



Manual de Obras da Saneago – Capítulo 7 – Estruturas

CAPÍTULO 7 – ESTRUTURAS

7.1 – Estruturas de concreto armado

7.1.1 – Disposições diversas

Será utilizado Concreto Estrutural com $f_{ck} = 20\text{Mpa}$. Em nenhuma obra ou serviço será admitido Concreto Estrutural com resistência inferior à indicada.

A Fiscalização poderá processar uma sistematização de ensaios, com características necessárias e suficientes, para o concreto lançado, a fim de comprovar a qualidade especificada para os mesmos, quando da fundição da peça. Todas as facilidades serão proporcionadas à Fiscalização pela contratada para efetivação de seus trabalhos na obra.

7.1.2 – Disposições construtivas

Concreto Misturado na Obra

Os processos de mistura, manual ou mecânico, deverão atender as NBR-6118 e NB-1/78 da ABNT.

Nas misturas em contato com líquidos ou sujeitas a ataque de agentes agressivos, somente será permitida a mistura mecânica com uso de betoneiras estacionárias.

A ordem de introdução dos materiais na betoneira será a seguinte:

- Parte de água de amassamento (opcional)
- Parte do agregado graúdo;
- Areia;
- Restante de agregado graúdo;
- Cimento;
- Restante da água

O concreto não será redosado após o início da pega.

Concreto Dosado em Central

O concreto dosado em central deverá atender a especificação NBR-7212-136 da ABNT.

7.1.3 – Normas de confecção do concreto

A execução de concreto deverá obedecer, rigorosamente, ao projeto, às especificações e aos detalhes, assim como às Normas Técnicas da ABNT, sendo de exclusiva responsabilidade da contratada a resistência e a estabilidade de qualquer parte da estrutura executada.

Normas a considerar:

Tabela 143 – Normas de concreto armado

Norma	Título
NBR-5732	Cimento Portland comum (CPI, CPI-S) especificação;
NBR-5733	Cimento Portland de alta resistência inicial (CPV-ARI)- especificação;
NBR-5735	Cimento Portland de alto-forno (CPIII)- especificação;
NBR-5736	Cimento Portland pozolânico (CPIV)- especificação;
NBR-5737	Cimento Portland resistente a sulfatos (CP-RS)- especificação;
NBR-11578	Cimento Portland composto (CPII-E, CPII-Z, CPII-F)- especificação;
NBR- 7211	Agregados para Concreto- especificação;
CE-18:06.02-001	Aditivos para Concreto de Cimento Portland- especificação (em estudo);
CE-18:06.03-001	Aditivos Incorporadores de ar para concreto de cimento Portland especificação (em estudo)

Norma	Título
NBR-7480	Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto armado especificação;
NBR-7481	Telas de Aço Soldadas para Armadura de Concreto- especificação;
NBR-7482	Fios de Aço para Concreto Protendido- especificação;
NBR-7483	Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido- especificação;
NBR-7484	Fios, Barras e Cordoalhas de Aço Destinado a Armaduras de Protensão Ensaios de Relaxação Isométrica- Método de Ensaio;
NBR-7212	Execução de Concreto Dosado em Central- Procedimento:
NBR-7681	Calda de Cimento para Injeção- especificação;
NB-1 ou NBR-6118	Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado;
NB-11 ou NBR-7190	Cálculo e Execução de Estrutura de Madeira;
NR-14 ou NBR-8800	Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios;
NBR-7187	Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado;
NBR-7197	Cálculo e Execução de Obras de Concreto Protendido;
CE-18:305.01-002	Concreto– Preparo, Controle e Recebimento.
CE-18:03.07-001	Concreto Projetado– especificações;
CE-18:03.15-001	Concreto Projetado- Procedimento para aplicação por via Seca;
CE-18:03-15-002	Concreto Projetado- Procedimento para Qualificação do Mangoteiro.

7.1.4 – Materiais componentes do concreto

Água

A qualidade da água destinada ao concreto deverá atender aos limites estabelecidos na NBR– 6118, presumindo-se satisfatória a água potável fornecida pela rede de abastecimento público.

Deverá ser isenta de impurezas que possam vir a prejudicar as reações da água com os compostos de cimento, como sais, álcalis ou materiais orgânicos em suspensão. Não poderá conter cloretos em quantidade superior a 500 mg/l de Cl, nem sulfato em quantidade superior a 300 mg/l de S04.

Caso seja necessário utilizar água de outra procedência, serão feitos em laboratório ensaios com a água em argamassa; as resistências obtidas aos sete e vinte e oito dias deverão ser iguais ou superiores a 90% das obtidas com água de reconhecida qualidade e sem impurezas, aos sete e vinte e oito dias.

Agregados

Os agregados deverão obedecer a prescrições da NBR-7211 e ser ensaiados segundo as normas complementares.

Os diferentes agregados serão armazenados em compartimentos separados, de modo a não haver possibilidade de se misturarem agregados de tamanhos diferentes.

Igualmente, serão tomadas precauções, de modo a não permitir mistura com materiais estranhos, que venham a prejudicar sua qualidade.

Agregado Miúdo

O agregado miúdo será constituído por grãos inertes e resistentes, limpos e isentos de impurezas e de matéria orgânica. Será completamente lavado com a finalidade de se eliminar o material pulverulento.

Deverá ter granulometria tal que no máximo 15% fiquem retidos na peneira 4,8 mm.

Seu teor de umidade antes da secagem não poderá exceder 6%, expresso em porcentagem do agregado saturado por agregado superficialmente seco, em peso.

Agregado Graúdo

Como agregado graúdo, poderão ser utilizados o seixo rolado, pedra natural ou a pedra britada de rocha estável, com arestas vivas, isento de pó-de-pedra, materiais orgânicos, terrosos e não reativos com os álcalis de cimento. Com o máximo de 15% das partículas passando na peneira 4,8 mm.

O seu teor de umidade livre, antes da dosagem, não será maior que 1% expresso em porcentagem do agregado saturado por agregado superficialmente seco, em peso.

A resistência própria de ruptura dos agregados será superior à resistência do concreto. O diâmetro máximo do agregado graúdo será o maior possível, mas, em nenhum caso, exceto quando autorizado por escrito pela Fiscalização, poderá exceder a menor das seguintes dimensões:

- 1/5 da menor dimensão, correspondendo ao elemento estrutural;
- 3/4 do espaçamento mínimo, entre duas barras.
- Cimento

O cimento deverá atender as exigências das Normas Brasileiras.

O cimento para o concreto pretendido será o Portland CP-I, CP-II ou CP-MRS, classe 32 ou 40, devendo satisfazer as prescrições da NBR- 7226 da ABNT, e ensaiado segundo as Normas Complementares.

Todo o cimento será entregue no local da obra em sua embalagem original e assim permanecerá até a ocasião de seu emprego.

A aceitação do cimento na obra será subordinada a execução de ensaios prévios de amostras do material provenientes da fonte de produção. Sempre que houver dúvidas novos ensaios serão realizados.

O cimento será armazenado em local seco e abrigado por um tempo e forma de empilhamento que não comprometam a sua qualidade.

Quando a partida entregue no Canteiro apresentar qualidades alteradas, devido ao mau acondicionamento no transporte, danos produzidos por insuficiência de proteção as intempéries, ou qualquer outro efeito, embora munida de certificado, deverá ser rejeitada, não sendo permitida a sua utilização na obra, da qual será, imediatamente, retirada.

O volume de cimento armazenado na obra será suficiente para permitir a concretagem completa das peças programadas, evitando-se interrupções no lançamento por falta de material.

