes só poderão ser utilizados até à data limite de utilização indicada pelo Fornecedor do produto.
- Na confecção só poderão ser utilizadas embalagens de origem, fechadas, sendo a abertura da embalagem feita imediatamente antes da sua colocação no tambor da misturadora, e utilizando, tanto quanto possível, todo o conteúdo do saco.
- As argamassas serão fabricadas no momento do seu emprego e na proporção do seu consumo.
- As argamassas deverão ter em conta que são objectivos fundamentais da execução destes trabalhos a garantia de durabilidade e de resistência mecânica do betão, o qual vai estar em contacto com um ambiente agressivo. Assim, importa garantir a sua elevada resistência química, a sua elevada compacidade e baixa porosidade e permeabilidade, devendo minorar, tanto quanto possível, os efeitos da retracção diferencial e também da fluência.

- Para a sua preparação em obra apenas poderá ser adicionada água, de acordo com as especificações do fabricante, não sendo aceite a adição de quaisquer aditivos sólidos ou líquidos na obra, sem a aprovação prévia da Fiscalização.

#### 4.13.1.2 PLANO DA MISTURA

- A quantidade de água deverá controlada pelo operador do bocal, atendendo às condições da superfície de aplicação e localização da mesma.
- As distâncias entre os locais de instalação dos equipamentos misturadores e os da colocação dos betões em obra deverão ser objecto de estudo.
- Os aditivos líquidos deverão ser colocados por uma bomba especial e acrescentados à mistura seca no bocal ou junto desta.
- Será obrigatório o uso de um contador que permita controlar a quantidade de água introduzida na pistola de projecção, bem como o equipamento necessário, tal como manómetros.

#### 4.13.1.3 BETONAGEM

- Se a temperatura, no local da obra, for superior a mais trinta graus centígrados, a projecção não deverá ser permitida a não ser com a autorização expressa da Fiscalização e com o rigoroso cumprimento das condições da EN 206-1.
- No início do trabalho, deverá ser introduzido, apenas, ar pela mangueira. Após a comprovação do correcto percurso até à saída do bocal, informação a fornecer pelo lanceiro, e ainda, a comprovação do controlo da pressão introduzida, cuja tarefa é da responsabilidade do operador da máquina, deverá, então, a mistura ser gradualmente introduzida, para que exista um correcto equilíbrio entre mistura e material, em fluxo ininterrupto até ao bocal.
- De seguida, o contador deverá controlar a quantidade de água a introduzir na pistola de projecção até se ter a certeza que a projecção está a ser executada da maneira mais indicada.
- A projecção da argamassa não deverá ser permitida, ainda, durante períodos de chuva ou vento forte.
- A aplicação do jacto deverá ser feita segundo uma sequência uniforme de ovais e círculos, no mesmo sentido, em cada passagem, sendo desejável que a totalidade da espessura da secção seja conseguida com a aplicação de uma só camada, reduzindo, assim, a possibilidade de formação de juntas frias, sem que haja recuo ou avanço do lanceiro em relação à superfície a betonar.
- Quando houver a necessidade de aplicação de mais de uma camada para a mesma secção, deverá esperar-se o tempo suficiente para que a camada aplicada já tenha iniciado a presa, certificando-se que está limpa de sujidades, de qualquer material solto e de ricochete. Se necessário, proceder-se-á à limpeza pela aplicação de jactos de areia, água e ar, sob pressão.

