

# CONCRETO PROJETADO

Especificação Particular

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

Setembro de 2022



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 015 Rev.01**

**Especificação Particular para Execução de Serviço para**

## **Concreto Projetado**

**Designação ARTERIS ES 015- Rev. 01 (setembro/2022)**



---

## 1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na execução do concreto projetado, dando diretrizes para materiais, equipamentos, equipe e procedimentos para preparo, recebimento, aplicação, controle, aceitação e medição, a ser utilizado nas obras de arte especiais e correntes nas rodovias administradas pelo grupo ARTERIS.

---

## 2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Para o entendimento desta norma devem ser consultados os documentos seguintes, em suas versões mais recentes:

- NBR 5739 - Concreto - ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.
- NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto.
- NBR 7211 - Agregado para concreto.
- NBR 7212 - Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle.
- NBR 7680 - Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto.
- NBR 9479 - Argamassa e concreto - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos-de-prova
- NBR 11768 - Aditivos químicos para concreto de cimento Portland
- NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento.
- NBR 13069 - Concreto projetado - Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem a utilização de aditivo acelerador de pega.
- NBR 13070 - Moldagem de placas para ensaio de argamassa e concreto projetados
- NBR 13317 - Concreto projetado - Determinação do índice de reflexão por medição direta
- NBR 13354 - Concreto projetado - Determinação do índice de reflexão em placas
- NBR 13528 - Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração
- NBR 13597 - Procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicado por via seca
- NBR 14026 - Concreto projetado - Especificação.
- NBR 14279 - Concreto projetado - Aplicação por via seca – Procedimento
- NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento
- NBR 15900- Água para amassamento do concreto
- NBR 16097 - Solo - Determinação do teor de umidade - Métodos expeditos de ensaio
- NBR 16697 - Cimento Portland - Requisitos.
- NBR 16886 - Concreto - Amostragem de concreto fresco

- NBR 16889 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco cone.
- DER - ET-DE-C00/12 - Concreto Projetado
- DER - ET-DE-G00/11 – Paramento em concreto jateado
- DNIT 087/2006 ES - Execução e acabamento do concreto projetado - Especificação de serviço
- EFNARC - European Specification for Sprayed, 1996

---

### **3. DEFINIÇÃO**

O concreto projetado é um processo que consiste, em um concreto com dimensão máxima características (DMC) do agregado maior ou igual a 9,5mm, transportado através de um mangote, desde a bomba de concreto projetado até o bico de projeção, e projetado pneumáticamente a alta velocidade de impacto na direção da superfície a ser revestida, dos quais existem dois processos para essa projeção.

#### **3.1. Projeção Via Seca (VS)**

Processo que consiste em se efetuar uma mistura com pouca umidade (apenas os agregados apresentam-se úmidos) ou “seca”, de cimento, areia e pedrisco com DMC entre 9,5 e 12,5mm, transportada até o bico de projeção onde é acrescentada a maior parte da água da mistura, onde se prevê a adição de aditivos aceleradores de pega.

#### **3.2. Projeção Via Úmida (VU)**

Processo que consiste em se efetuar uma mistura plástica de cimento, areia, pedrisco com DMC entre 9,5 e 12,5mm, água, aditivo e demais adições, em consistência (slump) adequada para a aplicação, antes de serem transportados para o bico de projeção.

---

### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

O concreto projetado independente do processo, deve atender aos requisitos definidos em projeto, o qual deverá considerar os esforços solicitantes, as características específicas da estrutura, do meio e outros fatores intervenientes, de modo a abranger as propriedades mecânicas, vida útil e durabilidade, registrando em todos os desenhos e memórias as suas especificidades, em conformidade com a ABNT NBR 6118.

---

### **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

#### **5.1. Material**

##### **5.1.1. Cimento**

O cimento Portland, utilizado deve ter o seu tipo e classe previamente definidos em projeto, e atender respectivamente às exigências da ABNT NBR 16697, dosado em massa, e armazenado 09/2022 ES 015 Rev01 pg. 4 - Centro de Desenvolvimento Tecnológico – ARTERIS Brasil

como previsto na ABNT NBR 12655. Podem ainda, ser utilizado de adições, empregadas como aglomerantes, desde que atendam as normativas específicas, e seja comprovado em estudos prévios, o atendimento aos requisitos do projeto.