Será permitido o uso de cimento a granel desde que, em cada silo, seja depositado cimento de uma única procedência. O cimento em silo só poderá ficar armazenado por período tal que não venha a comprometer a sua qualidade.

Para o concreto de estruturas aparentes será utilizado cimento do mesmo tipo e procedência, de modo a garantir uma mesma coloração para o concreto.

Aditivos

Sempre que considerado conveniente e aprovado pela Fiscalização ou indicação de projeto, serão empregados aditivos na confecção do concreto.

Os tipos de aditivos usuais são: incorporadores de ar, retardadores e aceleradores de pega, redutores de água, plastificantes superfluidificantes e expansores.

Serão admitidos somente produtos procedentes de fornecedores comprovadamente idôneos.

O emprego do aditivo, seja o indicado em projeto ou o escolhido pela contratada, deverá apresentar os resultados dos ensaios comparativos dos concretos com e sem aditivos, executados em laboratórios

idôneos, bem como a justificativa para a sua utilização, para aprovação da Fiscalização.

É proibido o uso de aditivo acelerador de pega com composto ativo a base de cloreto de cálcio em estruturas de concreto armado e/ou protendido.

Os aditivos serão armazenados em locais apropriados, de maneira a não alterar as suas propriedades. O período máximo de armazenagem será de 180 dias, a menos que a contratada comprove com novos ensaios, que não houve alterações nas propriedades do aditivo.

Os aditivos serão adicionados a cada traço. Deverão ser diluídos numa porção de água de amassamento, que será adicionada à mistura por meio de um dosador mecânico, capaz de realizar medidas rigorosas, e de maneira a garantir uma distribuição uniforme do aditivo em toda a massa do concreto, durante o tempo especificado para a mistura.

7.1.5 – Formas e escoramentos

Disposições Gerais

A execução das formas deverá obedecer às normas NBR-6118, NBR-8.800 e NBR-7191.

As formas, moldes para estruturas de concreto, serão estanques, lisas, solidamente estruturadas e apoiadas, devendo sua liberação para as concretagens ser precedidas de aprovação.

As formas serão feitas de tábuas de madeira aparelhada, madeira compensada, madeira revestida, de placas metálicas e de chapas de aço ou de ferro.

As formas serão projetadas e construídas pela contratada com materiais apropriados e aprovados pela Fiscalização.

A madeira utilizada nas formas deverá apresentar-se isenta de nós fraturáveis, furos ou vazios deixados pelos nós, fendas, rachaduras, curvaturas ou empenamentos.

A espessura mínima das tábuas a serem usadas será de 25 mm. No caso de madeira compensada, esta mesma espessura será de no mínimo 10 mm. Caso onde haja necessidade de materiais de espessuras menores serão aprovados pela Fiscalização.

Fazem parte da fôrma não apenas a madeira em contato com o concreto, mas também toda aquela que for necessária à transferência das cargas para as cabeças das peças verticais de escoramento.

As formas serão usadas onde houver necessidade de conformação do concreto segundo os perfis de projeto, ou de impedir sua contaminação por agentes externos.

As formas serão projetadas e construídas pela contratada de acordo com as indicações de projeto e será submetido à aprovação da Fiscalização. Essa aprovação não exime a Contratada da responsabilidade por qualquer falha que possa ocorrer. Qualquer parte da estrutura que se afastar das dimensões e/ou posições indicadas nos desenhos será removida e substituída, sem ônus para a SANEAGO.

As formas deverão ter resistência suficiente para suportar pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, mantendo-se rigidamente na posição correta e não sofrer deformações.

Serão suficientemente estanques para impedir a fuga de nata de cimento.

Qualquer vedação que seja necessária será feita com materiais e técnicas aprovadas pela Fiscalização.

A Fiscalização, antes de autorizar qualquer concretagem, fará uma inspeção para certificar-se de que as formas se apresentam com as dimensões corretas, isentas de cavacos, serragem ou corpos estranhos e de que a armadura está de acordo com o projeto.

As formas, desde que não sejam fabricadas com peças plastificadas, serão saturadas com água, em fase imediatamente anterior a do lançamento do concreto, mantendo as superfícies úmidas e não encharcadas.

As formas remontadas deverão sobrepor o concreto endurecido, do lance anteriormente executado, em

não menos de 10 cm e fixadas com firmeza contra o concreto endurecido de maneira que, quando a concretagem for reiniciada, elas não se alarguem e não permitam desvios ou perda de argamassa nas juntas de construção serão usados, se necessário, vedações com isopor, parafusos ou prendedores adicionais para manter firmes as formas remontadas contra o concreto endurecido.

Em formas comuns, quando da concretagem, deverá manter permanente vigilância para evitar os citados desvios.

Os tirantes de aço utilizados como espaçadores internos das formas, impedindo que se destaquem sob ação do empuxo do concreto, serão envolvidos por um tubo de PVC apropriado, que os manterão isolados, permitindo sua retirada na desforma.

Nas paredes cilíndricas de reservatório será dada preferência a sistema de formas deslizantes ou equivalentes sem atravessar a parede com tirantes de fixação, devendo o projeto ser previamente submetido à Fiscalização para aprovação.

Tipos de formas

As formas a serem utilizadas deverão enquadrar-se nos tipos discriminados a seguir, de acordo com sua modalidade de uso:

- Forma de madeira comum;
- Forma plana de madeira estrutura;
- Forma plana de madeira- aparente;
- Forma curva de madeira- estrutura;
- Forma curva de madeira- aparente;
- Forma metálica.

Na confecção de concreto aparente só será permitido o uso de formas constituídas de peças uniformes. Será proibido o uso de peças que venham a ocasionar impressão de concreto remendado.

Na face que recebe o concreto, as juntas das madeiras deverão apresentar-se rigorosamente concordantes entre si.

Fixação das formas

Para estruturas hidráulicas, será obrigatório o uso de tirantes espaçadores do tipo núcleo perdido, ou tirantes de 5/8" rosqueadas nas extremidades com tarugo de madeira ou cone em plástico e porca comum com arruelas.

Os arames ou tirantes para fixação das formas deverão receber tratamento com argamassa seca socada ("Dry- pack").

Em formas para superfícies de concreto de fundações, poderão ser utilizadas tábuas de madeira de boa qualidade, sem curvaturas.

Em formas para superfícies de concreto estrutural a ser revestido, deverão ser usadas chapas de madeira compensada resinadas, sempre com aspecto de primeiro uso.

Em formas para superfícies de concreto aparente, serão utilizadas chapas de madeira compensada plastificadas, sempre com aspecto de primeiro uso.

Juntas das formas

Todas as quinas e justaposições serão do tipo "mata-junta", ou seja, uma lâmina plana não poderá atravessar as emendas da fôrma.

Nas emendas e juntas das formas, será utilizada massa de vidraceiro ou outro material capaz de vedá-las. Sempre que houver junta de concretagem, deve-se usar na fôrma frisos para camuflá-las.

Salvo indicação em contrário, todos os cantos das formas deverão levar uma peça de madeira com seção transversal no formato de triângulo isóscele, tendo os dois lados iguais um comprimento de 15 mm. O objetivo é eliminar os cantos vivos nas peças moldadas, e facilitar sua desmontagem.

Reaproveitamento das formas

As formas serão reaproveitadas desde que continuem com um aspecto de "primeiro uso". Para isso serão adotadas as seguintes providências:

- Aquisição de chapas de boa qualidade;
- Manter as bordas das chapas sempre vedadas contra infiltrações usando, para isso, tinta especial;
- Utilizar desmoldantes de boa qualidade e que não manchem o concreto;
- Limpá-las logo após o uso;
- Armazenar as chapas em local abrigado.