- Os cantos horizontais e/ou verticais deverão ser os primeiros a serem preenchidos, de forma a eliminar possíveis áreas de acumulação de material indesejáveis. Assim, o bocal deverá estar apontado para a bissetriz do ângulo formado.
- No caso de betonagens de áreas verticais espessas, ou situações de juntas de betonagem, deverá criar-se um talude de argamassa projectada, aproximadamente a 45° com a superfície de aplicação, para que o ricochete seja mais facilmente evadido.
- A utilização de argamassa projectada na reparação dos pilares, em particular quando há necessidade de recomposição de toda a secção transversal, deverá fazer-se acompanhar de cofragem adequada, que funcionará como guia para a betonagem, bem como para garantir obediência às espessuras de recobrimento das armaduras.
- A distância óptima entre o bocal e a superfície de aplicação deverá ser de 1,0 a 1,5 metros. O ângulo de incidência deverá ser próximo dos zero graus, ou seja, a projecção deverá ser sempre perpendicular à superfície a betonar.
- Imediatamente antes da aplicação da argamassa projectada, deverá proceder-se à limpeza, por sopragem de ar comprimido, feita por um auxiliar do lanceiro, de forma a garantir que a projecção da argamassa não incorpore material solto e a redução da possibilidade de formação do efeito de parede (criação de espaços segregados ou de vazios por trás dos varões da armadura).
- Logo que a projecção termine, os trabalhos de aplicação da argamassa deverão ser inspeccionados, para que seja pesquisada a existência de áreas de execução deficiente, a apresentar ninhos, delaminações, vazios, bolsões, etc.. Caso tais anomalias sejam constatadas, a reparação deverá ser imediata, antes da argamassa iniciar a presa, devendo o material defeituoso ser removido e de novo aplicar argamassa projectada.
- A camada de argamassa projectada deverá ser acabada manualmente, por um pedreiro experiente, a manejar uma talocha.
- Uma interrupção no processo de projecção implica, obrigatoriamente, ejeção de todo o material na máquina, seguido da ejeção da água e finalmente do ar acumulado.
- Cada elemento de construção deverá ser betonado de maneira contínua, ou seja, sem intervalos maiores do que os das horas de descanso, inteiramente dependentes do seguimento das diversas fases construtivas, procurando-se sempre a redução dos esforços de contracção entre camadas de betão com idades diferentes.
- As juntas de betonagem só deverão ter lugar nos pontos onde a Fiscalização o permitir, de acordo com o plano de betonagem aprovado. Antes de começar uma betonagem as superfícies de betão deverão ser tratadas convenientemente de acordo com as indicações da Fiscalização, admitindo-se, em princípio, o seguinte tratamento: deixar-se-ão na superfície dentes e inertes salientes; Se notar presa do betão nas juntas, deverão as superfícies ser lavadas a jacto de ar e de água, e retirar a "nata" que se mostre desagregada a fim de se obter uma boa superfície de aderência, sendo

absolutamente vedado o emprego de escovas metálicas no tratamento das superfícies de betonagem.

- As juntas de betonagem deverão ser lavadas com jacto de água, retirando-se alguma pedra que se reconheça estar solta.
- O lanceiro deverá ser um operário especializado, com experiência da técnica empregada e sensibilidade para a execução do trabalho.
- O empreiteiro proporá o sistema a utilizar para controlar a espessura da argamassa projectada e a geometria (nivelamento) de acabamento da superfície.

#### **4.13.1.4 CRITÉRIOS DE SEGURANÇA**

- Nas operações de aplicação de argamassa projectada deverão ser tomadas precauções de forma a prevenir perigos para os operadores e para os equipamentos, tais como as indicadas na seguinte listagem:
- Todos os elementos envolvidos nas operações de projecção de argamassa deverão utilizar equipamento preventivo que inclua luvas e botas impermeáveis, óculos de protecção e máscaras contra poeira. Este equipamento de protecção deverá ser lavado com frequência e substituído sempre que evidenciar desgaste;
- O lanceiro deverá manter controlo permanente do jacto de argamassa, de modo a evitar que outras pessoas possam vir a ser atingidas;
- Sempre que houver entupimento da mangueira, deverá ser reduzida ou paralisada a operação de alimentação da máquina projectora, sendo seguidamente cortado o fornecimento de ar comprimido, para que então se possa proceder ao desentupimento;
- Caso ocorra rotura da mangueira, a alimentação da máquina e o fornecimento de ar deverão ser imediatamente interrompidos;
- As ligações entre mangueiras e máquinas deverão ser constantes e proficientemente inspeccionadas.

#### **4.13.2 CURA DOS SISTEMAS CIMENTÍCIOS**

##### **4.13.2.1 CRITÉRIOS GERAIS**

- Para que se obtenham as propriedades esperadas para o betão, a argamassa e os sistemas cimentícios, na generalidade, em especial na zona superficial, é necessária uma cura e uma protecção adequadas durante um período conveniente, conforme indicado na ENV 13670-1.
- Dado que os materiais de reposição e revestimento (betões e argamassas) serão sujeitos à protecção por aplicação de inibidores de corrosão migratórios e pinturas, não se recorrerá à cura

