

CONCRETO ESTRUTURAL

Especificação Particular

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Dezembro de 2015



DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 117 Rev.00

Especificação Particular para Execução de Concreto Estrutural

Designação ARTERIS ES 117- Rev. 00 (dezembro/2015)



1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na produção, execução, aceitação e medição do concreto utilizado nas obras de arte especiais nas rodovias administradas pelo grupo ARTERIS.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para o entendimento desta norma devem ser consultados os documentos seguintes:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

NBR 5732. Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.

NBR 5733. Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.

NBR 5736. Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro, 1991.

NBR 5737. Cimento Portland resistente a sulfatos. Rio de Janeiro, 1992.

NBR 5735. Cimento Portland de alto forno. Rio de Janeiro, 1991.

NBR 7221. Agregado. Ensaio de qualidade de agregado miúdo. Rio de Janeiro, 1987.

NBR 7809. Agregado graúdo - Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2006.

NBR 7211. Agregado para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

NBR 1401. Bases metálicas para bombas hidráulicas de fluxo radial, horizontais, pressões nominais 1,0 MPa e 1,6 MPa. Dimensões principais. Rio de Janeiro, 1990.

NBR 11768. Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1992.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 260. Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete.

ASTM C 494. Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215. Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

NBR 11560. Água destinada ao amassamento do concreto para estruturas classe I, em centrais nucleoeletricas - Qualidade. Rio de Janeiro, 1990.

NBR 12655. Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

NBR 14931. Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

3. DEFINIÇÃO

O termo concreto estrutural refere-se a toda gama das aplicações do concreto como material estrutural. Podem ser caracterizados três elementos distintos de concreto estrutural:

Elementos de concreto simples estrutural: elementos estruturais elaborados com concreto que não possuem qualquer tipo de armadura, ou que a possuam em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado de acordo com a NBR 6118.

Elementos de concreto armado: são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência.

Elementos de concreto protendido: são aqueles nos quais parte das armaduras é alongada por equipamentos especiais de protensão com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura e propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado limite último, ELU.

4. MATERIAIS

4.1 Considerações de caráter geral

Toda e qualquer alteração de componentes do concreto ou alteração de metodologia executivas previamente definidas ou acordadas, que possam direta ou indiretamente afetar as solicitações, o comportamento ou o desempenho das estruturas, quer seja no plano provisório, quer seja no plano definitivo, deve ter o aval da fiscalização para ser efetivada.

Cimento:

a) a escolha do tipo de cimento deve ter presente a finalidade última da estrutura e considerar parâmetros como: a característica das unidades estruturais, tempos de aplicação, de desforma e resistência, condições ambientais;

b) nenhuma unidade estrutural deve ser executada com diferentes cimentos, quer quanto ao tipo, quer quanto à resistência;

c) os cimentos devem atender, em cada caso, às suas regulamentações específicas:

NBR 5732: Cimento Portland Comum – CP;

NBR 5733: Cimento Portland de Alta Resistência Inicial – ARI;

NBR 5736: Cimento Portland Pozolânico – POZ;

NBR 5737: Cimento Resistente a Sulfatos – MRS/ARS;

NBR 5735: Cimento Portland de Alto-Forno – AF.

d) recebimento do cimento:

Catalogar procedência, tipo, classe, data de fabricação e data de recebimento;

Caracterizar o estado inviolado das embalagens;

Atenção especial para evidências de hidratação precoce.

e) armazenamento do cimento:

O cimento deve ficar protegido das intempéries, com cuidados especiais relativos à contaminação por umidade;

O cimento fornecido em sacos deve ser armazenado sobre plataformas ou estrados de madeira, suficientemente afastados do chão, e cada pilha de sacos deve conter no máximo 10 unidades.

