

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Contenções e Escoramentos</i>	<i>2.13</i>
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

01. DEFINIÇÃO

Tratam-se de concretos ou argamassas aplicados pneumaticamente, ou seja, da mistura de cimento, agregados e água projetada através de bombas, por mangotes, (via seca ou via úmida) contra uma superfície a ser protegida ou recuperada, com espessura média variável de 3 a 5cm.

Eventualmente pode ser usada tela metálica para armar o concreto projetado, aumentando a sua resistência. Essa tela, com malha de 5 a 20cm e fios de 2 a 5mm, é fixada às superfícies com chumbadores e pinçadores, antes da projeção do concreto ou argamassa.

02. MÉTODO EXECUTIVO

Preparação da Superfície

A superfície destinada à aplicação da argamassa ou concreto projetado deverá ser limpa previamente. Para isso deverá receber tratamento através de ação mecânica que, dependendo da situação, poderá ser por meio de jateamento de água e ar com moderada pressão, jateamento de areia, jateamento de água e ar com elevada pressão, jateamento com ar comprimido ou simples raspagem com escovas de aço. Recomenda-se, caso a superfície seja de concreto ou aço, o uso preferencial do jato de areia.

Solo

Em casos de aplicação em solo, este deverá estar bem compactado e próximo dos alinhamentos definitivos antes do início da projeção. Deverão ser retiradas as matérias orgânicas existentes, os gravetos, material solto ou resíduos que possam prejudicar a aderência entre o concreto ou argamassa projetados e o solo.

A superfície deverá ser umedecida antes da aplicação, porém não poderá apresentar infiltrações ou pontos de acúmulo de água. Nesses casos, poderão ser usados drenos perfurados ou canalizações superficiais para captação e drenagem da mesma.

Concreto e Alvenaria

Quando a argamassa ou o concreto projetado for aplicado em superfícies de concreto, todo o material

deteriorado ou que possa prejudicar a aderência do material projetado deverá ser previamente removido. Qualquer área a ser reparada com o uso de concreto ou argamassa projetados deve ser escarificada de maneira que sejam removidas as partes que possam originar alterações abruptas na espessura, a menos que seja utilizada uma armação adequada para evitar tal ocorrência. No perímetro das cavidades, as arestas internas deverão ser transformadas em taludes com 45° de inclinação.

Nesses casos, deverá ser removido todo o material solto, bem como deverá ser utilizado jateamento de areia para remover resíduos de tinta, óleo, graxa e outros produtos indesejáveis ou agressivos, de modo a proporcionar a formação de uma superfície irregular que melhore a aderência da argamassa ou do concreto projetado.

As superfícies de argamassa ou de concreto projetado em juntas de construção deverão ser limpas mediante jateamento de areia ou de ar e água a elevada pressão. Será permitido o uso de escovas de aço para efetuar a limpeza da área da junta, desde que o material projetado não tenha atingido o tempo de fim de pega. A superfície deverá ser umedecida de maneira que fique saturada, imediatamente antes da projeção.

Rocha

Superfícies de rocha deverão estar isentas de materiais soltos, lama e outros materiais que possam prejudicar a aderência do material projetado com a mesma.

Armação

Deverão ser obedecidas as prescrições referentes a classe, categoria, limpeza, dobragem, emendas, montagem, proteção e tolerância dos capítulos 10 e 11 da NBR 6118.

Recomenda-se que não sejam utilizadas armaduras com diâmetro superior a 20mm.

Deverão ser tomadas precauções especiais na colocação da armadura, seja na forma de barras ou de telas, para evitar a criação de áreas congestionadas de armação, propícias à ocorrência de irregularidades quando da projeção do concreto ou argamassa. O projeto e a colocação da armadura deverão levar esse fator em conta para que seja evitada a formação de bolsões de material segregado das barras.

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

O recobrimento da armadura deverá ser o maior entre os valores prescritos pela NBR 6118 e os seguintes:

- ✚ Para revestimentos, lajes e paredes, 2 cm no caso de argamassa projetada e 4 cm para concreto projetado;
- ✚ Para vigas e pilares, 4 cm. Deverá ser evitada a amarração de barras emendadas por trespasse. Caso essas venham a ser utilizadas, deverão ser colocadas de maneira a apresentar a menor área de obstrução à passagem do fluxo de material. Deve-se evitar que duas barras paralelas fiquem próximas demais, a ponto de obstruir o material projetado. O menor espaçamento admissível entre barras de armadura deverá ser o maior dos valores entre 2 diâmetros e 60mm.