- pela aplicação de produtos filmogénicos, ficando assim tal tarefa restrita à contínua aspersão de água.
- A cura é uma prevenção contra a secagem prematura, particularmente devida à radiação solar e ao vento.
  - A protecção é uma prevenção contra:
    - . O arrastar dos finos pela chuva ou pela água corrente;
    - . O arrefecimento rápido durante os primeiros dias após a colocação;
    - . As grandes diferenças de temperatura internas;
    - . As baixas temperaturas;
    - . A vibração e o impacto, que podem romper o betão e interferir com a sua aderência às armaduras.
  - A cura e a protecção deverão iniciar-se após terminados os trabalhos de colocação dos betões e argamassas tão cedo quanto possível, para que durante o endurecimento o betão e a argamassa estejam protegidos contra as perdas de água por evaporação, contra as temperaturas extremas, os danos devidos a restrições, internas e/ou externas, de deformações causadas pelo calor desenvolvido no interior da sua massa.
  - O empreiteiro submeterá à aprovação da Fiscalização o sistema de cura a utilizar.
  - A duração da cura depende do tempo necessário para se obter uma certa impermeabilidade da zona superficial do betão e das argamassas.
  - A cura deverá ser, em geral, mantida durante o período mínimo indicado na ENV 13670-1, em função dos seguintes factores:
    - . Condições ambientais durante a cura;
    - . Temperatura do betão durante a cura;
    - . Composição do betão.
  - Nos casos em que o betão e a argamassa estão expostos a condições ambientais severas os tempos de cura indicados no quadro 12 do Artº 10.6 da ENV 13670-1 deverão ser nitidamente aumentados.
  - Caso não se faça uma apreciação cuidada dos factores atrás mencionados, deverá adoptar-se um período de cura mínimo de 12 dias, ou até que seja atingida a resistência média desejada.
  - A cura do betão deverá garantir o controlo da temperatura do betão aos seguintes níveis:
    - . A máxima temperatura do betão/argamassa durante o endurecimento não deverá exceder 70°C.
    - . A máxima temperatura relativa entre o betão existente e o novo betão não deverá exceder 12°C.

#### 4.13.2.2 DOCUMENTOS NORMATIVOS APLICÁVEIS

- . EN 206-1 (Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade);

---

. ENV 13670-1 (Execução de estruturas em betão. Parte 1: Regras gerais.





---

## **4.14 FUNDAÇÕES INDIRECTAS POR MICRO-ESTACAS**

### **4.14.1 OBJECTIVO**

Refere-se esta especificação à execução das fundações indirectas das estruturas através de micro-estacas.

### **4.14.2 CONDIÇÕES LOCAIS**

As condições geológicas locais encontram-se traduzidas nos documentos patentes a concurso. Ficará a cargo do Adjudicatário quaisquer estudos complementares que este achar necessário realizar.

O Empreiteiro, antes da apresentação da sua proposta, deverá ter em conta os condicionamentos e dificuldades de execução das estacas devidos à natureza e espessura das formações onde se localizam as referidas fundações, não podendo essas dificuldades servir de justificativo para atrasos no cumprimento do plano de trabalhos e no prazo global da empreitada.

### **4.14.3 TRABALHOS PREPARATÓRIOS**

É encargo do Empreiteiro pôr à disposição da Fiscalização os meios necessários à execução do controle de execução e de qualidade. O Empreiteiro deverá indicar na sua proposta os métodos e os equipamentos que se propõe utilizar para a execução das estacas.

O Empreiteiro deverá submeter à aprovação prévia da Fiscalização o tipo, as características e o modo de execução de estacas.

### **4.14.4 MATERIAIS**

#### **4.14.4.1 CALDAS DE CIMENTO E ADITIVOS**

A calda de injeção será constituída por água e cimento, convenientemente misturados ( $A/C \leq 0,55$ ) e ser resistente à acção das águas do mar. A calda de selagem será constituída por água e cimento, convenientemente misturados ( $A/C \leq 0,45$ ) e resistente à acção das águas do mar. As exigências relativas à água a utilizar são idênticas à da água para betões. A resistência mínima à compressão simples de provetes de calda, obtidos dos provetes com  $4 \times 4 \times 16$  cm<sup>3</sup> deverá ser de 27MPa.

No caso de se pretenderem utilizar aditivos, o Empreiteiro deverá proceder à realização de ensaios que demonstrem a sua eficiência, após o que a Fiscalização aprovará ou não a sua utilização.

#### **4.14.4.2 TUBO METÁLICO**

O tubo metálico equipado com válvulas será em aço tipo TM-80, com o diâmetro e espessura indicados nas peças desenhadas. As ligações entre os tubos metálicos deverão ser realizadas através de uniões exteriores.