Para concretos que estejam previsto (ver item 4), a exposição a solos ou soluções contendo sulfatos, devem ser utilizados de cimentos resistente à sulfatos.

#### 5.1.2. Agregados

Os agregados miúdos e graúdos devem apresentar granulometria contínua, obedecer às exigências da ABNT NBR 7211, e aos quesitos específicos da ABNT NBR 14026.

#### 5.1.3. Água

A água para mistura e cura do concreto, deve ser limpa e isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas, tais como, óleos, ácidos e matéria orgânica. E caso seja de diferentes origens, deverá ser armazenada separadamente por origem, em caixas estanques, tampadas, evitando contaminações com substâncias estranhas e devidamente identificadas.

Quando das considerações em projeto, se o concreto estiver sujeito às ações agressivas do meio, a água da mistura deve atender aos requisitos da ABNT NBR 15900.

#### 5.1.4. Aditivo

Podem ser utilizados aditivos polifuncionais (RA1 – redutores de água tipo 1), mid-range e superplastificantes (RA2 – redutores de água tipo 2), de pega normal ou aceleradores de pega, desde que atendam os requisitos da NBR 11768, e em dosagens que respeitem as recomendações dos fabricantes, calculados sob a massa de ligante total (cimento + adições).

Quando utilizados aceleradores de pega (APP), ele deve atender também os parâmetros, e método de ensaios, da Tabela 8 da ABNT NBR 11768.

a) 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 0,03% do peso de cimento. Para concreto armado esse limite é de 0,05% do peso de cimento.

Não é permitido o uso de aditivos contendo cloretos em sua composição em estruturas de concreto armado ou protendido.

## 5.2. Equipamentos

### 5.2.1. 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 e com capacidade mínima de produção de 10m<sup>3</sup>/h.

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.

#### 522. 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, de modo a suprir à quantidade necessária de ar (m<sup>3</sup>/min) por bico e pressão (bar), requerida pela bomba de acordo com a recomendação do fabricante, a fim de manter a pressão constante, sem oscilação.

#### 523. Suprimento de água

Para aplicação em processos que demandem suprimento de água, a pressão de água deve ser constante, e superar a do concreto, em cerca de 1,0 kgf/cm<sup>2</sup> superior à do ar comprimido para assegurar mistura adequada com o restante dos materiais. Deve ser proveniente de uma bomba, para permitir a manutenção de um fluxo uniforme, e de um tanque para garantir o abastecimento.

### 5.3. Equipe

Conforme DNIT 087-2006-ES.

Para o processo de projeção a via seca, o mangoteiro deve estar qualificado de acordo com a ABNT NBR 13597.

### 5.4. Execução

#### 541. Requisitos de projeto

É de responsabilidade do profissional responsável pelo projeto estabelecer os requisitos aos quais o concreto projetado deve atender, tal como citado no item 4.

**Podem ser considerados** como requisitos de especificação do projeto:

- a) Resistência à compressão axial; (ABNT NBR 5739);

- b) Módulo de deformação; (ABNT NBR 8522)
- c) Massa específica, absorção de água e índice de vazios permeáveis; (ABNT NBR 9778)
- d) Absorção por capilaridade; (ABNT NBR 9779)
- e) Penetração de água sob pressão; (ABNT NBR 10787)
- f) Permeabilidade à água; (ABNT NBR 10786)
- g) Resistividade elétrica volumétrica (ABNT NBR 9204);
- h) Aderência ao substrato; (ABNT NBR 13528);

#### 5.4.2. Estudos prévios

Segundo a NBR ABNT 14026.

Fica estipulado, que o estudo de dosagem é de obrigação da central de concreto fornecedora e de interesse da construtora, adquirente de concreto, bem como da contratante e fiscalizadora, e responsabilidade da construtora quando esta for a proprietária da central de concreto.

