

# CONCRETO PROJETADO

Especificação Particular

**C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

Dezembro de 2015



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 015 Rev.00**

# Especificação Particular para Execução de

## Concreto Estrutural

Designação ARTERIS ES 015- Rev. 00 (dezembro/2015)



---

### 1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na produção, execução, aceitação e medição do concreto projetado a ser 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 5732. Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.
- NBR 5733. Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.
- NBR 7211. Agregado para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005
- NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, e Janeiro, 1990.
- NBR 12655. Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 494. Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete
- ASTM C 260. Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete.
- ASTM C 350. Specification for Fly Ash for Use as an Admixture in Portland Cement Concrete (Withdrawn 1968).
- ASTM C 402. Specification for Raw or Calcined Natural Pozzolans for Use as Admixtures in Portland Cement Concrete (Withdrawn 1967).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13069. Concreto projetado - Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem a utilização de aditivo acelerador de pega. Rio de Janeiro, 1994.

---

### **3. DEFINIÇÃO**

O concreto projetado, também chamado gunita, quando os agregados apresentam dimensão característica máxima inferior a 9,5 mm, é um processo de aplicação de concreto utilizado sem a necessidade de formas, bastando apenas uma superfície para o seu lançamento.

---

### **4. MATERIAL**

O concreto projetado deve ser dosado, misturado e lançado por equipamento projeção de capacidade mínima de produção de 10 m<sup>3</sup>/h.

A cada máquina de projeção, corresponde uma composição granulométrica ótima, função das dimensões do mangote do bico e das pressões de ar e água, entre outros fatores.

#### **4.1. Cimento**

O cimento utilizado pode ser o Portland comum ou o Portland de alta resistência inicial que atendam respectivamente às exigências da NBR 5732 e da NBR 5733.

A dosagem de cimento empregada em concreto projetado é a mesma utilizada nos concretos tradicionais, oscilando entre 300 e 375 kg/m<sup>3</sup>, em casos é necessário utilizar dosagens com consumo de cimento de até 500 kg/m<sup>3</sup>. Os aditivos aceleradores de pega, impermeabilizantes ou plastificantes podem ser utilizados, na proporção de 2% a 3%, para aumentar a resistência inicial ou diminuir a reflexão.

#### **4.2. Agregados**

Os agregados miúdos e graúdos devem obedecer às especificações da NBR 7211, exceto no que se refere à composição granulométrica.

#### **4.3. Água**

A água para mistura e cura deve ser limpa e isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas, tais como, óleos, ácidos e matéria orgânica, e devem obedecer aos requisitos da NBR 6118.

A relação água/cimento deve variar entre 0,35 e 0,50 de forma a garantir a aderência e a resistência do material

#### **4.4. Aditivos**

É permitida a utilização de aditivos em concreto projetado com a finalidade de melhorar determinadas propriedades ou de solucionar problemas específicos. Os aditivos devem atender às especificações ASTM C 494, ASTM C 260, ASTM C 350 e ASTM C 402.

Quando utilizados aceleradores de pega, é recomendável a realização de ensaios de compatibilidade segundo a NBR 13069.

É proibida a utilização de cloreto de cálcio quando o concreto projetado estiver em contato com a armadura convencional, telas de aço, cordoalhas, ou fios para contato entre si, tais como: alumínio e aço.

#### 4.5. Limitação do cloro

Para a aplicação de concreto projetado em peças protendidas, o total de íons cloro ( $Cl^-$ ), de todas as fontes, água de mistura, cimento aditivo e agregado, não pode ser superior a 0,06% do peso de cimento. Para concreto armado esse limite é de 0,10% do peso de cimento.

---

## 5. EQUIPAMENTOS

### 5.1. Máquina de projeção

A máquina de projeção deve permitir ejeção do material pelo bico, sob velocidades que garantam um mínimo de reflexão e um máximo de aderência do concreto à superfície, bem como máxima densidade.

O bocal de descarga deve ser equipado com um sistema de injeção de água ajustável manualmente, para dirigir e distribuir a água na argamassa, a válvula de controle de água deve permitir o ajuste instantâneo da vazão de água. O bocal deve ainda ser capaz de projetar um jato de formato cônico e aparência uniforme. Distorções no jato e aparência heterogênea indicam desgaste do bocal ou mal funcionamento do sistema de injeção de água.

O bocal de descarga deve ser rigorosamente limpo ao fim de cada concretagem, em locais apropriados, devendo tomar cuidado para que o material de lavagem não obstrua o sistema de drenagem superficial da pista.

### 5.2. Compressor

O compressor de ar deve ser capaz de fornecer ar comprimido para manter a velocidade no bocal e, simultaneamente, operar o tubo de limpeza do material refletido.