Agregados:

a) os agregados devem atender à NBR 7221;

b) os agregados não devem conter teores minerais passíveis de proporcionar reações químicas alcali-agregado;

- com agregados potencialmente ativos, recomenda-se a utilização de cimento com limite de 0,6% para teor de álcalis;

- desgaste Los Angeles: inferior a 50%;

- agregados graúdos: devem atender à NBR 7809 e ter índice de forma $< 3,0$;

- a granulometria básica deve levar em conta a garantia do módulo de deformação especificado, se for o caso;

- agregado graúdo: preferência por pedra britada; alternativas devem ter o aval da fiscalização;

- agregado miúdo: deve atender à NBR 7211;

c) recebimento dos agregados:

- caracterizar procedência e granulometria;

- a NBR 7211 regulamenta os ensaios necessários sempre que os agregados apresentarem formato lamelar ou formato de agulhas.

- armazenamento dos agregados: os diferentes padrões de agregados devem ser armazenados separadamente e protegidos das intempéries, ventanias e outros vetores de impureza como óleos e graxas.

Água:

A água destinada ao amassamento e cura do concreto deve ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas. São consideradas satisfatórias as águas potáveis e que tenham pH entre 6,0 e 8,0 e respeitem os seguintes limites máximos:

- a) matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido) 5mg/l.
- b) sólidos totais 4000mg/l.
- c) sulfatos (expressos em íons SO_4^{2-}) 300mg/l.
- d) cloretos (expresso em íons Cl^-) 250mg/l.
- e) açúcar..... ausente (pelo teste alfa-naftol).

Aditivos:

A utilização de aditivos deve ser analisada e aprovada pela fiscalização, sempre que inexistir determinação específica de projeto a respeito.

a) os aditivos são regulamentados pela NBR 1401 e NBR 11768, e complementados oficialmente pela ASTM 260 e 494;

b) os aditivos são definidos para alterar características do concreto normal. As porcentagens de aditivo são normalmente definidas pelo fabricante, mas é recomendável que a aplicabilidade de um traço composto por aditivos seja previamente comprovada para a liberação, a critério da fiscalização;

c) não devem ser aceitos aditivos com compostos de cloreto;

d) os aditivos devem ser, preferencialmente, misturados na pasta, antes de se adicionar os agregados, para que a mistura atinja grau de homogeneidade satisfatório;

e) se for utilizado mais de um aditivo, é imperativa a garantia da compatibilidade entre os produtos;

f) recebimento dos aditivos:

- verificar a exatidão do produto especificado, e sua data de fabricação e validade, se for o caso;

- caracterizar o estado inviolado das embalagens.

g) armazenamento dos aditivos: os aditivos devem estar protegidos das intempéries, umidade e calor;

h) ensaios comparativos comprobatórios, ou quando indicados pela fiscalização, devem ser executados sob a regulamentação normativa da NBR 7215. Os ensaios são obrigatórios sempre que a data da fabricação superar 6 meses.

4.2 Concreto para aplicações de protendido

Caso de aderência posterior

São consideradas válidas as recomendações de caráter geral.

Os materiais utilizados para injeção devem atender às condições ótimas de não agressividade das armaduras

Casos de pré-aderência

Devem ser tomados cuidados mais rígidos com relação à água da mistura que deve apresentar pH neutro e ser isenta de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloretos e compostos de magnésio.

A comprovação da qualidade da água deve ser estabelecida por laboratório idôneo através de certificação específica.