Somente deverão ser empregadas telas que tiverem espaçamento igual ou superior a 50mmx50mm. O trespasse de telas emendadas deverá ser, no mínimo, correspondente à largura de uma malha e meia.

Recomenda-se que a armadura horizontal seja posicionada a uma distância mínima de 3 cm do chão, principalmente se este for constituído de solo não compactado ou areia.

Após a projeção, deverá ser evitado qualquer movimento ou deslocamento da armadura para que não advenham defeitos na região concretada.

Aplicação

Os procedimentos para aplicação do concreto projetado para os processos de mistura seca, semi-úmida e úmida deverão seguir as exigências da NBR 14026-07. A mão de obra a ser empregada, também deverá obedecer aos requisitos da norma citada,

Reflexão

A reflexão é característica inerente ao processo de lançamento do concreto projetado.

A quantidade de material refletido varia com a posição de trabalho, pressão de ar utilizada no processo, consumo de cimento, consumo de água, granulometria dos agregados, uso de aditivos, densidade da armadura e embutidos, espessura da

camada, experiência do mangoteiro, tipo de superfície e formato da peça.

Se a forma de pagamento do concreto projetado for por custo unitário ou por administração ("cost plus"), deverão ser especificadas, para cada obra, as reflexões máximas permitidas, levando-se em consideração os tipos de superfície (rocha, madeira etc.) e de aplicação.

Tipo de Aplicação	Reflexão (percentual em peso)	
	Via Seca	Via Úmida
Próximo da vertical descendente (chão, lajes)	05 a 15	Até 10
Próximo da horizontal (paredes, taludes)	15 a 30	05 a 20
Próximo vertical ascendente (tetos, abóbadas)	25 a 50	10 a 40

Tabela 01. Valores De Reflexão.

Será proibido o reaproveitamento de argamassa ou de concreto projetado para uso em locais onde haja requisitos de resistência e durabilidade, devendo todo o material refletido ser removido dos locais de aplicação caso interfira nas operações de projeção. Nas aplicações em locais onde haja embutidos (armaduras, telas, cambotas, tubos etc.), recomenda-se a remoção do material refletido, concomitantemente à projeção, através do uso de jato de ar comprimido operado por um auxiliar de mangoteiro. Será permitida a utilização do material refletido, como agregado, em locais onde não haja requisitos de resistência e durabilidade (enchimentos, pisos etc.).

Nesses casos, deve-se aguardar pelo menos quarenta e oito horas antes de usá-lo, a fim de evitar que a pega do cimento existente no material refletido interfira na pega do novo traço.

A tabela 01 indica valores para percentuais de reflexão encontrados em aplicações pelos processos de via seca e úmida que servem de referência para o acompanhamento de serviços comuns, à exceção de trabalhos como recuperação de estruturas, pequenas espessuras etc.

Juntas de Construção

As juntas de construção deverão ser chanfradas até uma lâmina na largura de 2,50 a 5,00 cm, em ângulos de 45°. Caso o projeto exija juntas de construção em ângulo reto, deverão ser tomadas precauções especiais para evitar ou remover da junta o material refletido.

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

Acabamento

O acabamento natural obtido através da projeção deverá ser mantido, exceto se houver exigência contrária em projeto.

Caso seja exigido outro tipo de acabamento, os procedimentos deverão ser os indicados na NBR 14026-97.

Cura e Proteção

Imediatamente após a projeção e acabamento, a argamassa ou o concreto projetado deve ser curado por umedecimento durante vinte e quatro horas. Para isso, poderão ser usados dispositivos que permitam cura por imersão, por aspersão, por vapor de água ou ainda pelo uso de material de cobertura mantido constantemente molhado. A cura deverá prosseguir por um período mínimo de sete dias ou até que seja obtida a resistência média especificada em projeto. A utilização de compostos de cura dependerá de apreciação e aprovação da Fiscalização.

Quando a umidade relativa do ar for superior a 85%, será permitida a cura natural.

Superfícies que não venham a receber concreto deverão ser adequadamente protegidas tanto da água quanto da poeira e dos impactos causados pela argamassa ou concreto projetado.