O compressor deve suprir quantidade necessária de ar ( $m^3/min$ ) por bico, mantendo pressão constante, sem oscilação.

### 5.3. Suprimento de água

A pressão de água deve ser constante em cerca de  $1,0 \text{ kgf/cm}^2$  superior à do ar comprimido para assegurar mistura adequada com o restante dos materiais. Deve ser prevista de uma bomba para permitir a manutenção de um fluxo uniforme, e de um tanque para garantir o abastecimento.

---

## 6. EXECUÇÃO

A aplicação do concreto projetado não requer o emprego de formas. É utilizado em concretagens de túneis, paredes de contenção, e em recuperação e reforço estrutural de lajes, vigas, pilares e paredes de concreto armado.

O concreto projetado pode ser aplicado por dois processos:

a) processo por via seca: trata-se do processo no qual os agregados apresentam-se ligeiramente úmidos, com a maior parte da água sendo adicionada no mangote ou no bico de projeção.

b) processo por via úmida: trata-se do processo no qual os componentes, incluindo-se a água, são misturados em usina dosadora de concreto antes de serem introduzidos no equipamento de projeção.

Antes da aplicação do concreto projetado a superfície que servirá de base deve ser devidamente preparada, retirando-se eventuais concentrações de bolor, óleos e graxas, material solto e poeira, devendo-se utilizar nessa operação jato de areia. Após a preparação faz-se a umedecimento da superfície.

Depois de umedecida projeta-se uma argamassa de cimento, areia e água, formando uma camada de pequena espessura, a fim de formar um berço sobre o qual se possa projetar a mistura com agregado graúdo e baixo teor de água, sem o perigo de que se produza reflexão excessiva. Em seguida aplicam-se camadas de concreto de, no máximo, 50 mm cada, com intervalo entre elas de 6 a 12 horas, de acordo com o tipo de cimento e dos aditivos empregados.

### 6.1. Preparo da superfície do concreto

#### 6.1.1. Para obras novas ou reforço estrutural

Imediatamente antes de se proceder ao jateamento do concreto, a superfície deve ser limpa e submetida à ação de jato de água e de ar.

#### 6.1.2. Para recuperação estrutural

O material deteriorado deve ser removido. A área a ser recuperada deve ser escarificada de maneira que sejam removidas todas as partes que possam originar alterações abruptas na espessura; as arestas do perímetro das cavidades devem ser transformadas em talude com 45 graus de inclinação.

Imediatamente antes de se proceder ao jateamento do concreto, a superfície deve ser limpa e submetida à ação de jato de água e de ar.

#### 6.1.3. Aço

A superfície do aço deve estar isenta de óleo, tintas, ferrugem, incrustação ou outros materiais que possam prejudicar sua aderência ao concreto.

#### 6.1.4. Escoramento

Devem ser executados de modo a obedecer aos requisitos da NBR 6118.

#### 6.1.5. Colocação de 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. A colocação da armadura deve levar esse fato em conta para que seja evitada a formação de bolsões de areia atrás das barras.

O cobrimento da armadura deve estar entre 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.

## 6.2. Projeção do concreto

Todo início de projeção deve ser feito em painel colocado próximo a região de projeção, de maneira que os ajustes iniciais da mistura não sejam feitos sobre a estrutura. Após esses ajustes pode-se iniciar a projeção do concreto, mantendo-se o jato perpendicular à superfície e na distância estabelecida. Recomenda-se uma distância, entre o bocal de descarga e a superfície a receber o concreto, de aproximadamente 1,0 m, que é à distância onde a reflexão é mínima.

A camada do material projetado é obtida através de diversas passagens do jato.

A espessura das camadas não deve ultrapassar 150 mm. Em casos excepcionais em que se deva aumentar esse valor, aplica-se em camadas com espessura máxima de 50 mm cada. Em nenhum caso deve-se ultrapassar a espessura total de 200 mm.

A espessura total deve ser obtida com projeção contínua sem que se estabeleça uma junta de concretagem.

Durante a projeção, os valores de pressão do ar e da água devem ser mantidos constantes, tanto para evitar aumento de reflexão, quanto para impedir deslocamento do concreto já colocado, o fluxo do material deve ser uniforme; quando isso não ocorrer, o jato deve ser dirigido para local que possibilite a remoção do material até que o fluxo seja normalizado.

A projeção de mistura inadequada deve ser removida imediatamente.

Toda interrupção da projeção deve ser feita fora da estrutura, em painel colocado próximo à região de projeção.