7.1.6 – Escoramento e cimbramento

Escoramento

Será constituído por peças de madeira ou, de preferência, por peças de aço (escoras tubulares), convenientemente apoiadas e contraventadas. Estas peças não deverão apresentar deformações, defeitos ou irregularidades que possam comprometer seu comportamento. O valor máximo permitido para a soma das deformações localizadas no apoio inferior, nas emendas porventura existentes e no suporte que sustenta a estrutura das formas não deverá ultrapassar 5 mm.

Precauções especiais serão tomadas para manter as deformações dentro destes limites.

Para o dimensionamento das formas, de sua estrutura e do escoramento, será considerada além do seu peso próprio e do peso do concreto fresco considerando, com suas dimensões finais, uma sobrecarga de trabalho de no máximo 0,75 KN/m².

O escoramento deverá estar contraventado de modo a resistir no mínimo à ação de um vento atuando com uma velocidade de 27 m/s (pressão básica de 0,45 KN/m²) ou a uma força horizontal equivalente a 1% do peso do concreto fresco, acrescido do peso da forma e da sobrecarga, aplicada no topo superior de cada escora.

Cimbramento

As escoras serão de madeira ou metálicas (tubulares ou não) e providas de dispositivos que permitam a retirada de cimbra.

A contratada, antes de executar o cimbramento, deverá apresentar a Fiscalização, para aprovação, um projeto adequado do tipo de construção a ser executado, admitindo-se no cálculo que a densidade do concreto armado será de 2500 Kg/m³.

Tal aprovação não exime a contratada das responsabilidades inerentes à estimativa correta das cargas, dos esforços atuantes e da perfeita execução dos serviços.

O controle de estabilidade será feito por meio de defletômetro ou nível de alta precisão, colocado de modo a visar pontos suscetíveis de arreamento.

A contratada deverá estar equipada com macacos de rosca e cunhas de madeira dura para deter qualquer recalque das formas, durante o lançamento do concreto e antes do início da pega.

Será feita uma previsão para assegurar a contra flecha permanente requerida na estrutura, bem como previstos meios para correção de possíveis depressões ou distorções durante a construção.

O ajustamento será feito de modo a permitir o rebaixamento gradual do cimbramento durante a sua remoção. Havendo recalques ou deslocamentos indevidos, a concretagem será suspensa, retirando-se

todo o afetado.

Antes de se reiniciarem os trabalhos, o escoramento será reforçado e corrigido até alcançar a forma necessária. Nenhuma remuneração cabe à contratada por este trabalho suplementar, eventualmente necessário.

Quando a laje de cobertura for em cúpula esférica, o cimbramento deverá conduzir à construção de paralelos da cúpula esférica, sobre os quais apoiam segmentos dos meridianos, de forma a manter um espaçamento conveniente e aproximadamente constante para os painéis de compensado das formas.

Serão tomados os cuidados prévios para se evitar concentrações de carga na laje de fundo reservatório que suporta o escoramento da laje de cobertura.

A Fiscalização não liberará as concretagens sem que tenham sido cumpridos os requisitos mínimos aqui indicados.

7.1.7 – Retirada das formas e do cimbramento

A retirada das escoras, das formas e do cimbramento só será feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o valor do módulo de deformação do concreto (EC) e a maior probabilidade de grande aumento da deformação lenta, quando o concreto é solicitado com pouca idade.

Para pequenas obras, que não exijam controle tecnológico, serão obedecidas as prescrições da NBR-6118, item 14, que indicam os seguintes prazos:

- Faces laterais: 3 dias;
- Faces inferiores: quatorze dias, tendo-se o cuidado de deixar pontaletes e transversinas, para impedir as deformações das partes concretadas;
- Faces inferiores sem pontaletes: vinte e oito dias.

Estes prazos poderão ser modificados, a critério da Fiscalização, desde que tenham sido atendidas as medidas de cura do concreto e verificada a resistência deste.

A operação de retirada do cimbramento, sendo uma fase particularmente importante no que se refere à transferência de cargas para a estrutura, será executada com segurança e dentro dos critérios estruturais adequados, sem choques e sem que apareçam esforços temporários não previstos. Não será executada sem apresentação e aprovação, pela Fiscalização, do plano de desforma.

7.1.8 – Aprovação do projeto de formas

O projeto de formas e de suas estruturas de sustentação será de responsabilidade da contratada.

A contratada deverá remeter à Fiscalização, no prazo mínimo de 30 (trinta) dias antes da execução da superestrutura, o projeto de forma e escoramentos.

Quando a contratada, por opção ou indicação da SANEAGO utilizar Sistemas Metálicos de formas e escoramentos, será de inteira responsabilidade da contratada a utilização do sistema então projetado, e obedecerá às indicações anteriores de contraventamento. O projeto do sistema metálico deverá também ser apresentado à Fiscalização para apreciação e comentários.

Entretanto, a liberação desses projetos e planos não eximirá a contratada de sua plena responsabilidade com relação a todos os aspectos envolvidos no projeto e execução destes serviços.

7.1.9 – Aços

A SANEAGO fixará as características exigíveis ao recebimento, bem como na execução de todos os trabalhos relacionados com barras, fios de aço e malhas soldados, destinados à armadura de concreto. Deverão ser observadas as normas NBR-7480, NBR-7482, NBR-7483 e NBR-7481.

Ensaio

ID GED: 18/2024

Código
IT00.0280

Revisão
02

Data
05/03/2024

UO Responsável
SUPOB

Cópia não controlada quando impresso

Página
235 de 453

Em cada fornecimento de barras ou fios de mesma seção nominal e de mesma categoria, verificar o peso do material fornecido. Se não estiverem preenchidas as condições de homogeneidade, rejeitar as barras ou fios que não as preencham. Repartir as barras e fios não rejeitados em lotes de mesmo peso (aproximadamente), de acordo com o critério a seguir indicado, não se permitindo, no entanto, menos de dois lotes.

Separar, ao acaso de cada lote, uma barra ou rolo e providenciar a extração de uma das extremidades dessa barra ou rolo, de um segmento de aproximadamente 220 cm de comprimento, desprezando-se a ponta de 20 cm da barra, que será considerado como amostra representativa do lote.

Remeter a amostra devidamente autenticada para um laboratório idôneo e com a aparelhagem necessária, onde se executarão os ensaios de recebimento. No caso de malhas soldadas, dever-se-á isolar um dos fios, cortando os fios transversais a ele soldados, de um e de outro lado do nó, mas sem destruir as soldas das ligações.

Comparar, para cada lote do fornecimento, os resultados obtidos nos ensaios de recebimento, com as exigências destas especificações.

No ensaio de tração do aço CA-50 A, a amostra deverá apresentar tensão de escoamento igual ou superior a 50 Kgf/mm² e alongamentos iguais ou superiores a 8% em 10 Ø sendo Ø o diâmetro nominal.

A relação entre tensão de ruptura (limite de resistência) e a tensão de escoamento, de cada amostra, será pelo menos igual ao mínimo de 1,1.

No ensaio de dobramento, com diâmetro do pino igual a 4Ø para Ø < 25 mm e 5Ø para Ø = 25 mm, a amostra deverá suportar o dobramento de 180° sem fissuração ou ruptura. O lote será aceito caso todos os ensaios referentes à amostra sejam satisfatórios.