Reparos de Defeitos

Toda argamassa ou concreto projetado que apresentar segregação, bicheiras, laminações, início de deslocamento por falta de aderência, bolsões de areia, vazios ou outros defeitos que prejudiquem sua durabilidade ou capacidade portante, deverão ser removidos. O reparo poderá ser feito com nova operação de projeção de argamassa ou concreto.

Os vazios deixados após a retirada de testemunhos não poderão ser preenchidos com argamassa ou concreto projetado.

Segurança

As operações de projeção de concreto e argamassas podem ser nocivas para os operadores dos equipamentos, particularmente se o trabalho estiver sendo realizado em áreas confinadas.

Os principais perigos incluem ocorrências durante a projeção propriamente dita, reflexão, entupimentos,

quebra de equipamentos, queimaduras causadas por materiais cáusticos, deslocamentos e, no caso de via seca, presença de partículas finas em suspensão. A íntegra dos procedimentos a serem adotados visando aumentar a segurança dos operadores consta da Norma NBR 14026-97. Além das Normas Brasileiras de Segurança no Trabalho, as seguintes precauções deverão ser tomadas:

 O mangoteiro deverá manter controle permanente do jato de concreto ou argamassa, de modo a evitar que este possa atingir outras pessoas presentes;

 Todos os operadores e pessoas que estiverem próximas da projetora e do bico durante a operação de projeção, deverão utilizar equipamentos de proteção individual que incluam capacete, luvas compridas impermeáveis, botas impermeáveis e aventais ou capas de proteção. No caso de via seca, será obrigatório o uso de máscaras ou de filtros contra partículas finas em suspensão; na via úmida será obrigatório o uso de óculos de proteção. Todo o equipamento de proteção deverá ser lavado frequentemente e trocado sempre que estiver desgastado;

 Deverá ser providenciada a colocação de produto protetor (creme, loção) em áreas do corpo dos operadores de equipamentos sujeitas a contato com materiais cáusticos;

 Caso haja utilização de fibras de aço no concreto projetado, o mangoteiro e as pessoas próximas à área de operação deverão utilizar vestimentas apropriadas, resistentes à penetração das fibras;

 Quando ocorrer entupimento no mangote, deverá ser paralisada a alimentação de material da projetora e cortado o suprimento de ar comprimido. No processo de via úmida, deverá proceder-se a despressurização do mangote. Só então poderá ser providenciado o desentupimento;

 Caso ocorra uma ruptura do mangote, a alimentação da projetora deverá cessar e o suprimento de ar comprimido será interrompido;

 Para evitar rupturas dos acoplamentos, que poderão apresentar riscos de acidentes, as

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Condições e Escoramentos</i>	2.13
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

conexões deverão ser rigorosamente inspecionadas e, quando gastas, deverão ser substituídas;

- ✚ Os operadores que estiverem trabalhando em contato direto com aditivos deverão utilizar proteções apropriadas.

Inspeção

Todas as operações envolvendo o concreto projetado, desde a preparação dos materiais e equipamentos até o controle de qualidade do produto final, deverão ser inspecionadas por pessoal qualificado.

Procedimento para Aplicação

1 Condições Gerais

Função do Equipamento

A função básica do equipamento de projeção de argamassas e concreto é fornecer os materiais, ar e água ao bico de projeção, nas proporções corretas e a uma pressão satisfatória. A função do bico de projeção é converter o material seco, que vem pelo mangote, em argamassa ou concreto, que é projetado a uma velocidade suficiente para que seja dirigido com segurança a um determinado ponto, a alguma distância, onde, por impacto, ficará aderido à parede.

Posicionamento do Equipamento

O posicionamento do equipamento, no canteiro de obras, deverá obedecer às recomendações:

- ✚ O limite de desnivelamento do compressor deverá ser de 15°, tanto no sentido longitudinal como no transversal;
- ✚ Recomenda-se que a distância entre o compressor e a máquina projetora seja tal que evite a poeira desenvolvida no processo (mínimo 12 m);
- ✚ O compressor deverá ser colocado preferencialmente à sombra, em lugar fresco e ventilado;
- ✚ O compressor não deverá trabalhar em ambientes fechados tais como garagens, subsolos etc.;

- ✚ É sempre recomendável manter a máquina injetora o mais próximo possível do local de aplicação;

- ✚ O comprimento total do mangote de transporte de material, desde a máquina até o bico, deverá ser o mais curto possível, sem curvas desnecessárias.