#### **4.14.4.3 CENTRALIZADORES**

Deverão ser colocados centralizadores com espaçamentos máximos de 1,50m de modo a garantir a centralização do tubo metálico no furo.

#### **4.14.5 EXECUÇÃO**

A abertura do furo (diâmetro do furo de acordo com o indicado nas peças desenhadas) deverá ser realizada com equipamento adequado à natureza das formações.

Após a conclusão do furo deverá ser introduzido o tubo metálico com espessura mínima de 8,5mm, comprimento igual ao das estacas equipado com válvulas ("manchettes") no comprimento de selagem.

A injeção de calda através das válvulas ("manchettes") deverá ser feita em pelo menos três fases, utilizando processos de injeção adequados.

Concluídas as injeções de ligação do tubo ao maciço, deve proceder-se à introdução de calda no interior do tubo metálico.

#### **4.14.6 CONTROLO DE EXECUÇÃO E DE QUALIDADE DAS ESTACAS**

O controlo de execução incidirá, fundamentalmente, sobre o alinhamento, a verticalidade das estacas, as propriedades da calda de injeção e as condições de colocação das armaduras.

Serão admitidas as seguintes tolerâncias:

- de implantação:
  - alinhamento dos eixos: 25 mm em 4m
  - máximo deslocamento do centro da estaca em qualquer direcção: 50 mm
- em relação à direcção da estaca: 1 em 100



Designam-se por tolerâncias os desvios máximos em relação à vertical ou horizontal, alinhamentos e restantes dimensões definidas nos desenhos de projecto.

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

Deve ser preenchida uma ficha de execução de cada estaca em moldes a acordar com a Fiscalização e o Empreiteiro mas que deverá incluir nomeadamente:

- número da estaca;
- data de início e conclusão do furo;
- data de colocação do tubo;
- data da execução da zona de selagem;
- data da execução de cada reinjecção;
- data de conclusão da estaca;
- volume de calda utilizado;
- cotas da base e do topo da estaca;
- referência dos provetes recolhidos para ensaios de resistência;
- pormenores especiais de execução incluindo obstruções durante a furação e colocação do tubo e tempos de paragem.

Estes registos deverão ser verificados e assinados pela Fiscalização.

#### **4.14.7 ENSAIOS PRÉVIOS**

##### **4.14.7.1 ENSAIOS À TRACÇÃO**

Deverão ser efectuados quatro ensaios prévios à tracção de forma a permitir dar orientações prévias ao projectista e ao executante, sobre a capacidade resistente de cada tipo de microestaca, tendo em consideração o terreno existente na zona do seu boibo de selagem, os materiais utilizados e a tecnologia de execução das microestacas, entre outros. Os mesmos permitirão ainda, antecipar o comportamento da microestaca face às cargas instaladas e do modo de rotura.

A resistência da calda de cimento deverá ser compatível com a mobilização de tensões de aderência entre as interfaces armadura-calda-terreno, não devendo a sua resistência à compressão ser inferior a 27MPa, aos 7 dias. Durante a fase de realização dos ensaios prévios deverão ser realizados pelo menos 4 ensaios de compressão simples, onde a geometria dos provetes deverá ser cilíndrica ou prismática, com secções de 100mm de diâmetro por 80mm de altura ou 40x40x40 mm.

As microestacas sujeitas a este tipo de ensaio deverão ser executadas antes da realização de qualquer microestaca a integrar na obra. Os ensaios deverão permitir determinar, entre outros, os seguintes parâmetros:

- A carga máxima de rotura por fluência da microestaca ( $R_a$ ) ou as características de fluência da mesma, para cargas até à rotura;
- O comprimento livre aparente da microestaca,  $L_{app}$ .

As microestacas de ensaio deverão possuir características tecnológicas, geométricas, topográficas e geotécnicas o mais semelhantes possível àquelas que se pretendem utilizar em obra.

O valor da resistência externa da microestaca,  $R_{ak}$ , é obtido a partir dos valores médios de  $R_{am}$ , que devem ser estabelecidos a partir dos resultados dos ensaios prévios. Os valores de  $R_{am}$  deverão ser reduzidos de forma a ter em conta a variabilidade do terreno e do processo construtivo.

O valor de  $R_{ak}$  é determinado a partir da seguinte expressão:

$$R_{ak} = R_{am} / \xi$$

onde  $\xi$  corresponde ao coeficiente de conversão de  $R_{am}$  em  $R_{ak}$ .