Caso um ou mais desses resultados não satisfaçam as referidas exigências, a barra ou rolo do qual foi retirada a amostra será separado e rejeitado. Serão retirados para contraprova, duas outras barras ou rolos do mesmo lote, formando novas amostras, as quais serão submetidas a ensaios de tração e dobramento. O lote será aceito, caso todos os resultados dos ensaios, referentes às novas amostras sejam satisfatórios. O lote será rejeitado, caso qualquer um desses novos resultados não satisfaça as referidas exigências.

Se mais de 20% dos lotes de um fornecimento tiverem que ser rejeitados, todo fornecimento será rejeitado, ou desclassificado para uma categoria inferior, a cujas condições de utilização devam obedecer.

Em casos especiais, o critério de aceitação ou rejeição será o critério estatístico indicado no item 7.3 da EB-3.

A tolerância de comprimento será de ± 9%. Permite-se existência de até 2% de barras curtas, porém de comprimento não inferior a 6 m.

Os materiais rejeitados serão imediatamente retirados do canteiro de obra sem ônus para a SANEAGO.

Estocagem

A estocagem (armazenamento) do aço é fundamental para a manutenção de sua qualidade, assim, este será colocado em local abrigado das intempéries, sobre estrados a 75 mm, no mínimo, do piso, ou a 0,30 m, no mínimo, do terreno natural. O solo subjacente deverá ser firme, com leve declividade e recoberto com camada de brita. Recomenda-se cobri-lo com plástico ou lona, protegendo-o da umidade e do ataque de agentes agressivos. Serão rejeitados os aços que se apresentarem em processo de corrosão e ferrugem, com redução na seção efetiva de sua área maior do que 10%.

O armazenamento será feito separadamente para cada bitola. Deverão também ser tomados cuidados para não torcer as barras, evitando-se a formação de dobras e o emaranhamento nos feixes recebidos.

A Fiscalização fará uma inspeção preliminar, onde será verificado se a partida está de acordo com o pedido e se apresenta homogeneidade geométrica, assim como isenção e defeitos prejudiciais, tais como:

ID GED: 18/2024

Código
IT00.0280

Revisão
02

Data
05/03/2024

UO Responsável
SUPOB

Cópia não controlada quando impresso

Página
236 de 453

bolhas, fissuras, esfoliações, corrosão, graxa e lama aderente.

Os aços utilizados apresentarão a designação da categoria, da classe do aço e a indicação do coeficiente de conformação superficial, especialmente quando este for superior ao valor mínimo exigido para a categoria.

Será retirada, para ensaio, uma amostra de cada partida do material que chegar à obra. A amostragem deverá obedecer a NBR-7480.

Corte e Dobramento

As barras e telas, antes de serem cortadas, serão endireitadas. Os trabalhos de retificação, de corte e de dobramento serão efetuados com todo o cuidado, para que não sejam prejudicadas as características mecânicas do material.

Os dobramentos das barras serão feitos obedecendo-se ao especificado no item 12, Anexo 1 da NBR-7480, sempre a frio.

As tolerâncias de corte e dobramento ficam a critério da Fiscalização. Emendas das Barras e Telas de Aço Soldadas serão feitas obedecendo-se rigorosamente aos detalhes dos desenhos de projeto elaborado conforme NBR-6118.

A contratada poderá propor a localização das emendas, quando não indicadas especificamente nos desenhos do projeto, assim como substituir emendas de transpasse por emendas soldadas ou barras contínuas, desde que com aprovação da Fiscalização.

Nas lajes, será feita a amarração dos ferros em todos os cruzamentos, sendo que a montagem deverá estar concluída antes do início da concretagem.

Os eletrodos empregados na soldagem serão constituídos por metais de características adequadas às do metal base das barras. Deverão possuir revestimento básico, para evitar fissurações pela absorção de nitrogênio.

Qualificação dos Soldadores

Todas as soldas efetuadas no campo serão marcadas, a fim de se identificar o soldador.

O procedimento para testes e qualificação de soldadores seguirá as exigências mínimas estabelecidas nas Normas ABNT MB 262 ou ASME, Seção IX.

Os certificados de qualificação de soldador serão emitidos pela Fiscalização. Cada soldador será qualificado para função específica, não se considerando que o soldador manual esteja implicitamente qualificado como operador para soldagem automática e vice-versa.

A Fiscalização acompanhará a qualificação dos soldadores, que será feita com o emprego de material a ser efetivamente aplicada na obra, com eletrodo de maior diâmetro.

Na execução da soldagem, tanto de topo como de lado, serão tomadas as seguintes precauções:

- Evitar aquecimento excessivo, para impedir aparecimento de compostos de têmpera frágil, que viriam a diminuir a tenacidade das barras;
- Nas barras de grande diâmetro, a solda será feita em X, sendo as extremidades das barras chanfradas a serra ou com esmeril;
- A soldagem será feita em etapas sucessivas, não se iniciando uma nova etapa antes que a anterior esteja completamente fria; a soldagem será feita com arco curto, para evitar a absorção de nitrogênio;
- A soldagem de barras de aço CA-50 só será executada quando autorizada pela Fiscalização;
- A Fiscalização supervisionará as operações de emendas com solda, para verificar se estas instruções serão obedecidas, de acordo com os requisitos estabelecidos no Anexo I da NBR-7480, item 11, e NBR-6118.

Montagem

Na montagem das armaduras, será observado o prescrito na NBR-6118.

A armadura será montada na posição indicada no projeto de modo a se manterem firmes durante o lançamento do concreto, observando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e entre as faces das formas.

Será permitido o uso de arame ou dispositivo de aço (caranguejo etc.), desde que não sejam apoiados sobre o concreto magro.

Não será admitido o emprego de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha uma espessura menor que a prescrita na NBR-6118 ou nesta especificação, prevalecendo a maior.

Na montagem das peças dobradas, a amarração será feita utilizando-se arame recozido, ou, então, pontos de solda, a critério da Fiscalização.

Tolerância (posição das barras com relação às superfícies do concreto).

Localização das barras no sentido da correspondente dimensão "d" dos diferentes elementos estruturais, desde que seja respeitado o cobrimento de projeto:

- $d < 0,20 \text{ m}$ (mais ou menos) 5,0 mm
- $0,20 \text{ m} < d < 0,60 \text{ m}$ (mais ou menos) 10,0 mm
- $d > n, F_m$ (mais ou menos) 15,0 mm

Localização de Barras

Localização das barras no sentido de seu comprimento (mais ou menos) 0,05 m.

Espaço entre barras principais de lajes e muros (mais ou menos) 0,05 m.

Espaçamento entre barras de armadura de distribuição (mais ou menos) 0,03 m.

Eventualmente algumas barras serão deslocadas de sua posição original, a fim de se evitar interferências com outros elementos, tais como: conduítes, chumbadores etc.

Se barras tiverem de ser deslocadas, alterando os espaçamentos do projeto, a nova localização será submetida à aprovação do projetista.

Substituição

Só será permitida a substituição das barras indicadas nos desenhos por outras de diâmetro diferente com autorização, expressa do setor de projeto, sendo que, para esse caso, a área de seção das barras, resultante da armadura, deverá adotar o recomendado em projeto.

Instalação nas Formas

Serão obedecidas todas as especificações contidas nos desenhos com tolerância para cobrimento da armadura de + 0,05 m. Todos os cobrimentos serão rigorosamente respeitados, de acordo com o projeto.

A fim de manter as armaduras afastadas das formas (cobrimento), não serão usados espaçadores de metal, sendo para tal, usadas semicalotas de argamassa com traço 1:2 (cimento: areia) de volume, e relação água/cimento máxima de 0,52 l/kg com raio igual ao cobrimento especificado, as quais disporão de arames para fixação às armaduras.

