1.1. COMPOSIÇÃO DO BETÃO

Na obra usar-se-ão os betões definidos no projecto de execução.

As composições dos diversos betões a utilizar carecem de aprovação prévia da Fiscalização, que poderá exigir a apresentação dos estudos que conduziram às dosagens propostas para cada componente.

O Empreiteiro obriga-se a mandar efectuar, no mesmo laboratório que se encarregar do estudo das características e composições dos betões, os ensaios necessários ao citado estudo. Em espacial deverá determinar, além da sua resistência à compressão, o módulo de elasticidade instantâneo, a retracção, a fluência para vários níveis de tensão, a consistência, a porosidade e a permeabilidade.

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

O Empreiteiro obriga-se a encarregar o laboratório que proceder aos estudos preliminares dos betões a controlar o seu fabrico, tendo principalmente em vista as correcções acidentais a fazer em consequência das variações da humidade, da granulometria e de outras causas.

O cimento utilizado será também ensaiado, sistematicamente, no mesmo laboratório, segundo plano a estabelecer, rejeitando-se todo aquele que não possua as características regulamentares ou que não permita a obtenção das características exigidas aos betões da obra. A proveniência dos cimentos não pode ser alterada durante a execução da empreitada, a menos que especificamente e por escrito essa alteração seja aprovada pela Fiscalização.

Na composição dos betões poderá o Empreiteiro utilizar, observado que seja o disposto na referida NP ENV 206 e na especificação LNEC E 374-1993 - “Adjuvantes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade”, adjuvantes cuja necessidade se justifique. O Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização o adjuvante que pretender utilizar, ficando desde já proibida a utilização de adjuvantes com base em cloretos ou que contenham quaisquer elementos corrosivos.

Todos os encargos com o estudo e controle das características dos betões, aqui especificamente mencionados ou não, são de exclusiva conta do Empreiteiro e são considerados incluídos nos preços unitários respectivos .

No betão de todos os elementos que estejam em contacto permanente ou possam estar em contacto prolongado com a água, será adicionada diatomite na percentagem de 5% do peso de cimento (2,5 kg de diatomite por 50 kg de cimento) ou outro impermeabilizante que a Fiscalização aprove.

A dosagem de cimento deverá oscilar entre 300 e 400 kg de cimento por metro cúbico de betão,

salvo justificação em contrário apresentada pelo Empreiteiro a aprovada pela Fiscalização.

O estudo da composição do betão é em todos os casos obrigatória. A utilização de betão de fabrico industrial, "betão pronto", não dispensa o Empreiteiro de submeter a respectiva composição à apreciação da Fiscalização, sempre que esta a solicitar. A relação água/cimento deverá ser limitada a 0,50.

A Fiscalização reserva-se o direito de não aprovar os estudos efectuados pelo Empreiteiro, caso não concorde com os métodos estabelecidos pelo mesmo, obrigando-se o Empreiteiro a proceder a novos estudos tendo em atenção as observações feitas pela Fiscalização.

1.2. MEDIÇÃO DOS COMPONENTES

A quantidade de água a utilizar nas amassaduras dependerá do grau de humidade dos inertes, e será a estritamente necessária para assegurar a trabalhabilidade mais conveniente à boa e perfeita colocação do betão em obra, bem como à consistência fixada.

O doseamento dos agregados deve ser feito em peso, assim como do cimento.

O doseamento da água é feita por volume. As betoneiras deverão ter contadores de água devidamente aferidos para que a quantidade de água nelas introduzida em cada amassadura seja exactamente aquela que o laboratório aprovado tiver indicado no seu estudo.

1.3. FABRICO DE BETÃO

Todos os betões, qualquer que seja o seu tipo ou a sua aplicação, serão fabricados mecanicamente, em betoneiras, obedecendo os materiais que entram na sua composição às condições atrás indicadas, de acordo com as disposições legais em vigor.

Não são admissíveis paragens da betoneira depois de iniciado o seu carregamento e antes de completamente esvaziada.

O tempo de trabalho das betoneiras em cada amassadura deverá ser adaptado de acordo com o tipo de trabalho a realizar.

A saída das amassaduras das betoneiras deve ser feita com estas em rotação e de modo a não provocar a desagregação total ou parcial dos materiais. Não é admissível a descarga de uma betoneira por fracções.

A consistência normal das massas de betão moldado, a verificar por meio de cone de Abrams ou de estrado móvel, deve ser tanto quanto possível a de terra húmida e a quantidade de água

necessária será determinada nos ensaios prévios de modo a que se consiga trabalhabilidade compatível com a resistência desejada e com os processos de vibração adoptados para a colocação do betão, salvaguardando o limite da relação água/cimento referido em 1.11 desta especificação.