Bomba D'água

A bomba d'água utilizada deverá possibilitar que a pressão da água seja, no mínimo, 0,1 mpa mais alta que a pressão do ar de projeção. O fluxo de água fornecido deverá ser contínuo e ter pressão estável.

Equipamentos Auxiliares

Andaimes, plataformas, proteções e demais acessórios utilizados para permitir a aplicação do concreto ou argamassa projetados, deverão ter condições perfeitas de estabilidade e segurança.

Equipe de Operação

Será constituída por:

- ✚ Encarregado, com experiência anterior como mangoteiro e operador de máquina;
- ✚ Mangoteiro;
- ✚ Auxiliar de mangoteiro;
- ✚ Operador;
- ✚ Encarregado de traço;
- ✚ Serventes para manuseio dos materiais, carregamento de máquinas e recolhimento e transporte do material refletido;
- ✚ Pedreiros e ajudantes, para execução dos serviços de acabamento, quando necessários.

Funções do mangoteiro

Cabe ao mangoteiro as seguintes atribuições:

- ✚ Certificar-se de que o bico de projeção está em perfeitas condições de funcionamento e que o revestimento de borracha está bem preso e sem desgaste excessivo que ultrapasse a distância

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Condições e Escoramentos</i>	<i>2.13</i>
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

- nominal preconizada pela norma NBR 14026-97;
-  Certificar-se de que o anel d'água está íntegro e sem desgastes, tendo seus furos limpos e desentupidos;
-  Certificar-se de que os mangotes estão colocados apropriadamente e suas conexões devidamente apertadas;
-  Certificar-se de que a superfície que vai receber o material projetado está devidamente preparada e limpa, sem poeira, material solto etc.;
-  Certificar-se de que a mistura vem regularmente pelo mangote, com pressão uniforme e adequada;
-  Regular o registro de água para obter uma compactação adequada do material projetado, com baixa porcentagem de reflexão e sem escorrimento;
-  Segurar o bico de projeção de maneira que a aplicação seja tão perpendicular quanto possível, em relação à superfície a ser concretada;
-  Direcionar as camadas do material projetado numa sequência tal que assegure aos cantos um perfeito enchimento;
-  Manter o bico de projeção em movimento, em forma de elipse, de modo que as camadas finas projetadas cresçam uniformemente na área de trabalho;
-  Comandar o operador de máquina;
-  Remover, em tempo hábil, os bolsões de areia e empolamentos que se formarem;
-  Projetar o material até as dimensões requeridas em projeto.

Funções do Auxiliar de Mangoteiro

Dar apoio ao mangoteiro, preocupando-se principalmente em:

-  Remover com bico auxiliar de limpeza o concreto ou argamassa refletido da área de aplicação;
-  Movimentar os mangotes;
-  Retirar os bolsões de areia e o material dispersor não compactado ("over-spray");
-  Vigiar constantemente e prevenir qualquer vazamento, entupimento ou afrouxamento das conexões;
-  Agir como sinaleiro ou mensageiro do mangoteiro.

2 Condições Específicas

Distância do Bico de Projeção

Na aplicação de argamassa ou de concreto projetados, a distância do bico é regulada pelo tipo de superfície onde se projeta, pela pressão de saída no bico e pela posição de aplicação.

Movimentação do Bico de Projeção

Nas operações normais, o jato de concreto deverá ser perpendicular ao plano de aplicação. Mantendo o jato perpendicular à superfície, o bico deverá ser movimentado constantemente, de preferência com movimento elíptico, de modo a distribuir o material uniformemente.

Quantidade de Água

Pouca água torna a superfície projetada arenosa, aumenta a reflexão e a tendência à formação de bolsões de areia. A superfície assim executada é de difícil acabamento. Já um pequeno excesso de água faz com que o material escorra. Principalmente quando aplicado na posição "sobre-cabeça", qualquer escorrimento do concreto deverá ser removido.

Espessura

Inicialmente, o mangoteiro deve aplicar rapidamente uma fina camada de concreto sobre toda a superfície limpa para agir como camada de aderência, pois dessa forma as eventuais reflexões ou dispersões do material não se tornarão elementos de desagregação do maciço.

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

Geralmente, a espessura desejada de argamassa ou de concreto projetados é conseguida através de várias camadas formadas pelo movimento constante do bico de projeção sobre a área que está sendo trabalhada.