Tabela 1 – Parâmetros para a dosagem do concreto

Características	Método de Ensaio	Valores Recomendado
Consumo mínimo de cimento	-	350 kg/m <sup>3</sup>
Consumo máximo de cimento	-	450 kg/m <sup>3</sup> (admite-se em casos especiais até 500 kg/m <sup>3</sup> , mediante comprovação dos requisitos de durabilidade)
Relação água/cimento	-	0,35 a 0,50
Agregado graúdo	NBR 17054	Dimensão máxima característica (DMC) 12,5 mm
Resistência característica à compressão	NBR 5739	≥ a definida em projeto
Teor de umidade do concreto recém-fabricado (via seca)	NBR 16097	De acordo com o a/c (2% a 5%)
Abatimento “slump” (via úmida)	NBR 16889	De acordo com o projeto

#### 5.4.3. Preparo da mistura

O preparo do concreto, deve atender a ABNT NBR 12655 e a ABNT NBR 7212, não se admitindo, dosagem em volume, para concreto da classe C25 e superiores.

#### 5.4.4. Preparo da Superfície do Concreto

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 o umedecimento da

superfície, onde se a superfície foi preparada há dias ou semanas, o substrato deve ser novamente limpo e umedecido.

- a) 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.
- b) 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.

#### 54.5. Aço

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

#### 54.6. Escoramento

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

#### 54.7. Colocação de armadura

Devem ser obedecidas às prescrições referentes às classes, categorias, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerâncias da ABNT 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 ABNT 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.

#### 548. 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 a 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.

Deve ser evitada a aplicação de concreto projetado ou argamassa projetada em condições meteorológicas adversas: temperaturas muito baixas, menos de 10°C, ou muito altas, mais de 35°C, ventos fortes e chuvas intensas, deve ser considerado os cuidados segundo a ABNT NBR 14931.

Deve-se ainda observar de acordo com os elementos a ser concretado as normativas vigentes em suas últimas versões, cito a ET-DE-G00-011, ET-DE-C00-012 e DNIT\_087\_2006\_ES.

#### 549. Reflexão (“rebound”)

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, ensaiados de acordo com as normativas e pelo método de ensaio acordado entre as partes, conforme NBR 13354 e NBR13317.

Tabela 2 - Reflexão do Concreto

Superfície	Via seca Porcentagem de reflexão (% em peso)	Via úmida 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.

#### 5.4.10. 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, no caso de concretos que tenham aditivos aceleradores de pega e 14 dias, para demais.

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.

#### 5.4.11. 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.

#### 5.4.12. Acabamento

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

#### 5.4.13. 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.

Todas as camadas de concreto projetado com idade superior a 72h, deve ser limpa com uso de hidrojateamento de água antes de se reiniciar a incorporação da próxima camada de concreto.

---

## **6. CONTROLE DE QUALIDADE**

### **6.1. Controle dos insumos**

#### 6.1.1. Cimentos

Verificar se os cimentos atendem, em cada caso, às suas regulamentações específicas, conforme item 5.1.1.

#### 6.1.2. Agregados

Verificar se os agregados atendem as NBR 7211 e NBR 14026, conforme item 5.1.2.

#### 6.1.3. Água

Verificar se a água atende aos requisitos e especificidades conforme item 5.1.3.

#### 6.1.4. Aditivo

Verificar se os aditivos atendem ao disposto no item 5.1.4

### **6.2. Controle de produção (Execução)**

Deverão ser realizados no concreto os controles relacionados nos itens 6.2.1 a 6.2.3.

A idade de controle e os requisitos estabelecidos, será aquela determinada no projeto, podendo se atribuir o controle para mais de uma idade.

O campo amostral, método de ensaio e a frequência de ensaios, objeto desses requisitos, devem ser em função do plano de controle, essa sistemática, deve ser estabelecida pelas partes, em comum acordo, em função das características dos serviços (implantação ou manutenção/conservação) e equipamentos, entre outros aspectos, e deve ser elaborado segundo o plano de controle referencial anexo à esta especificação, podendo se adotar outros parâmetros, desde que mais rigorosos.