A quantidade de água deverá ser frequentemente corrigida, de acordo com as variações de humidade dos inertes, para que a relação água/cimento seja a recomendada nos estudos de qualidade dos betões, não podendo exceder 0,50.

Quando houver necessidade de efectuar o fabrico de betão em condições de temperatura desfavoráveis, o Empreiteiro submeterá à aprovação da Fiscalização as medidas especiais que pretende adoptar, devendo estas respeitar o disposto na NP ENV 206 já referida.

1.4. CONTROLE DE QUALIDADE E RECEPÇÃO DO BETÃO

1.4.1. Betão fabricado em estaleiro

Durante as betonagens, para controle e verificação da qualidade do betão executado, o Empreiteiro fabricará provetes cúbicos de 20 cm de aresta, de acordo com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (R.E.B.A.P.) ou de 15 cm de aresta de acordo com a NP ENV 206, para determinação da tensão de rotura por compressão, dentro da seguinte rotina, devendo as amostras serem obtidas de amassaduras diferentes, em momentos a indicar pela Fiscalização. Cada amostra será constituída em geral por três provetes (cubo).

O número de provetes a colher será sempre um múltiplo de três imediatamente superior ao número resultante da aplicação dos critérios seguidamente mencionados:

- 1 provete por cada 10 m^3 de betão para betonagens de volume inferior a 30 m^3 de betão, com o mínimo de 3 provetes (1 amostra);
- 1 provete por cada 15 m3 de betão para betonagens de volume igual ou superior a 30 m^3 de betão e inferior a 120 m^3 de betão, com um mínimo de 6 provetes (2 amostras);
- 1 provete por cada 15 m3 de betão para betonagens de volume igual ou superior a 120 m^3, com um mínimo de 9 provetes (3 amostras) e um máximo de 21 provetes (7 amostras).

O número de provetes mínimo por período de quatro horas de trabalho será de três provetes (1 amostra), prevalecendo sempre o critério susceptível de fornecer mais informação.

Os cubos serão feitos do betão de uma amassadura destinada a ser aplicada em obra e designada pela Fiscalização e só poderão ser fabricados na presença da Fiscalização de acordo com as suas instruções, em moldes metálicos, e deverão apresentar as suas faces bem desempenadas.

Os ensaios para avaliação das características do betão fresco serão realizados sobre uma amostra por cada 25 m^3 de betão, tomando-se em conta as tolerâncias.

Para os abaixamentos tomar-se-ão os seguintes valores limites:

- Em estruturas de grandes dimensões (betão em massa) com armadura pouco densa 5 cm
- Em estruturas de densa armadura e elementos de pequena secção 7m
- Com transporte em conduta 10 cm

Deverá ser organizado um registo compilador de todos os ensaios de cubos a fim de, em qualquer momento, se verificar o cumprimento da características estabelecidas. Todos os cubos serão numerados na sequência normal dos números inteiros, começando em 1, seja qual for o tipo de betão ensaiado. No cubo será gravado não só o número de ordem como também o tipo, classe e qualidade do betão a que diz respeito, a obra e a data do fabrico.

Do registo compilador deverão constar os seguintes elementos:

- número do cubo
- data de fabrico
- data do ensaio
- idade
- tipo, classe e qualidade
- dosagem
- quantidade de água de amassadura
- local de emprego do betão de onde foi retirada a massa para o fabrico do cubo
- resistência obtida no ensaio
- média da resistência dos três cubos que formam o conjunto do ensaio
- resistência equivalente aos 28 dias de endurecimento, segundo a curva de resistência que for estipulada pelo laboratório oficial que procedeu ao estudo, tendo em conta a composição aprovada para o betão ou, na falta dessa curva, segundo as seguintes relações (R_i - Resistência aos i dias):

  $R_3 / R_{28} = 0.40$

  $R_7 / R_{28} = 0.65$

  $R_{14} / R_{28} = 0.85$

  $R_{90} / R_{28} = 1.20$
- peso do cubo
- observações

A conservação dos cubos durante o endurecimento obedecerá ao que for determinado pela Fiscalização, de acordo com as condições climatéricas existentes.

Sempre que forem fabricados cubos, por cada série de 3 (três), será preenchido pela Fiscalização residente um “verbete de ensaio”, do qual constará o número dos cubos, a data de fabrico, a marca do cimento, o dosagem, a granulometria, a água de amassadura, o modo de fabrico e outras indicações que se considerem convenientes.
O Empreiteiro receberá o duplicado do “verbete de ensaio”.

Os cubos serão transportados para o laboratório de ensaio, devidamente acondicionados e por forma a que não se deteriorem.