A projeção de material muito molhado e em espessura demasiada, leva à tendência de criação de bolsões de areia e desagregação do interior da massa, que é importante evitar. Estas fazem com que o produto perca a aderência e tenha suas propriedades físicas prejudicadas.

Camadas finas e frequentes passagens sobre a área previnem a acumulação de dispersão na superfície fresca.

Término da Operação

Ao terminar a projeção, os mangotes e a máquina deverão ser completamente esvaziados, deixando-se o ar fluir através delas antes de desligar o compressor.

Projeção na Vertical

Quando o ponto de aplicação do concreto ou da argamassa projetados estiver em posição mais elevada que a máquina, os mangotes deverão ser esvaziados antes de ser interrompida a projeção. É aconselhável trabalhar com mais de um mangote, de modo a garantir a continuidade do serviço, na eventualidade de entupimentos.

Em serviços abaixo do nível da máquina, é aconselhável fazer uma "volta" em "O" no mangote, a fim de evitar pulsações e melhorar o fluxo da mistura em suspensão.

Perdas na Projeção

Dispersão ocorre quando parte dos componentes projetados é carregada pelo ar e dispersada em volta do ponto de aplicação. O concreto ou argamassa resultante da dispersão e da reflexão, por apresentarem grande redução no conteúdo de aglomerante e por não estarem adensados pela adequada velocidade de impacto, constituem material poroso e de baixa resistência. A aderência entre as suas partículas é muito pobre, tanto quanto com a superfície sobre a qual repousam, tornando-se um bolsão de material frágil e pouco denso.

Para evitar dispersões e reflexões de material, deverão ser executadas, inicialmente, superfícies em que este tipo de material tende a se acumular,

como cantos e protuberâncias na superfície. Dessa forma, o material disperso ou refletido é constantemente recuperado no fluxo do material projetado.

Bolsões de Areia

Quando o material proveniente de reflexão não sai livremente, possibilita a formação de bolsões nas regiões em torno da área de aplicação, que podem ser cobertos por concreto ou por argamassa projetados frescos. Esses bolsões, constituídos de material pouco adensado e com baixo teor de cimento, são altamente prejudiciais à qualidade do serviço e deverão ser cuidadosamente retirados.

Aderência de Argamassa e de Concreto Projetados

Camadas superpostas bem aderidas resultam num produto homogêneo e monolítico que, ensaiado, deve apresentar a ruptura fora das interfaces.

A preparação adequada da superfície é indispensável para uma boa aderência do concreto ou da argamassa projetados. Para propiciar uma boa aderência entre um concreto convencional já curado e uma camada projetada, deve-se remover a camada superficial do concreto curado, através de corte, seguido de limpeza com jatos de areia, ar e água e, somente então, com a superfície ainda úmida e saturada, aplicar o concreto projetado. Outros procedimentos de limpeza de superfícies que apresentem resultados equivalentes poderão ser utilizados.

Uma técnica de aplicação que propicia boa aderência consiste em mover rapidamente o bico de projeção assim que o material começar a ser lançado, dirigindo-o a toda a área selecionada do trabalho, fazendo uma camada fina, quase como um forro. Assim que essa primeira camada de aderência for aplicada, o mangoteiro deverá recomençar com uma segunda camada sobre ela, e assim sucessivamente. A segunda poderá ser projetada mais lentamente, permitindo que sua espessura seja maior. Durante a segunda camada, e em todo o tempo de aplicação, o mangoteiro deverá vigiar constantemente toda a área de trabalho, procurando possíveis acumulações de dispersão ou reflexão. Deverá dar atenção especial para qualquer projeção que ocasione vazios ou ocos no material, pois estes são pontos críticos para formação de bolsões de areia.

Quando uma área de serviço limitada estiver totalmente acabada, o mangoteiro aplicará somente

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

ar para remover a reflexão e a dispersão das áreas adjacentes, antes da pega do concreto. Neste trabalho, deverá ser ajudado pela equipe, com o bico auxiliar de limpeza, desempenadeiras, escovas, mangueiras de água etc..