## 621. Recebimento

Deve-se realizar os seguintes controles para o recebimento:

- a) Determinação da consistência: Para concretos projetados a via úmida, de acordo com a ABNT NBR 16889 e amostrados de acordo com a NBR 16886;
- b) Determinação de umidade pelo método da frigideira: Para concreto projetado a via seca, segundo a ABNT NBR 16097;

## 622. Aplicação

Ao início de processo de projeção e durante as operações, deve-se realizar:

- a) Determinação do índice de reflexão: De acordo com a ABNT NBR 13317 / ABNT 13354, e definido entre as partes, segundo os parâmetros descrito no item 5.4.9.
- b) Moldagem de corpos de prova:
  - Placas: Moldadas de acordo com a ABNT NBR 13070;

## 623. Ensaio

### 6.2.3.1. Requisitos a serem obtidos da placa projetada

- a) Resistência à compressão axial
  - a resistência à compressão, deve ser determinada através da extração de testemunhos de placas (quando possível da estrutura), conforme a ABNT NBR 7680, moldadas durante a projeção (ver item 6.2.2).
  - os resultados dos ensaios de resistência, serão obtidos conforme a ABNT NBR 5739;
  - o valor representativo deste parâmetro deve ser determinado através da média aritmética de três corpos de prova;
  - a resistência à compressão representativa do lote deve atender o valor característico,  $f_{ck}$ , estabelecido em projeto;

### 6.2.3.2. Requisitos a serem obtidos da estrutura de revestimento

A definição dos requisitos a serem obtidos pelo controle, será determinado de acordo com o item 5.4.1, dos requisitos estabelecidos em projeto.

- a) Massa específica, absorção de água e índice de vazios permeáveis (NBR 9778);
- b) Absorção por capilaridade (ABNT NBR 9779);

- c) Penetração de água sob pressão (ABNT NBR 10787)
- d) Permeabilidade à água (ABNT NBR 10786);
- e) Aderência ao substrato (ABNT NBR 13528)
- f) Espessura do revestimento;

#### 6.2.3.3. Requisitos específicos

- a) Avaliar o tempo de transporte do concreto, segundo a ABNT NBR 7212;
- b) Verificar com antecedência se o traço adotado para o concreto corresponde ao especificado;
- c) Verificar que não seja utilizado concreto com suspeita de ter iniciado pega antes do lançamento;
- d) A placa moldada, deve ser cuidadosamente transportada;
- e) A cura da placa deverá ser contínua com água até o dia de ensaio NBR 9479;
- f) Deve ser adequadamente registrada a localização onde se está produzindo o revestimento na época da moldagem das placas de controle;
- g) Exigências adicionais inclusive para outras idades poderão ser impostas pelo projeto estrutural devendo-se sempre atender a mais rigorosa;
- h) Independentemente de sua condição ou qualidade todos os corpos de prova serão empregados para se averiguar os problemas de segregação, monoliticidade, aderência etc.;
- i) Os corpos de prova da estrutura precisam ser adequadamente mapeados e fotografados antes e depois dos ensaios;
- j) Os locais de extração dos corpos de prova, quando do revestimento da estrutura, também precisam ser adequadamente registrados, mapeados e quando possível fotografados;
- k) Os locais de retirada dos corpos de prova devem ser preenchidos com grautes de base cimentícia compactados pelo método “dry-pack”.
- l) No caso de espessuras inferiores a 100mm de revestimento recomenda-se haver aumento localizado de espessura para a retirada dos corpos de prova.

#### 6.2.3.4. Requisitos de desempenho do revestimento

Nenhuma armadura estrutural ou insertos pode estar exposta e deve apresentar um cobrimento nominal mínimo com concreto projetado de 30mm, com tolerância construtiva de 5mm.

O concreto projetado não poderá estar sofrendo o mecanismo de deterioração denominado de lixiviação ao longo de sua vida útil.