Com base no "verbete de ensaio", e depois da Fiscalização ter fixado a data em que os cubos devem ser ensaiado, será entregue ao Empreiteiro um ofício do Serviço Fiscalizador, que acompanhará os cubos na sua entrega ao laboratório que há de proceder aos respectivos ensaios. Para o efeito o Empreiteiro obriga-se a tomar as precauções necessárias por forma a que seja observada a data prevista para o ensaio e a que os resultados dos mesmos sejam comunicados imediata e directamente ao Serviço Fiscalizador.

Os cubos (provetes) serão ensaiados à compressão aos 7, 28 e 90 dias de idade, sendo ensaiado em cada data um dos provetes da amostra. Se se verificar que os testes aos 7 dias revelam uma tensão de rotura inferior a 70% da tensão média de rotura prevista para essa idade, proceder-se-á ao rebentamento do 2º provete da respectiva amostra e no caso de serem confirmados os valores anteriores, o fabrico e colocação do betão deve parar até serem avaliados as causas de tal desvio. Neste caso não haverá rebentamento de cubo aos 90 dias.

Os valores característicos dos betões que resultam de uma distribuição estatística, serão determinados em cada semana para as respectivas amostras. Para além dos resultados acima referidos, serão calculados semanalmente os valores característicos tendo em conta a globalidade dos resultados das amostras até à data conhecidos. Todos os valores serão determinados independentemente para cada tipo de betão e para os resultados obtidos nos ensaios aos 7, 28 e 90 dias. Em qualquer dos casos os valores característicos dos betões devem satisfazer as condições fixadas na regulamentação em vigor e neste caderno de encargos.

Sempre que o valor característico da tensão de rotura por compressão aos 7 dias de idade for inferior ao especificado no respectivo relatório do estudo da composição ou ao mínimo que, com base nos resultados anteriores, é razoável esperar para se obter aos 28 dias o valor característico da tensão de rotura do betão, ou sempre que o valor do coeficiente de variação for superior a 16% para os betões de qualidade 1, serão suspensas as betonagens com o tipo de betão em causa, averiguando-se imediatamente a causa que originou tais resultados e procedendo-se, com o acordo da Fiscalização às necessárias correcções.

A Fiscalização reserva-se ainda o direito de além dos ensaios de rotina promover a realização de outros ensaios quando o achar necessário. Estes ensaios só serão da conta do dono da obra se os resultados obtidos forem concordantes com os resultados dos ensaios realizados pelo Empreiteiro.

Sempre que se verifique uma das anomalias referidas em 4.1.10 ou 4.1.12 a Fiscalização, exigirá que se proceda, a cargo do Empreiteiro, a pesquisas da resistência real do betão colocado em obra, por um processo não destrutivo (análise de propagação, recolha de amostras intactas para ensaios de rotura por compressão). Esta pesquisa deve ser efectuada nos elementos betonados após o último ensaio que tenha dado resultados admissíveis.

Sempre que a tensão de rotura por compressão, obtida no ensaio dum cubo aos 28 dias, seja inferior ao valor característico da tensão de rotura da respectiva classe, a Fiscalização procederá como em 4.1.14, em relação a todos os elementos que foram betonados no dia em que foi colhida a amostra.

A Fiscalização poderá modificar o esquema de rotina apresentado, face à apreciação dos programas de betonagem a apresentar pelo Empreiteiro, de modo a adaptá-lo às conveniências do progresso e controle da obra.

1.4.2. Betão fabricado em Central Industrial

Serão integralmente aplicáveis as regras definidas na cláusula anterior 4.1.

Poderá ser dispensada a realização, total ou parcial, dos ensaios de recepção do betão fabricado em central industrial se a entidade proprietária da central apresentar prova de que o fabrico e transporte de betão são controlados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil ou por outro laboratório oficial.

A colheita das amostras efectuar-se-á durante a descarga do carro no local da obra, retirando-se em geral um provete por cada carro.

CONTROLE DAS CARACTERÍSTICAS DE DURABILIDADE DO BETÃO

O controle das características de durabilidade e aderência do betão poderá envolver os seguintes ensaios no betão efectivamente aplicado:

- ensaios de permeabilidade, “in situ” e em provetes no laboratório
- ensaios de porosidade

Caso venham a realizar-se, estes ensaios serão definidos pela Fiscalização, tanto no que se refere às metodologias de ensaio como em relação às regras de aceitação.

1.5. EQUIPAMENTO PARA ENSAIOS

O Empreiteiro é obrigado a dispor no estaleiro de moldes para confecção de provetes para ensaio de compressão em número suficiente a aprovar.

Os provetes deverão ter forma rigorosamente cúbica, com 20cm de aresta segundo o R.E.B.A.P. ou 15 cm de aresta de acordo com a NP ENV 206, devendo o Empreiteiro dispor das condições adequadas para a conservação dos provetes até à data do ensaio.

O Empreiteiro deverá ainda dispor da aparelhagem necessária para os ensaios de abaixamento e espalhamento.