5 MATERIAIS

Os ensaios dos materiais constituintes do concreto e composição do traço são da responsabilidade da contratada, que deve manter laboratório próprio na obra ou utilizar serviço de laboratório idôneo;

A fiscalização deve ter pleno acesso para utilização do laboratório montado na obra;

Sempre que o concreto for misturado na obra, a contratada deve dispor de central de concreto, preferencialmente automatizada, para controlar a mistura dos componentes. As balanças devem ser aferidas sistematicamente a cada 30 dias ou, após cada lote produzido de 5000 m³. Em qualquer situação a tolerância das medidas efetuadas não deve superar 2% da massa real;

A dosagem do concreto deve decorrer de experimentos; deve considerar todos os condicionantes que possam interferir na trabalhabilidade e resistência;

Para concretos de aplicação submersa, ou concretos passíveis de contato com lençol freático, deve ser definido no projeto;

O tempo de mistura depende das características físicas do equipamento e deve oferecer um concreto com características de homogeneidade satisfatória. O transporte do concreto recém preparado até o ponto de lançamento deve ser o menor possível e com cuidados dirigidos para evitar segregação ou perda de material;

A fiscalização pode vetar qualquer sistema de transporte que entenda inadequado e passível de provocar segregação;

As retomadas de lançamentos sucessivos pressupõem a existência de juntas de concretagem tratadas para garantir aderência entre os dois lances, monoliticidade e impermeabilidade;

Por junta tratada entende-se a remoção da película superficial de nata, remoção de excessos e elementos estranhos; o processo de limpeza deve ser aprovado pela fiscalização;

O concreto deve ser lançado de um ponto o mais próximo possível da posição final, através de sucessivas camadas, com espessura não superior a 50 cm, e com cuidados especiais para garantir o preenchimento de todas as reentrâncias, cantos vivos, e prover adensamento antes do lançamento da camada seguinte;

Concretagens sucessivas com intervalo inferior a 30 minutos são consideradas concretagens contínuas;

Em nenhuma situação o concreto deve ser lançado de alturas superiores a 2,0 m. No caso de peças altas, e principalmente se forem estreitas, o lançamento deve se dar através de janelas laterais em número suficiente que permita o controle visual da operação;

Cuidados complementares:

- concretos com suspeita de terem iniciado pega antes do lançamento devem ser recusados;
- evitar evaporação precoce, controle da cura, mantendo úmida a superfície exposta com sacos de estopa molhados ou utilização de geradores de neblina. O tempo de cura é função do tipo de cimento utilizado e deve ser considerado um tempo médio mínimo de 3 dias nas condições usuais;
- pode ser empregada cura química com aval da fiscalização;
- devem ser tomados cuidados especiais quando a temperatura ambiente se afastar do intervalo 10°C – 40°C. Estas situações exigem procedimentos específicos com apoio de ensaios de laboratório;
- não deve ser iniciado o desempenamento antes do início de pega.

Adensamento:

- o adensamento, que objetiva atingir a máxima densidade possível e a eliminação de vazios, deve ser executado por equipamentos vibratórios mecânicos;
- os vibradores de imersão devem trabalhar na posição vertical, exigindo-se frequências superiores a 8.000 Hz. A frequência do equipamento deve ser aferida sistematicamente; o tempo de vibração não pode ser demasiado de modo a provocar segregação. O controle deve ser visual no início de exsudação da nata;
- é permitido o uso de vibrador de forma, mas deve ser associado com o emprego de vibradores de imersão nos pontos críticos das formas, onde possam existir reentrâncias de qualquer tipo.

Cuidados com armadura

- devem ser obedecidas às prescrições referentes às classes, categorias, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerâncias da NBR 6118.
- devem ser tomadas precauções especiais na colocação da armadura, seja sob a forma de barras ou telas, visando evitar a criação de áreas congestionadas, evitando a formação de bolsões de areia atrás das barras.
- o cobrimento da armadura deve estar dentro os valores prescritos pela NBR 6118.
- deve-se deixar um espaço mínimo de 1 cm entre a armadura de reforço e a superfície de concreto preparada, de modo a permitir o preenchimento deste espaço com o material projetado.
- a armadura deve ser adequadamente fixada de modo a manter-se na posição de projeto durante as operações de projeção.
- as pastilhas ou espaçadores da armadura não devem ser dispostos diretamente sob a armadura, o que enfraqueceria a seção, mas sob uma barra adicional de menor diâmetro, disposta transversalmente à armadura de reforço.
- após a projeção deve ser evitado todo movimento ou deslocamento da armadura para que não advenham defeitos na região recém concretada.