Os espaçadores deverão ter, ainda, uma resistência igual ou superior à do concreto das peças às quais serão incorporados. Serão dispostos de maneira a apresentar, teoricamente, um contato pontual com a forma.

A armadura será mantida na posição pelo uso de suportes, espaçadores ou concreto. Todo suporte deverá ter resistência suficiente para manter a armadura em posição, durante toda a operação de concretagem e

não será admitida, em hipótese alguma, a fixação destes suportes na armadura através de solda.

Serão usados de tal forma que não fiquem expostos ou contribuam de qualquer maneira para a deslocação ou deterioração do concreto. Os suportes de concreto serão fabricados com traços equivalentes ao usado na estrutura a ser concretada, porém com agregados apropriados às suas dimensões.

Poderão também, alternativamente, ser usadas pastilhas de forma piramidal, desde que mantidos as dimensões do cobrimento e o contato pontual com a forma. Blocos de madeira, argamassa ou de concreto não serão admitidos como espaçadores. Dando-se preferência a espaçadores plásticos.

Para travamento de formas, será permitido usar parafusos, tirantes de aço passantes (ferros de 5/8"), com cones perdidos e parafusados (para serem preenchidos posteriormente) ou de núcleo perdido, desde que estes recebam tratamento posterior, conforme metodologia descrita neste Manual.

Não será permitido o uso de tensores de fôrma que passem pelo interior de tubos plásticos, em estruturas hidráulicas e estruturas enterradas.

A utilização de tensores do tipo núcleo perdido deverá seguir orientação da Fiscalização.

As extremidades dos tirantes metálicos embutidos, usados na amarração da forma, deverão terminar (por corte posterior a concretagem ou outro recurso) embutidas dentro das superfícies de concreto na mesma profundidade igual do recobrimento da ferragem.

Os vazios dos extremos serão preenchidos com concreto ou argamassa, de mesmo traço de concreto, colado com SIKADUR-32 ou outro produto que a Fiscalização indicar.

Serão admitidos tirantes removíveis, dotados de "camisas" (tubos de material termoplástico) removíveis e, nas extremidades cones de PVC. Após a cura do concreto serão retirados os cones e as camisas

Os vazios serão preenchidos, com argamassa ou concreto, tomando-se os seguintes cuidados:

- Estruturas hidráulicas: passar no orifício o adesivo Sikadur-32 e, imediatamente fazer o enchimento com argamassa de cimento e areia (no traço 1:3) com aditivo recomendado pela Fiscalização.
- Estruturas comuns: será feito apenas o enchimento do orifício com argamassa sem o uso do adesivo Sikadur-32.

Quando o projeto especificar o tirante a ser usado e a indicação do material e técnica de enchimento do orifício, esta especificação de projeto prevalecerá.

Limpeza das Armaduras

As armaduras, antes do início da concretagem, deverão estar livres de contaminações, tais como incrustações de argamassa, salpicos de óleo ou tintas, escamas de laminação ou de ferrugem, terra ou qualquer outro material que, aderido às suas superfícies, reduza ou destrua os efeitos da aderência entre o aço e o concreto.

A Fiscalização deverá inspecionar e aprovar a armadura em cada elemento estrutural depois que esta tenha sido colocada, para que se inicie a montagem das formas.

As armaduras instaladas em desacordo com esta regulamentação serão rejeitadas pela Fiscalização e removidas pela contratada, sem ônus para a SANEAGO.

7.2 – Fabricação e controle do concreto

7.2.1 – Disposições gerais

Além de todas as condições gerais estabelecidas nas especificações relacionadas à boa técnica de execução e ao atendimento das Normas Brasileiras, dever-se-á, também, obedecer às condições específicas enunciadas a seguir, relativas à execução de estruturas hidráulicas.

ID GED: 18/2024

Código
IT00.0280

Revisão
02

Data
05/03/2024

UO Responsável
SUPOB

Página
239 de 453

Cópia não controlada quando impresso

O concreto deverá apresentar a resistência característica f_{ck} indicada no projeto.

Sua trabalhabilidade será definida considerando-se as características dos materiais componentes, o equipamento a ser empregado na mistura, a forma de transporte, lançamento e adensamento, bem como as dificuldades de execução das peças.

Para efeito de dosagem será considerado o controle rigoroso prescrito na NBR-6118.

O traço de concreto deverá ser estabelecido por dosagem experimental, a partir das condições de projeto e deverá ser submetido à Fiscalização para aprovação, com no mínimo 20 dias da concretagem.

O controle tecnológico abrangerá pelos menos o previsto nos seguintes itens:

- Verificação da dosagem utilizada;
- Verificação da trabalhabilidade (slump test);
- Verificação das características dos materiais componentes do concreto;
- Verificação da resistência mecânica a compressão aos 3, aos 7 e aos 28 dias.

O tipo de controle a se adotar nessas verificações deverá atender as recomendações da ABNT. (NBR 6118, NBR 5738, NBR 5739 e NBR 12.655)

Os certificados terão numeração contínua e serão entregues na obra 24 horas após a realização dos ensaios.

A moldagem dos corpos de prova será planejada de modo a permitir o controle das resistências do concreto de cada setor da obra, facilitando a aceitação individual das estruturas.

A contratada deverá organizar e manter atualizado um livro de registro para o controle da resistência mecânica do concreto no qual serão feitas, no mínimo, as seguintes anotações, para cada estrutura e para cada valor da resistência característica de projeto:

- Identificação da estrutura;
- Identificação dos lotes em que a mesma foi dividida, com indicação das peças concretadas, o volume de cada lote e as respectivas datas;
- Identificação das amostras retiradas de cada lote, com a indicação das datas de moldagem e ruptura de seus exemplares;
- Nos certificados de ensaios à compressão do concreto, deverão constar: discriminação completa do traço, slump, marca, tipo e classe do cimento, aditivos e suas dosagens, assim como quaisquer outras anotações julgadas cabíveis.
- Identificação dos exemplares de cada amostra com a indicação dos corpos de prova que constituem cada exemplar, bem como os valores da sua resistência a ruptura e o valor adotado;
- Para cada lote de estrutura o valor estimado da resistência característica do concreto com a idade que tiver sido especificada.

As estruturas para conter água, bem como todas as estruturas auxiliares em contato permanente com a água, apresentam as seguintes características básicas:

Absoluta estanqueidade: A contratada deverá esmerar-se no que diz respeito à qualidade dos serviços e materiais empregados na obra, no sentido de construir uma estrutura de concreto impermeável que, independentemente da aplicação posterior de sistemas impermeabilizantes de qualquer natureza, se apresente sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, como, por exemplo, através de:

- Porosidades ou segregações no concreto;
- Juntas de concretagem;
- Trincas;
- Interface entre o concreto e tubulações;

- Juntas de dilatação.
- Resistência e estabilidade estruturais: Reservatórios são, em geral, estruturas esbeltas e sensíveis, principalmente a movimentações da fundação. O consequente aparecimento de trincas ou fissuras se reflete de imediato na perda da estanqueidade. Uma criteriosa e cuidadosa execução das fundações e da estrutura, com a aplicação de materiais de qualidade e resistência comprovadas e a fiel obediência ao projeto e às especificações, são requisitos indispensáveis para a construção de um reservatório estruturalmente resistente e estável.
- Durabilidade: A resistência de uma estrutura do concreto armado ou protendido sujeita a ambientes agressivos está intimamente ligada aos seguintes fatores:
 - Cobrimento das armaduras, com especial atenção para a face inferior da laje de cobertura, onde as falhas de cobrimento ocorrem com grande frequência;
 - Fator água/cimento— a utilização de menores fatores água/cimento, propiciando maior resistência ao concreto;
 - Tipo do cimento e consumo mínimo por m³;
 - Qualidade dos agregados sendo que os de origem cristalina são em geral os mais resistentes;
 - Cura- uma cura bem-feita evita o fissuramento do concreto;
 - Qualidade da superfície e estanqueidade das formas- formas lisas e estanques resultam numa superfície menos porosa do concreto.