O coeficiente  $\xi$  é determinado em função do número de ensaios prévios realizados e dos valores obtidos, neste caso para 2 ensaios  $\xi=1.35$ .

O valor da resistência externa de cálculo deverá ser determinado através da equação seguinte:

$$R_a = R_{ak} / \gamma_m$$

#### 4.14.7.2 PROGRAMA DE ENSAIOS

Cada microestaca de ensaio deverá ser traccionada até à carga de rotura,  $R_a$  ou até uma carga máxima de ensaio,  $P_p$ , dada por:

$$P_p = 0.80 \times P_u$$

As microestacas deverão ser traccionadas até á carga máxima de ensaio através de, no mínimo, 6 ciclos de carga/descarga, com leituras em pelo menos 3 patamares durante a carga e 2 patamares

durante a descarga. Nos patamares de carga máxima, para cada ciclo, deverá ser efectuado um patamar de fluência, ou seja, leituras a carga constante.

Nos patamares de carga máxima de cada ciclo deverão ser efectuadas leituras segundo a seguinte sequência:

0' → 1' → 2' → 3' → 5' → 10' → 15' → 20' → 30' → 45' → 60' → 90' → 120' → 150' → 180'.

Para os restantes patamares de carga deverão efectuar-se leituras aos 1'.

Os patamares de leitura superiores aos 60min só se realizam para solos coesivos.

| Patamares de Carga |          |          |          |          |          | Tempo mínimo de observação                                  |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| 1º Ciclo           | 2º Ciclo | 3º Ciclo | 4º Ciclo | 5º Ciclo | 6º Ciclo |   |
|                    | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 1 minuto  |
| 0,10 Pp            | 0,25 Pp  | 0,40 Pp  | 0,55 Pp  | 0,70 Pp  | 0,85 Pp  | 1 minuto  |
| 0,25 Pp            | 0,40 Pp  | 0,55 Pp  | 0,70 Pp  | 0,85 Pp  | 1,00 Pp  | 15 minutos, excepto no 6º ciclo onde deverá ser 180 minutos |
| 0,10 Pp            | 0,25 Pp  | 0,40 Pp  | 0,55 Pp  | 0,70 Pp  | 0,85 Pp  | 1 minuto  |
|                    | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 0,10 Pp  | 1 minuto  |

Após a conclusão de cada ensaio o Empreiteiro deverá entregar à Fiscalização relatório interpretativo dos resultados obtidos, devendo este documento ser elaborado no prazo máximo de 7 dias úteis.

#### Comprimento Livre Aparente da Microestaca

O comprimento livre aparente deverá ser calculado através da medição da extensão elástica de ensaio, aferida através do declive da recta que melhor se aproxime dos resultados de ensaio.

Admitindo o comportamento elástico da armadura da microestaca, a expressão a utilizar no cálculo deverá ser a seguinte:

$$L_{app} = \frac{(A_t \times E_t \times \Delta s)}{\Delta P}$$

onde,

|            |  |
|------------|--|
| Lapp       | Comprimento livre aparente da microestaca.                       |
| At         | Área transversal da armadura da microestaca.                     |
| Et         | Módulo de elasticidade do aço da armadura da microestaca.        |
| $\Delta s$ | Alongamento elástico da armadura da microestaca.                 |
| AP         | Diferença entre a carga de ensaio e a carga mínima de ensaio Pa. |

#### Características de Fluência da Microestaca

A evolução do coeficiente de fluência determinado para cada patamar de fluência permitirá determinar a carga limite de fluência, grandeza que caracteriza a resistência externa da microestaca.

As características de resistência à fluência de uma microestaca deverão ser conseguidas após a determinação do coeficiente de fluência,  $k_s$ , medido sobre dois intervalos de tempo,  $t_1$  e  $t_2$ , conforme a seguinte equação:

$$k_s = \frac{(s_2 - s_1)}{\log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)}$$

onde,

|       |                                      |
|-------|--------------------------------------|
| $k_s$ | Coeficiente de fluência.             |
| $s_2$ | deslocamento medido no tempo $t_2$ . |
| $s_1$ | deslocamento medido no tempo $t_1$ . |

#### **4.14.7.3 PLANO DE ENSAIOS**

Previamente ao início dos trabalhos de execução das microestacas o empreiteiro deverá apresentar, para aprovação por parte da fiscalização e autor do projecto, o respectivo plano de ensaios, com indicação da estrutura de reacção, plano e metodologia de aplicação da carga e tipo de instrumentos de medição de acordo com a Norma EN1537.