As superfícies verticais ou inclinadas devem ser, na mesma etapa de concretagem, revestidas de baixo para cima, de maneira que o material refletido se deposite sobre superfícies ainda não protegidas.

Quando aplicado sobre a armadura, o jato deve ser dirigido para esta com pequena inclinação, de modo a evitar a formação de vazios sob as barras e garantir a aderência com o concreto.

#### 6.2.1. Reflexão

A quantidade de material refletido varia com a posição de trabalho, pressão de ar, consumo de cimento, consumo de água, granulometria dos agregados, uso de aditivos, densidade da armadura, espessura da camada, forma geométrica e experiência do operador do bico de projeção.

Os valores usualmente encontrados de reflexão e que servem de referência são os indicados na Tabela abaixo:

Tabela 1 - Reflexão do Concreto

Superfície	Via seca	Via úmida
	Porcentagem de reflexão (% em peso)	Porcentagem de reflexão (% em peso)
Pisos	5 a 15%	5 a 10%
Paredes Verticais e Inclinadas	10 a 30%	5 a 15%
Acima no nível da cabeça	20 a 50%	10 a 25%

O concreto refletido deve ser removido antes do início da pega, e não pode ser reaproveitado em qualquer circunstância.

Deve ser impedido que o material refletido atinja superfícies a serem revestidas.

### 6.2.2. Cura e proteção

O concreto projetado deve ser curado por umedecimento por 24 horas; para tanto, podem ser empregados dispositivos que permitam cura por imersão, aspersão, vapor de água ou ainda, pelo uso de material de cobertura mantido continuamente molhado. A cura deve prosseguir por um período mínimo de 7 dias ou até que seja obtida a resistência média especificada.

Quando a umidade do ar for superior a 85% pode ser permitida cura natural.

As superfícies que não forem receber concreto devem ser adequadamente protegidas tanto da água quanto da poeira e impacto causados pelo concreto projetado.

### 6.2.3. Juntas de concretagem

Quando ocorrerem juntas de concretagem, caracterizadas sempre que o concreto projetado der final de pega, a superfície de concreto deve ser tratada com a diminuição progressiva da espessura da camada em uma extensão de cerca de 30 cm, deixando, assim, uma rampa de concordância.

Caso o projeto exija formação de junta de construção em ângulo reto, devem ser tomadas precauções especiais para evitar ou remover o material refletido sobre a junta.

### 6.2.4. Acabamento

O acabamento da superfície de concreto projetado deve ser feito, preferencialmente, na própria projeção. O excesso do material projetado deve ser removido.

### 6.2.5. Reparos e defeitos

Todo o concreto projetado que apresentar segregação, bicheiras, laminação, início de deslocamento, bolsões de areia, vazios ou outros defeitos que prejudiquem sua durabilidade ou capacidade portante, deve ser removido, para posterior reaplicação.

---

## 7. CONTROLE DE QUALIDADE

### 7.1 Material:

#### 7.1.1 Cimento

a) verificar se os cimentos atendem, em cada caso, às suas regulamentações específicas, conforme item 4.1.

b) verificar se o cimento se encontra dentro do prazo de validade, as embalagens estão invioladas, e não existem evidências de hidratação precoce.

#### 7.1.2 Agregados

a) verificar se os agregados atendem à NBR 7211, exceto a granulometria;

#### 7.1.3 Água



a) verificar se a água atende aos requisitos da NBR 6118.

#### 7.1.4 Aditivos

a) verificar se os aditivos atendem ao disposto no item 4.4.

### 7.2 Execução

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

Verificar que não seja utilizado concreto com suspeita de ter iniciado pega antes do lançamento;

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;

A resistência à compressão deve ser determinada através da extração de testemunhos de placas moldadas durante a projeção, a frequência de amostragem e dos ensaios, deve ser definida pela fiscalização da Arteris em função do volume aplicado e duração de cada etapa de aplicação e seguindo as recomendações da NBR 12655;

Verificar se a geometria, alinhamentos e dimensões finais das peças estão conforme indicado nos desenhos de projeto, com as seguintes tolerâncias dimensionais:

- em nenhum caso a dimensão pode ser inferior à indicada em projeto;
- em nenhum caso a dimensão pode ser superior a 20 % da dimensão indicada em projeto.
- a menos de expressamente indicado em projeto, o cobrimento das armaduras não pode resultar em valor superior a 6 cm.

---

## 8. ACEITAÇÃO

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

### Materiais

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

### Concreto

A aplicação do concreto é aceita desde que todos os requisitos de projeto sejam atendidos.

---

## 9. 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 concreto projetado.

#### 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 arvores.

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.

#### 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 ao 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 dados 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;

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