Cantos e Junções

Algumas áreas requerem modificação das técnicas de projeção descritas. Ao projetar sobre uma área vertical, que se estenda até o solo, a aplicação da camada de aderência deverá ser iniciada diretamente no canto, entre o piso e as paredes, a 45°. O mangoteiro deverá movimentar-se rapidamente ao longo da junção piso-parede, aplicando a primeira camada para garantir a aderência nesse canto e minimizar o acúmulo de reflexão. A concretagem das junções piso-parede deverá ser interrompida antes de se atingir o outro canto externo. A concretagem deverá ser executada no sentido inverso a partir desse canto, propiciando junta fora do canto. Depois da camada de aderência, uma segunda camada será feita no canto, iniciando um recôncavo. Novamente o mangoteiro deverá movimentar-se rapidamente, ao longo da junção, procurando suavizar a curva, subindo a parede com a espessura final especificada. A curvatura da junção ajudará a impedir que a reflexão se acumule e propiciará aos pedreiros uma superfície favorável para o acabamento do concreto.

Antes que tais recôncavos estejam executados, a aplicação poderá continuar para as áreas lisas; no entanto, o mangoteiro deverá evitar perda de umidade superficial destes recôncavos, cobrindo-os, quando necessário, com novas camadas de material. Se houver retenção de retorno no recôncavo, a equipe deverá fazer uma raspagem dessa reflexão e o mangoteiro retocar o concreto fresco. Esta técnica é aplicada a todos os cantos e junções.

Camadas Múltiplas

A ocorrência do início de pega da camada anterior será indispensável para que se possa aplicar uma nova camada subsequente. Em seguida, deverá ser obedecido o estabelecido pela CE - 18:306.01-001, quanto ao preparo de superfícies.

Compostos utilizados para a cura aplicados nas superfícies que vão receber outras camadas de concreto ou argamassa projetados poderão prejudicar a aderência, devendo ser previamente removidos.

O uso, com sucesso, do concreto projetado em seções estruturais mais largas requer camadas múltiplas e planejamento cuidadoso, formas apropriadas, habilidade e cuidado contínuo na aplicação. O diâmetro do bico de projeção deverá ser adequado, de modo a minimizar os efeitos da pane de projeção e produzir uma aplicação uniforme e densa, mesmo nos locais de difícil trabalhabilidade.

Peças estruturais ou paredes grossas são frequentemente construídas em concreto projetado, numa só aplicação. Esta técnica requer uma armação bem amarrada e ancorada, para ajudar a suportar o peso do concreto fresco. O mangoteiro deverá começar na base da peça, num ângulo de aproximadamente 45°, da frente para o fundo. Com o bico mantido a 45° da superfície, o mangoteiro deverá continuar a projetar até a espessura total da seção e assim até a parte superior da parede. Água excessiva, nesta aplicação, causará o escorrimento do concreto, arruinando o trabalho. A mesma atenção dispensada aos efeitos da reflexão e da dispersão será necessária quanto à armação neste tipo de aplicação.

Não é aconselhável a aplicação de argamassa ou de concreto projetados em peças ou regiões estreitas e profundas.

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Os aglomerantes, agregados, água e aditivos deverão ser amostrados com a frequência preconizada nas normas brasileiras e submetidos aos ensaios nelas requeridos.

Os equipamentos envolvidos na operação de projeção deverão ser previamente aprovados. Recomenda-se que todas as balanças sejam aferidas mensalmente, e os manômetros de controle de pressão do ar e da água sejam aferidos trimestralmente ou sempre que for notado algum desvio de leitura.

Deverão ser realizados frequentemente ensaios prévios comprobatórios de que o construtor tem capacidade para obter um concreto ou uma argamassa que, a partir da utilização dos materiais, equipamentos e mão de obra disponíveis, atenda aos requisitos exigidos no projeto.

Para obras de pequeno porte, tais ensaios poderão ser dispensados, desde que seja demonstrado que,

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

para obras similares com o equipamento, mão de obra disponível e materiais similares, tenha sido obtido um produto de características satisfatórias.

Recomenda-se que os ensaios sejam realizados com a necessária antecedência, não devendo ser permitido o início das operações de projeção antes que os resultados dos testes sejam conhecidos.

Deverão ser preparados pelo menos dois painéis de teste de, no mínimo, 60x50cm e espessura de 7cm ou três vezes a dimensão máxima do agregado acrescida de 20mm, prevalecendo o maior. Os painéis devem ser de madeira, convenientemente dimensionados de modo a resistir aos impactos e ao peso do concreto ou argamassa, e solidamente fixados, com uma inclinação de 45°, para a realização da projeção.