Após realização do ensaio o empreiteiro deverá efectuar um relatório de execução do ensaio com descrição dos trabalhos efectuados, apresentação e interpretação dos resultados do mesmo.

#### **4.14.8 CRITÉRIO DE MEDIÇÃO**

Por metro linear (m.l.) de estaca, para os tipos e diâmetros indicados em projecto, com base nos comprimentos indicados no projecto oficial, a menos que a Fiscalização entenda que estes comprimentos devam ser aumentados ou diminuídos, devendo neste caso o pagamento ao Empreiteiro ser efectuado com base no comprimento real da estaca e no preço unitário contratual.

O comprimento real de cada estaca é aqui definido como o comprimento contado a partir da face inferior do maciço de encabeçamento até ao nível mais baixo do comprimento de selagem.

No preço unitário contratual para a execução das estacas deverá o Empreiteiro incluir todos os materiais e trabalhos necessários a essa execução, como sendo a escavação e limpeza do furo, condução dos produtos resultantes da furação a depósito, calda de cimento, armaduras, tubos de micro-estacas, centralizadores, chapas de testa localizadas no encabeçamento dos tubos metálicos, equipamentos, ou outras espécies de trabalho que sejam necessárias, nomeadamente os encargos relativos aos estudos e ensaios para obtenção e controlo das características do betão.

---

## 5 CLASSES E CATEGORIAS DAS ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO E DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

### 5.1 CLASSE DE INSPECÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

A supervisão e a inspecção devem assegurar que as obras são executadas em conformidade com a norma NP EN 13670:2011 e com as disposições das especificações de execução.

A inspecção refere-se à verificação da conformidade das propriedades dos produtos e dos materiais a usar, bem como a inspecção de execução das obras.

Os requisitos para a gestão da qualidade são especificados utilizando uma das seguintes classes:

- Classe de execução 1;
- Classe de execução 2;
- Classe de execução 3.

Estas classes são caracterizadas em função dos seguintes itens:

- Tipo de construção;
- Tipo de elementos estruturais;
- Tipo de construção/tecnologias;
- Tipo de materiais em obra (Betão conforme a NP EN 206-1, classe de exposição, armaduras)

O Quadro A da NP EN 13670:2011 fornece orientações para a escolha das classes de execução.

A classe de execução a empregar na execução da estrutura, no presente projecto, é a classe de execução 2 em conformidade com a norma NP EN 13670:2011 e com as disposições das especificações de projecto.

Quando a inspecção revelar uma não conformidade, devem ser empreendidas acções apropriadas para assegurar que a estrutura se mantém apta para o fim a que se destina.





## 5.2 CLASSE DE EXECUÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA

A classe de execução deve assegurar que as obras são executadas em conformidade com a norma NP EN 1090:2009 e com as disposições das especificações de execução.

A classe de execução a empregar na execução da estrutura, no presente projecto, é a classe de execução EXC3, que advém da classe de consequências CC2, classe de serviço SC2 e classe de produção PC1 em conformidade com a norma NP EN 1090 e com as disposições das especificações de projecto.

## 5.3 TEMPO DE VIDA ÚTIL

A classe de execução deve assegurar que as obras são executadas em conformidade com a norma NP EN 1090:2009 e com as disposições das especificações de execução.

O Quadro 2.1 da NP EN 1090:2009 fornece orientações para a escolha das categorias do tempo de vida útil das estruturas.

O tempo de vida útil a empregar na estrutura no presente projecto é da categoria 4 em conformidade com a norma NP EN 1090:2009 e com as disposições das especificações de projecto.

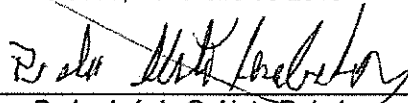
## 5.4 CATEGORIA DE CORROSIVIDADE

A categoria de corrosividade e a categoria de durabilidade são definidas na Norma ISO 12944.

A categoria de corrosividade a empregar na estrutura, no presente projecto é a categoria C4.

A categoria de durabilidade a empregar na estrutura, no presente projecto é a categoria Alta.

Lisboa, Fevereiro de 2018



Pedro Inácio C. Neto Rebelo

(Eng.º Civil – O.E. 10 488)

Projectista