Nenhuma segregação ou ninhos de agregados no revestimento deve ser constatado visualmente. Caso este fato ocorra deve-se corrigi-los empregando procedimentos adequados.

No máximo 5% dos corpos de prova obtidos da estrutura podem apresentar algum tipo de deficiência tais como fissuras ou defeitos do tipo segregação de agregados. A inspeção será através da análise visual de todos os corpos de prova extraídos da estrutura do revestimento.

Nenhum corpo de prova poderá apresentar espessura inferior ao preconizado pelo Projeto do revestimento, através da medida direta de todos os corpos de prova extraídos da estrutura do revestimento.

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

- 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.

### **6.3. Formação de lotes**

São apresentadas as diretrizes para a formação de um lote empregando o controle durante a execução (ensaio em placas) e para estruturas acabadas (extração de testemunho na estrutura do revestimento) para os parâmetros de resistência, durabilidade e outros parâmetros definidos de acordo com o item 5.4.1, no que se refere aos requisitos de projeto.

Deve haver uma perfeita correspondência entre o controle via placa e o controle via estrutura, sendo o tamanho dos lotes o mesmo.

O tamanho máximo do lote deverá atender simultaneamente as seguintes exigências:

- a) Para túneis (revestimento estruturais)
  - lotes independentes para calota e rebaixo;
  - extensão máxima para a calota de 50m lineares de túnel;
  - extensão máxima para o rebaixo de 50m lineares de túnel;
  - para produção ininterrupta deve-se realizar pelo menos uma amostragem completa por semana;
  - o controle será executado para cada subcamada de revestimento construído.
  
- b) Para paramento (estabilização de taludes);
  - moldagem de placas de concreto, a cada 25 m<sup>3</sup> aplicados;

- extração de 6 testemunhos, com diâmetro mínimo de 75 mm, a cada 80m<sup>3</sup>, para determinação da resistência, conforme a NBR 5739 à 28 dias e 60 dias e determinação da espessura;

---

## **7. ACEITAÇÃO**

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

### **7.1. Controle de insumos**

Os materiais são aceitos desde que os itens de controle sejam atendidos, segundo o item 6.1.

### **7.2. Controle de produção**

A execução é aceita, desde que:

- a espessura do revestimento seja igual ou superior à prevista em projeto;
- o revestimento não deve apresentar fissuras e camadas brancas devidas à lixiviação da cal do cimento
- não apresente áreas com vazios e com início de deslocamento.

O concreto é aceito desde que:

- a resistência média compressão (fcj ou fck) atenda aos requisitos, para idades determinadas em projeto;
- sejam atendidos os parâmetros de durabilidade estabelecidos como requisitos de projeto;