6. CONTROLE DE QUALIDADE

6.1 Materiais:

Cimento

- a) verificar se os cimentos atendem, em cada caso, às suas regulamentações específicas, conforme item 5.1.1.c;
- b) verificar se o cimento se encontra dentro do prazo de validade, as embalagens estão invioladas, e não existem evidências de hidratação precoce.

Agregados

- a) verificar se os agregados miúdos atendem à NBR 7221;
- b) verificar se os agregados não contêm teores minerais passíveis de proporcionar reações químicas alcali-agregado;
- c) verificar se os agregados graúdos atendem à NBR 7809 e tem índice de forma < 3,0;
- d) verificar se os agregados graúdos atendem à NBR 7211;

Água

- a) verificar se a água de amassamento apresenta os limites máximos de pH e substâncias estranhas, confirmadas por ensaios de laboratório, dentro do especificado na NBR 11560 e indicados no item 5.1.3.

Aditivos

a) verificar se os aditivos atendem ao disposto no item 5.1.4.

6.2 Concreto

Verificar se o traço adotado para o concreto corresponde ao especificado;

Verificar se as juntas de concretagem foram tratadas para garantir aderência entre os dois lances, monoliticidade e impermeabilidade;

Verificar que o concreto seja lançado de um ponto o mais próximo possível da posição final, através de sucessivas camadas, com espessura não superior a 50 cm, e com cuidados especiais para garantir o preenchimento de todas as reentrâncias, cantos-vivos, e prover adensamento antes do lançamento da camada seguinte;

Verificar que em nenhuma situação o concreto seja lançado de alturas superiores a 2,0 m;

Verificar que não sejam utilizados concretos com suspeita de terem iniciado pega antes do lançamento, determinar se o slump se encontra dentro da variação definida no traço;

Verificar que seja realizado controle da cura, mantendo úmida a superfície exposta com sacos de estopa molhados ou utilização de geradores de neblina, por um período mínimo de 3 dias;

Verificar que o adensamento atinja a máxima densidade possível e a eliminação de vazios, e que sejam executados por equipamentos vibratórios mecânicos;

Verificar que o tempo de vibração não seja excessivo, de modo a provocar segregação;

Verificação da conformidade das propriedades especificadas para o estado fresco do concreto, conforme seção 7 da NBR 12655.

7. ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que sejam atendidas as exigências estabelecidas nesta especificação.

7.1 Materiais

Os materiais são aceitos desde que os itens de controle sejam atendidos.

Concreto fresco

O concreto fresco é aceito desde que as propriedades especificadas na seção 7 da NBR 12655 sejam atendidas.

Concreto

A estrutura de concreto deve ser aceita desde que as exigências das normas NBR 14931, NBR 12655 tenham sido cumpridas, atendendo também ao estabelecido nas especificações de projeto, e na NBR 6118.

Quando $F_{ckestimado} < F_{ckprojeto}$, a aceitação fica condicionada aos resultados de ensaios comprobatórios, através de contra provas, autorizadas pela fiscalização da Arteris.

8. CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da produção e aplicação de concretos.

8.1 Exploração de ocorrência de materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

O material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;

Não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

Não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

Deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;

Caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e árvores.

Devem-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

Caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;

Instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

Deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;

Deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;

Caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;

As áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;

Todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e promover a destinação apropriada;

É proibida a deposição irregular de sobras de materiais utilizado, junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;

Caso o concreto seja fornecido por terceiros, deve-se exigir a documentação que ateste a regularidade de operação do fornecedor;

É proibido o lançamento da água de lavagem das betoneiras na drenagem superficial e em corpos d'águas. A lavagem só deve ser executada nos locais pré-definidos e aprovados pela fiscalização;

É obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.