Após a projeção, um dos painéis deverá ser utilizado para a determinação de massa específica do concreto fresco, tempo de pega, determinação da relação água-cimento (caso não sejam usados aditivos aceleradores de pega) ou outros testes (absorção, permeabilidade, resistividade elétrica etc.).

Com relação ao segundo painel e na sequência de operações, os corpos de prova dele extraídos deverão ser submetidos à cura com água até que sejam completadas as idades de ensaio. Dos corpos de prova extraídos, no mínimo três deverão ser ensaiados à compressão axial aos vinte e oito dias de idade, de acordo com a NBR 5738. Os corpos de prova deverão ser cilíndricos, com diâmetro mínimo de 5cm.

Para a extração dever ser desprezada a faixa perimetral do painel de aproximadamente 10cm de largura, e obedecidas as prescrições da NBR 7680.

As resistências à compressão obtidas deverão ser corrigidas no caso de relações altura-diâmetro inferiores a dois, conforme a NBR 7680.

Em obras onde se prevê grandes volumes de concreto ou de argamassa projetados, recomenda-se que sejam efetuados testes, em painéis, locados em posições semelhantes àsquelas a serem encontradas nas operações reais. Nesses casos, quando for prevista a utilização de armadura, recomenda-se que esta seja reproduzida em alguns dos painéis, de modo a possibilitar a verificação da qualidade do produto final.

Recomenda-se que a aplicação do concreto ou argamassa projetados seja continuamente acompanhada, controlando-se os materiais, os equipamentos, a preparação da superfície, as formas, as armaduras colocadas, a aplicação propriamente dita, a cura e a proteção das superfícies. Além disso, recomenda-se que sejam verificadas e anotadas as ocorrências de segregação, reflexão, eventuais descontinuidades no fornecimento do material, pressões do ar e da água, uniformidade do concreto ou da argamassa e o estado final da superfície.

Será exigido que o mangoteiro tenha experiência prévia, usando equipamento similar ao proposto para a obra em questão, ou que tenha passado no exame de qualificação efetuado segundo a CE-18:03.15-002.

A equipe a ser utilizada na obra deverá demonstrar, durante a execução dos ensaios prévios, proficiência na alimentação e controle da máquina de projeção.

Deverá ser providenciado, pelo construtor, dispositivo que permita orientar o mangoteiro sobre a espessura do concreto ou argamassa a ser projetado, bem como sobre seu alinhamento. Para isso, recomenda-se a instalação de guias de madeira, fios horizontais e verticais adequadamente dispostos, para orientar a operação de projeção, ou cavilhas de aço de aproximadamente 6mm de diâmetro e comprimento igual à espessura da camada a ser projetada.

Tais cavilhas deverão ser rigidamente fixadas à superfície, de modo a resistir ao impacto do jato, e devem ter espaçamento de aproximadamente 1,20 m.

O controle de qualidade do concreto ou argamassa projetados deverá ser rotineiro e englobar os aspectos da mistura, concreto ou argamassa frescos, e concreto ou argamassa endurecidos.

Durante as operações, deverá ser continuamente controlada, visualmente, a alimentação da projetora, bem como o material de saída do bico.

No caso de processo de mistura seca, não poderá haver empelotamento e a mistura de cimento e agregados deverá ser uniforme. Deverá ser verificado se a proporção dos materiais está correta, inclusive a dosagem dos aditivos líquidos ou em pó. A frequência a ser utilizada para a verificação de proporção deve ser fixada para cada obra.

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Contenções e Escoramentos</i>	2.13
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

Recomenda-se, entretanto, que no caso de processo de mistura úmida, deve ser controlada pelo menos uma vez por jornada de trabalho a consistência da mistura de entrada na projetora, bem como deve ser determinada sua densidade e o valor da relação água-cimento.

Logo após o término da projeção, deverá ser verificada a existência de áreas imprópriamente projetadas, onde possa haver vazios ou início de deslocamentos.

Para isso, o concreto deverá ser submetido ao impacto de instrumento tipo martelo, principalmente nos locais onde o controle efetuado durante a projeção tenha indicado possível segregação de materiais, descontinuidade no fornecimento, ou onde houver umidade superficial em excesso. Caso haja suspeita de que tenha ocorrido formação de bolsões de areia ou de agregados, bem como o preenchimento incorreto de zonas próximas à armadura, deverá ser feita verificação, por meio de instrumentos de impacto ou de forma pontiaguda. Caso o fato seja comprovado, deverá ser efetuada uma ação corretiva imediata, de reparo do concreto.