---

## **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 concreto projetado.

### **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 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.

## **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 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.

Produto / Serviço	Inspecões e Ensaio	Especificações (parâmetros) / Critérios de aceitação	Cálculos estatísticos / Valores Individuais	Método / Procedimento	Frequência
<b>CONTROLE DE INSUMOS</b>					
01. Aditivos	Uniformidade (Sólidos, Teste PH e Densidade)	Conferência de valores/ Critérios em relação ao certificado da qualidade emitido pelo fornecedor.	Resultados individuais	ABNT NBR 11768	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Início de pega; fim de pega e resistência à compressão; (aceleradores de pega)	Conforme Tabela 8 da ABNT NBR 11768	Resultados individuais	ABNT NBR 11768	
02. Agregado Graúdo para Concreto	Análise Granulométrica	Conforme a faixa de trabalho do material mineral	Resultados individuais	NBR 17054 / ABNT NBR 7211 e 14026	Semanalmente
	Índice de forma	ABNT NBR 7211		ABNT NBR 7809 / ABNT NBR 7211	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Abrasão "Los Angeles"	≤ 50 % da massa do material		ABNT NBR 16974 / ABNT NBR 7211	No início e a cada 6 meses.
	Teor de material pulverulento	Conforme tabela 7 da ABNT NBR 7211		ABNT NBR 16973 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Torrões de argila e materiais friáveis	Conforme tabela 7 da ABNT NBR 7211		ABNT NBR 7218 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Determinação de sais, cloretos e sulfatos solúveis	Conforme tabela 4 da ABNT NBR 7211		ABNT NBR 9917 / ABNT NBR 7211	No início do fornecimento / Agregados provenientes de regiões litorâneas
	Determinação da densidade e da absorção de água	Conforme a mineralogia do material		ABNT NBR 16917 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Massa Unitária e Índice de Vazios	Conforme norma técnica referida		ABNT NBR 16972 / ABNT NBR 7211	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Resistência ao esmagamento	Conforme norma técnica referida / DNER EM 037		ABNT NBR 9938	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	RAA- Reatividade Álcali Agregado	Expansão < 0,19%		ABNT NBR 15577	No início do fornecimento, e na mudança das características.
03. Agregado Miúdo para concreto	Análise Granulométrica	Conforme tabela 2 da ABNT NBR 7211 / para zona utilizável	Resultados individuais	NBR 17054 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Módulo de Finura	Conforme norma referida / DNER EM 037		NBR 17054 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Teor de material pulverulento	Conforme tabela 3 da ABNT NBR 7211		ABNT NBR 16973 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Torrões de argila e materiais friáveis	Conforme tabela 3 da ABNT NBR 7211		ABNT NBR 7218 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Impureza Orgânica em Areia Natural	A solução obtida no ensaio deve ser mais clara que a solução padrão		ABNT NBR NM 49 / ABNT NBR 7211	Semanalmente
	Determinação de sais, cloretos e sulfatos solúveis	Conforme tabela 4 da ABNT NBR 7211		ABNT NBR 9917	No início do fornecimento / Agregados provenientes de regiões litorâneas
	Determinação da densidade e da absorção de água	Conforme a mineralogia do material		ABNT NBR 16916	Semanalmente
	Massa Unitária e Índice de Vazios	Conforme norma técnica referida		ABNT NBR 16972	No início do fornecimento, e na mudança das características.
04. Água	Matéria orgânica	Conforme norma técnica referida	Resultados individuais	ABNT NBR 15900	Na validação do traço, ou alteração da fonte de fornecimento.
	Resíduo Sólidos	Conforme norma técnica referida			
	PH Mínimo e Máximo	Conforme norma técnica referida			
	Álcalis	Conforme norma técnica referida			
	Sulfatos	Conforme norma técnica referida			
	Teor de Cloretos	Conforme norma técnica referida			
05. Cimento Portland	Finura - Resíduo na peneira 75µm (%)	Tabela 4 - ABNT NBR 16697:2018	Resultados individuais	ABNT NBR 11579	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Área Específica - Blaine (m²/kg)	Conforme Norma Técnica referida e tipo de cimento		ABNT NBR 16372	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Tempo de Início de Pega	Tabela 4 - ABNT NBR 16697:2018		ABNT NBR 16607	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Expansibilidade a Quente (mm)	Tabela 4 - ABNT NBR 16697:2018		ABNT NBR 11582	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Resistência a compressão (Mpa)	Tabela 4 - ABNT NBR 16697:2018		ABNT NBR 7215 / ABNT NBR 16697	A cada lote de 30 TN / DNIT 050 EM
	Resíduo insolúvel (RI)	Tabela 3 - ABNT NBR 16697:2018		ABNT NBR NM 15 / ABNT NBR NM 22	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Perda ao fogo (PF)	Tabela 3 - ABNT NBR 16697:2018		ABNT NBR NM 18:2012	No início do fornecimento, e na mudança das características.