7.2.2 – Dosagem

A contratada submeterá à aprovação da Fiscalização a dosagem de concreto que pretende adotar para atingir e respeitar os limites previstos nos critérios de durabilidade, a resistência característica da compressão (fck) indicada nos projetos. Para isso, deverá apresentar um certificado de garantia comprovando que tal dosagem cumpre esse requisito.

A dosagem do concreto será experimental, de acordo com NBR-6118.

Para alcançar o objetivo pré-fixado, serão feitos, com a devida antecedência, antes de proceder a concretagem, estudo do traço, com testes de prova com misturas de diferentes composições.

Os corpos de prova resultantes dessas diversas misturas serão devidamente catalogados e individualizados, depois submetidos aos ensaios especificados nos métodos NBR 5738 e NBR 5739 da ABNT, determinar quais as dosagens a serem adotadas e aprovadas pela Fiscalização.

Uma vez determinada a dosagem, esta será obedecida integralmente na execução do concreto. Só poderá sofrer alterações se, em ensaios sucessivos, a critério da Fiscalização, ou sob proposta da contratada devidamente aprovada, tais mudanças conduzirem ao mesmo resultado ou a resultados melhores que os obtidos no primeiro ensaio.

Sempre que houver modificação nas características dos materiais componentes do concreto, ou outros motivos, a critério da Fiscalização, serão feitos os ajustes necessários na dosagem.

A proporção dos materiais deverá resultar em um concreto com trabalhabilidade compatível com as características das peças a serem concretadas, considerando-se suas dimensões, densidade e espaçamento das armaduras. Para se obter a resistência e a durabilidade requeridas e dar a adequada proteção às armaduras contra os efeitos de um meio ambiente desfavorável, as quantidades de cimento não serão inferiores aos valores mínimos, e a relação água/cimento não poderá ultrapassar os valores máximos, os quais são apresentados a seguir.

- **Estruturas em contato com água bruta, água tratada, solo e gases agressivos.**

Tipos de Cimento:

- CP II- E- Cimento Portland Composto com Escória;
- CP II- Z- Cimento Portland Composto com Pozolana;

- CII- F- Cimento Portland Composto com Filler;
- CIII- Cimento Portland de Alto Forno;
- CIV- Cimento Portland Pozolânico;
- CPRS- Cimento Portland Resistente a Sulfatos.
- Índice superior a 0,85 no ensaio de Kock & Steinegger, após imersão em solução de sulfato de sódio, e em sulfato de alumínio (estrutura da ETA).
- Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m³;
- Relação água/cimento máxima: 0,55 l/kg.
- Fck= 20,0 MPa

• **Estrutura em contato com esgoto e gases agressivos ou para tratamento de água.**

Tipos de Cimento:

- CIII- Cimento Portland de Alto Forno;
 - CIV- Cimento Portland Pozolânico;
 - CPRS- Cimento Portland Resistente a Sulfatos
 - Índice superior a 0,85 no ensaio de Kock Steinegger, após imersão em solução de sulfato de cobre.
 - Parede Diafragma
- Cimento: será usado qualquer tipo de cimento, exceto na eventualidade do lençol freático ser agressivo, quando se deverá usar o cimento especificado para estrutura em contato com esgoto;
 - Consumo mínimo de cimento: 400 Kg/m³;
 - Relação água/cimento: de acordo com abatimento inerente ao processo.
 - Tubulões (concreto estrutural auto adensável)
 - Base- utilizar concreto auto adensável com adição de aditivo superfluidificantes;
 - Fuste- utilizar concreto convencional;
 - Cimento: qualquer tipo;
 - Consumo mínimo de cimento: O necessário para atender as características exigidas (físicas e mecânicas);
 - Relação água/cimento mínima: o necessário para atender às características exigidas (físicas e mecânicas). Outras estruturas
 - Cimento: qualquer tipo;
 - Consumo mínimo de cimento: 270 Kg/m³;
 - Relação água/cimento máxima: 0,57 l/Kg. Concreto não estrutural
 - Cimento: qualquer tipo;
 - Consumo mínimo de cimento: 150 Kg/m³;
 - Relação água/cimento: qualquer.

Observações: Somente a Fiscalização poderá autorizar o emprego de cimento em quantidade superior a 400 Kg por m³ de concreto. Não será permitido o contato de cabos de protensão com cimento de alto forno (ancoragens passivas etc.).

A relação água/cimento será fixada levando-se em conta os seguintes fatores:

- Resistências (fck) especificadas no projeto;
- Características e necessidades da estrutura, sua exposição ao meio ambiente, durabilidade, impermeabilidade, etc.;
- Outros requisitos, tais como resistência à ação de desgaste, modo de evitar contrações excessivas, etc.;
- Natureza e forma dos agregados miúdos.

A relação água/cimento a ser adotada será a menor possível para:

- Alcançar os objetivos acima citados e apresentar trabalhabilidade compatível com a aplicação;
- O teor de umidade dos agregados miúdos será determinado por um processo indicado ou aprovado pela Fiscalização, de modo a poder manter a relação água/cimento especificada.

A falta de trabalhabilidade provocada pela adoção de baixos fatores água/cimento será compensada pela utilização de aditivos, de comum acordo com a Fiscalização e após ensaios que confirmem a não influência desse aditivo na qualidade final do concreto.

O teor máximo de cloreto de cálcio permitido no interior do concreto proveniente de todos os materiais será de 0,15% sobre o peso de cimento.

7.2.3 – Mistura e amassamento

Disposições gerais

O traço do concreto a ser utilizado deverá obedecer ao resultado obtido nos ensaios preliminares.

O cimento será sempre medido em peso, tomando-se como unidade o saco de cimento, previamente aferido, não sendo permitido o uso de frações de saco.

No caso de cimento a granel, a medida será feita utilizando-se dosadores em peso, rigorosamente controlados, e aferidos conforme as normas da ABNT, para fornecer a quantidade exata de cimento.

Quando for utilizado o "controle rigoroso" na execução do concreto, os agregados, tanto miúdos como graúdos, serão medidos em peso.

No caso do "controle razoável" na execução do concreto, a medição dos agregados será feita em volume, utilizando-se caixas de dimensões capazes de fornecer volume, de agregados cujo peso seja correspondente ao necessário à mistura. Essas caixas serão vistoriadas e aprovadas pela Fiscalização.

Qualquer que seja o tipo de preparo adotado, em função das características finais o concreto a que se pretende atingir e a critério da Fiscalização, o concreto só será preparado nas quantidades necessárias para o uso.

O concreto em início de pega, devido à demora em sua aplicação, não será misturado a um novo concreto que esteja sendo preparado. O concreto em início de pega será retirado da obra sem ser aplicado, não cabendo à contratada nenhuma indenização por essa perda.

A operação de mistura e amassamento do concreto será efetuada de três modos:

- Mistura do concreto em betoneira mecânica na obra;
- Mistura do concreto em central de concreto na obra;
- Mistura do concreto em central de concreto fora da obra, por empresa especializada.