Durante todo o decorrer das operações de projeção, deverão ser realizadas determinações de densidade, tempo de pega e relação água-cimento no início dos trabalhos e, no mínimo, a cada 40 m³ de concreto projetado adicional. Para isso, poderão ser moldados painéis de madeira, similares aos indicados anteriormente. Poderá ser exigido que essas verificações sejam feitas mais amiúde.

Caso os resultados dos testes indiquem valores considerados insatisfatórios, a mistura deverá ser corrigida.

O controle de qualidade do concreto endurecido deverá ser efetuado principalmente através de ensaios do material projetado em painéis de madeira.

Em obras de maior porte, principalmente no caso de túneis, deverão ser executados ensaios em concreto endurecido extraído do revestimento.

Deverão ser efetuados ensaios logo no início das operações de concretagem e, a seguir, a cada 40 m³ de concreto ou argamassa preparados. No caso de túneis a frequência deverá ser o menor valor entre o acima indicado, 20 metros lineares de revestimento ou trinta dias desde a última amostragem.

Deverão ser obtidos doze corpos de prova cúbicos ou cilíndricos dos painéis e submetidos a ensaio de resistência à compressão axial aos vinte e oito dias de idade. Os ensaios, bem como o procedimento para extração e preparo dos corpos de prova, deverão ser realizados obedecendo a NBR 7680. Deverão ser moldados tantos painéis quantos forem necessários para a retirada dos corpos de prova. Em geral, para corpos de prova cúbicos, um painel será suficiente.

Quando a especificação, para uma determinada obra, impuser testes no concreto projetado da estrutura definitiva, a frequência de amostragens deve ser, no mínimo, idêntica à ora indicada.

Ficará a critério da Fiscalização a exigência de testes em idades diferentes de 28 dias.

Como complementação das informações necessárias ao controle de qualidade do concreto endurecido, poderão ser exigidos ensaios adicionais, destrutivos ou não destrutivos, tais como arrancamento de pinos, esclerometria etc.

Recomenda-se que o controle de qualidade de concreto projetado seja efetuado das maneiras descritas a seguir:

Por Volume Unitário

Para a medição, deverá ser determinada a quantidade de material sólido ejetada através do bico.

Recomenda-se que, para obras que usem esse tipo de medição, haja especificação particular limitando os índices de reflexão.

Por Comprimento, Área ou Volume Total

Para a medição, deverá ser determinada a quantidade de concreto projetado teórica, utilizando-se para tal os desenhos e as especificações do contrato.

Para cada obra, deverá ser especificado à parte, o critério de aceitação e rejeição, de modo a ser compatibilizado com a utilização do material. Desta forma, os seguintes parâmetros, a serem determinados em ensaios de laboratório, poderão ser usados no critério, entre outros:

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Condições e Escoramentos</i>	<i>2.13</i>
Concreto e Argamassas Projetados e Injetados	2.13.06

☐ Resistência à compressão axial de corpos de prova obtidos de painéis de teste ou extraídos da estrutura;

☐ Densidade;

☐ Resistência elétrica volumétrica;

☐ Permeabilidade;

☐ Absorção;

Caso seja utilizada a resistência à compressão, recomenda-se que sejam obedecidas as disposições do capítulo 15 da NBR 6118, da ABNT.

bem como os controles de alinhamento, espessura e aplicação.

Será medida a quantidade em metros cúbicos de concreto ou argamassa projetados, efetivamente utilizados, desconsiderando-se para efeito de medição a quantidade desperdiçada na reflexão.

Será considerada a quantidade efetiva de concreto ou argamassa utilizada, independentemente do volume desperdiçado na reflexão, estando incluídos no preço os custos com equipamentos, materiais e mão de obra, tributos, royalties e impostos, encargos sociais etc, de acordo com o estabelecido em contrato.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O critério de aceitação e rejeição do concreto projetado deverá levar em consideração os resultados obtidos no controle de qualidade da mistura, do concreto fresco, do concreto endurecido,

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABNT	NBR 6118	
ABNT	NBR 5738	
ABNT	NBR 14026-97	Concreto Projetado - Especificação