	Determinação de Dióxido de Silício, Óxido Férreo, Óxido de Alumínio, Óxido de Cálcio e Óxido de Magnésio (MgO)	Tabela 3 - ABNT NBR 16697:2018		ABNT NBR NM 14 e ABNT NBR 11-2	No início do fornecimento, e na mudança das características.
	Trióxido de enxofre (SO <sub>3</sub> )	Tabela 3 - ABNT NBR 16697:2018		ABNT NBR NM 16	No início do fornecimento, e na mudança das características.
06. Aço e Telas	Verificação de Qualidade	Atender o especificado na norma	Resultados individuais	NBR 7480 NBR 7481	Formação de lotes conforme as normas indicadas
<b>CONTROLE DE PRODUÇÃO</b>					
08. Concreto	Dosagem Experimental	Atender aos requisitos especificados no projeto	Resultados individuais	ABNT NBR 12821 ABNT NBR 12655 ABNT NBR 14026	A cada traço novo ou alteração de fornecedor e/ou material
	Compatibilidade entre Aditivos e Cimento	Conforme norma técnica referida	Resultados individuais	ABNT 13069	A cada traço novo ou alteração de fornecedor e/ou material
	Determinação de Ar Incorporado	De acordo com a especificação do projeto	Resultados individuais	ABNT NBR 16887	No início do fornecimento, e quando solicitado pela fiscalização.
	Abatimento "slump" - (via úmida)	De acordo com a especificação do projeto	Resultados Individuais	ABNT NBR 16889	A cada caminhão
	Determinação da umidade - (via seca)	De acordo com a especificação do projeto	Resultados individuais	Método da Frigideira ABNT NBR 16097	A cada caminhão
	Reflexão	De acordo com a Tabela 2, Arteris ES 015	Resultados individuais	ABNT NBR 13317	No início do fornecimento, e quando solicitado pela fiscalização.
		De acordo com a Tabela 2, Arteris ES 015	Resultados individuais	ABNT NBR 13354	A cada 25m <sup>3</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
	Resistência à compressão Axial - 3 CP's para cada idade (de placas projetadas)	f <sub>cj</sub> ≥ requisitos especificados no projeto f <sub>ck</sub> ≥ requisitos especificados no projeto	Média aritmética	ABNT NBR 13070; ABNT NBR 7680; ABNT NBR 5739	A cada 25m <sup>3</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
	Resistência à compressão Axial - 3 CP's para cada idade (do revestimento)	f <sub>cj</sub> ≥ requisitos especificados no projeto f <sub>ck</sub> ≥ requisitos especificados no projeto	Média aritmética	ABNT NBR 7680; ABNT NBR 5739	A cada 80 m <sup>2</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
	Absorção de água por imersão - 3 CP's para cada idade (de placas projetadas)	≤ 10% (para média) ≤ 12% (para resultados individuais)	Média aritmética	ABNT NBR 13070; ABNT NBR 7680; ABNT NBR 9778	A cada 25m <sup>3</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
	Volume de vazios permeáveis (de placas projetadas)	≤ 15%	Média aritmética	ABNT NBR 9778	A cada 25m <sup>3</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
	Penetração de água sob pressão - 3 CP's para cada idade (de placas projetadas)	≤ 60 mm ≤ 70 mm	Média aritmética	ABNT NBR 10787	A cada 25m <sup>3</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
	Módulo de deformação - 3 CP's para cada idade	Ec ≥ requisitos especificados no projeto	Resultados individuais	ABNT NBR 8522	A cada 25m <sup>3</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
Aderência ao substrato - 3 CP's para 28 dias	≥ 1,0 MPa - para concreto ≥ 0,50 MPa - para rocha (para valores individuais admite-se ≥ a 75% dos valores acima)	Média aritmética	ABNT NBR 13528	A cada 50m lineares - para revestimento estrutural	
<b>GEOMÉTRICO E ACABAMENTO</b>					
09. Controle geométrico e acabamento	Espessura (de testemunhos extraídos da estrutura) - 3 CP's	- 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.  tolerância em relação ao projeto ± 5mm	Média aritmética	ABNT NBR 7680; Medidas aritméticas;	A cada 80m <sup>2</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural
	Fissuras	o revestimento não deve apresentar fissuras e camadas brancas devidas à lixiviação da cal do cimento;	-	Visual	A cada 80m <sup>2</sup> - para paramento A cada 50m lineares - para revestimento estrutural