Observação: Não será permitida, em hipótese alguma, a mistura do concreto efetuada manualmente. Em qualquer um dos casos, a contratada será a única responsável, perante a Fiscalização, pelo concreto aplicado na obra.

Mistura com betoneira na obra

A operação de mistura deverá obedecer às especificações abaixo e as contidas na NBR-6118.

Antes de iniciar a operação de concretagem, o tambor rotativo da betoneira deverá encontrar-se perfeitamente limpo e sem resquícios de materiais das betonadas anteriores.

A ordem de colocação dos diversos componentes na betoneira será a seguinte:

- Parte do agregado graúdo + parte de água;

- Cimento + parte de água+ areia;
- Restante do agregado graúdo;
- Ajuste do abatimento adicionando, no máximo, o restante da água que será completado antes de decorrer do tempo total da mistura.

O tempo de duração mínimo da mistura, depois da última adição de agregado, para betoneira com capacidade de até 1m³, será de 2,0 minutos; para cada 0,4 m³ de acréscimo na capacidade, o tempo de mistura será de mais 15 segundos. Findo este tempo, a mistura será despejada da betoneira, podem então ser aplicada na obra, desde que esteja homogênea.

A mistura será julgada homogênea quando:

- Apresentar cor e consistência uniformes;
- A variação no abatimento das amostras, no ensaio de tronco de cone ("slump test"), tomada no primeiro e no último quarto de descarga, não exceder de 30 mm a média dos dois valores.

Estes ensaios serão feitos com o acompanhamento da Fiscalização, e a contratada deverá providenciar o fácil acesso para retirada das amostras.

O movimento rotativo do tambor da betoneira será de 20 RPM (vinte rotações por minuto), salvo se houver indicações diferentes para o tipo de betoneira usada.

A temperatura dos materiais componentes, bem como da mistura durante a operação, deverá estar dentro dos limites adequados de modo a não afetar a resistência, nem provocar a fissuração do concreto.

A betoneira não será carregada além da capacidade indicada pelo fabricante. No final de cada betonada, o tambor será rigorosamente limpo.

Mistura com central de concreto na obra

A operação de mistura em central de concreto na obra deverá obedecer a todas as especificações do caso anterior e da NBR-7212.

O funcionamento da central, sua capacidade e seus elementos de controle do abastecimento serão vistoriados e aprovados pela Fiscalização, que poderá mandar substituir qualquer elemento julgado não satisfatório por outro em condições de preencher sua função.

Tabela 144 – Características betoneira

Capacidade da betoneira (m³)	Tempo (minutos)	RPM (rotações por minuto)
2,3	2,0	20
3,8	2,75	20
4,6	3,0	20
7,6	4,0	20

Mistura fora da obra por empresa especializada

A operação de mistura e fornecimento deverá obedecer às especificações a seguir e as contidas na NBR-7212.

O concreto fornecido por empresa especializada, qualquer entrega na obra será acompanhada de um certificado, no qual deverá constar:

- Quantidade de cada componente do concreto;
- Volume de concreto;
- Hora de início da mistura (primeira adição de água);
- Abatimento do tronco de cone ("slump");
- Dimensão máxima característica do agregado graúdo;

- Resistência característica do concreto à compressão, quando especificada;
- Aditivo utilizado, quando for o caso;
- Quantidade de água adicionada na central;
- Quantidade máxima de água a ser adicionada na obra;
- Identificação do caminhão-betoneira;
- Menção de todos os demais itens especificados no pedido.

A Fiscalização poderá ainda manter um técnico na central de concreto para controlar os traços preparados, com a finalidade de confirmar os dados fornecidos pela empresa produtora.

O fornecimento do concreto será programado de tal maneira que se possa realizar uma concretagem contínua, calculando-se intervalos de tempo nas entregas, de modo a impedir o início de pega das camadas já colocadas antes de receber nova camada.

Quando necessário, será adicionado ao concreto um retardador de pega, com ou sem efeito plastificante, em casos específicos, conforme a conveniência.

O transporte do concreto será feito por caminhões betoneiras. O prazo entre a saída da central e a conclusão de lançamento será de, no máximo, noventa minutos, salvo os casos de utilização de aditivo retardador de pega, em que será observado o início de pega do concreto.

A velocidade de rotação para mistura será de acordo com as especificações do equipamento a que confira homogeneidade ao concreto.

A carga do caminhão betoneira não deverá exceder a 80% do volume do tambor, e a velocidade de rotação deste será, no mínimo, de quatro revoluções por minuto durante o transporte.

Os caminhões deverão estar equipados com contadores de voltas e medidores, para permitir a verificação desta especificação.

O não cumprimento de qualquer uma das exigências anteriores acarretará a devolução do concreto.

Em hipótese alguma, o concreto será redosado e entregue na obra.

7.2.4 – Lançamento do concreto

A Fiscalização será notificada, no mínimo, setenta e duas horas antes do lançamento do concreto, para poder vistoriar o estado das formas, armaduras, espaçamento das pastilhas, verificar as providências tomadas para fornecimento do concreto, conferir se no canteiro há material e equipamento suficientes para a execução do serviço e designar pessoa autorizada para acompanhar a concretagem e realizar o controle tecnológico do concreto. Sendo satisfatória a vistoria, será autorizada a operação, desde que já sejam conhecidos os resultados dos testes para a determinação da resistência para cada traço de concreto a ser utilizado e a respectiva relação água/cimento.

O lançamento do concreto, exceto quando autorizado pela Fiscalização, só será feito durante as horas do dia, subordinado à temperatura ambiente. Esta não será inferior a 10° C nem superior a 30° C, levando-se em consideração o estado do tempo.

Esta operação não será feita em caso de chuva muito forte. Quando a chuva se iniciar durante operação de concretagem, a Fiscalização poderá autorizar a continuação do trabalho, desde que não venha a prejudicar o concreto, removendo as partes afetadas pela chuva até então incidentes sobre este.

A Fiscalização poderá autorizar a execução de lançamento nas horas noturnas, desde que a contratada tenha instalado no local um sistema de iluminação eficiente, seguro e suficiente, para o bom andamento da operação e do controle por parte da Fiscalização.

No caso de temperatura ambiente superior a 32° C, serão tomados cuidados especiais com respeito ao esfriamento dos agregados, conservação da relação água/cimento e procedimentos construtivos para se evitar a formação de "juntas frias" devido ao início da pega do concreto.

Em dias muito quentes e ventilados, será evitado o início da concretagem de lajes no período da manhã, de modo a não permitir que a pega se inicie nas horas mais quentes do dia, o que facilmente se pode traduzir em fissuração de retração.

Esse tipo de serviço, de comum acordo com a Fiscalização, será iniciado no meio da tarde, após se certificar da baixa possibilidade de ocorrência de chuvas.

Em nenhum caso será excedido o prazo de 45 minutos entre o início e o fim do lançamento de carga completa de um caminhão-betoneira, para evitar possíveis segregações, salvo o concreto com utilização de aditivo retardador de pega. Além desse prazo, a massa pronta e ainda não aplicada será rejeitada e será removida do canteiro.

Em nenhuma hipótese será feito lançamento do concreto após o início de pega conforme o item 13.2 da NBR-6118. O uso de grandes extensões de canaletas ou calhas afuniladas para conduzir o concreto até as formas será permitido somente quando autorizado pela Fiscalização. Se esse sistema for adotado, e a qualidade do concreto ao chegar na forma e seu manuseio não forem satisfatórios, a Fiscalização poderá interditar seu uso, substituindo esse método por outros adequados. Nos locais de grande inclinação, as canaletas ou calhas serão equipadas com placas de choque ou defletores, ou ser dispostas em trechos curtos com alteração na direção do movimento. Todas as canaletas, calhas ou tubos serão mantidos limpos e livres de quaisquer resíduos de concreto endurecido.

As canaletas e as calhas abertas serão metálicas ou revestidas de metal devendo aproximar-se o máximo possível do ponto de despejo.

Quando a descarga tiver de ser intermitente, será instalada uma comporta ou outro dispositivo de regulagem de descarga.

A altura máxima para lançamento do concreto será de até 1,50 m em peças esbeltas, como por exemplo, paredes de 2,00 m e, nos demais casos, a critério da Fiscalização.

A distância entre dois pontos de lançamento do concreto não será maior que 2 m. Ao se concretar a laje inferior, também serão, obrigatoriamente, concretados a mísula e o arranque das paredes, numa altura mínima que permita a sobreposição para montagem da fôrma subsequente.

Será elaborado e apresentado com antecedência mínima de setenta e duas horas o plano de concretagem a ser aprovado pela Fiscalização.

Durante a concretagem será feita lavagem com jato de água para expulsar a nata de cimento que eventualmente se tenha infiltrado nas bainhas.

Lançamento em fundações

A superfície destinada a receber o concreto deverá estar perfeitamente nivelada, limpa e compactada. Havendo água, esta terá de ser retirada antes do início da concretagem. Qualquer fluxo de água corrente sobre a camada de concreto depositado será evitado, para impedir o empobrecimento do teor de cimento da massa. Caso a superfície da fundação esteja seca, será umedecida antes da concretagem, evitando-se o empoçamento de água.

Se a superfície apresentar rochas detonadas, todas as fendas e rachaduras aparentes serão preenchidas com argamassa de cimento e areia, antes de se iniciar o lançamento do concreto.

Nas bases e fustes dos tubulões o concreto será lançado com tubulação tipo "tromba". O plano de lançamento de concreto em tubulões será analisado e aprovado pela Fiscalização.

7.2.5 – Elementos embutidos no concreto

Os elementos das partes hidráulicas, mecânicas e elétricas a serem embutidos no concreto, tais como canalizações, caixas de passagem e de controle etc. Deverão estar isentos de óleos, graxas ou outras substâncias prejudiciais à aderência ou ao próprio concreto.

No caso de chumbadores para trilhos, placas de apoio etc., a serem embutidos, a colocação será feita em concreto ou argamassa em dosagem adequada, serão utilizados aditivos para melhorar a trabalhabilidade e diminuir a retração. As quantidades de água dos traços de concreto ou de argamassa serão as mínimas possíveis.

7.2.6 – Adensamento do concreto

Todo o concreto lançado nas formas será adensado por meio de vibração. O número e tipo de vibradores, bem como sua localização, serão determinados pela Fiscalização.

O concreto será lançado nas formas em camadas horizontais, nunca superiores a 3/4 do comprimento da agulha dos vibradores, sendo logo em seguida submetido à ação destes.

A vibração será feita com aparelhos de agulha de imersão, com frequência de 5.000 a 7.000 RPM, tomando-se o cuidado de não prejudicar as formas nem deslocar as armaduras nelas existentes.

A distância de imersão da agulha, entre um ponto e o sucessivo, não será maior do que 1,5 vezes o raio de ação da agulha empregada; a duração de cada vibração será suficiente para a remoção do ar incorporado e a eliminação de vazios; findo esse tempo, a agulha será retirada lentamente, para evitar a formação de vazios ou de bolsas de ar.

De modo algum a agulha do vibrador será usada para empurrar ou deslocar o concreto nas formas.

A agulha do vibrador deve, sempre, ser operada na posição vertical, devendo o seu contato com a armadura e a introdução junto às formas.

O adensamento do concreto dos fustes de tubulões será executado cuidadosamente, por vibração. Nas bases será utilizado o concreto auto adensável.

7.2.7 – Cura do concreto

As superfícies de concreto fresco deverão protegidas contra as condições atmosféricas causadoras de secagem prematura, de maneira a se evitar a perda de água.

A cura do concreto será cuidadosa, e a aspersão de água deverá prolongar-se por sete dias. Nas superfícies das lajes será previsto o represamento de uma delgada lâmina-d'água, assim que se verificar o início de pega do concreto.

O período de cura, seus métodos e tempos de duração, especificados a seguir, serão previamente aprovados pela Fiscalização.

- **Cura pela Água:** O concreto, depois de lançado, será conservado úmido por um período de tempo nunca inferior a sete dias. A cura pela água será executada por irrigação, lençol de água, camada de areia úmida ou por cobertura com panos de saco molhados espalhados em toda a superfície. A cura será iniciada logo após a verificação do início de pega nos trechos concretados. A água será do tipo da empregada na concretagem. O período de cura será aumentado em até 50% quando:
 - A menor dimensão da seção da viga ou da laje for maior que 75 cm;
 - A temperatura ambiente for muito alta, ou o clima muito seco;
 - Houver contato com líquidos ou solos agressivos;
- **Cura por Pigmentação ou por Membranas:** A cura por pigmentação ou por membranas somente será executada com aprovação da Fiscalização e quando for absolutamente necessário reduzir o tempo de cura normal.

Os produtos de cura são substâncias pulverizáveis sobre o concreto logo após o seu lançamento, para obturar os capilares da superfície e impedir a evaporação da água de amassamento nos primeiros dias.

- **Cura a Vapor:** O método de cura a vapor será utilizado quando for necessária a redução do tempo de cura e desforma. Será autorizado pela Fiscalização.

A cura a vapor só será iniciada depois de transcorrido o tempo de início de pega do concreto.

Empregando-se cimento de alta resistência inicial, o período de cura será reduzido, a critério da Fiscalização.

7.2.8 – Juntas de concretagem

As juntas de concretagem serão feitas somente nos locais assinalados no projeto ou indicados pela Fiscalização. Todas as juntas serão tratadas antes da retomada da concretagem. O tratamento será executado conforme as especificações a seguir:

- Apicoamento Manual (removendo toda a camada superficial da nata de cimento): Este processo só será executado após trinta e seis horas, no mínimo, do término da concretagem.
- Corte Verde: Processo que consiste na aplicação de um jato de água e ar sob pressão na superfície do concreto, assim que se constatem o início de pega e o endurecimento superficial do concreto. Caso os resultados não se mostrem eficiente, será executado o apicoamento manual conforme o item anterior.

Observação: em ambos os processos o aspecto final do substrato de concreto deverá estar com a nata de cimento removida e os agregados firmes e aparentes em 30% (trinta por cento) da sua extensão, em profundidade.

As bordas da face de todas as juntas expostas serão cuidadosamente acabadas, em alinhamento e greide.

Quando o lançamento do concreto for interrompido por razões de emergência, as juntas de construção serão localizadas conforme determinação da Fiscalização. Serão tomadas providências para proporcionar interligação com a camada seguinte, abrindo as formas quando necessário, e procedendo ao tratamento indicado a seguir:

- Remoção da Camada Superficial (na junta do concreto paralisado- mínimo de 5,0 cm). Em superfícies planas, deixar o concreto apicoado a 90°, removendo assim, o volume de concreto com excesso de ar incorporado e com vibração deficiente. O aspecto final da superfície será idêntico ao especificado no tratamento do item anterior. A sequência de concretagem só será executada após a aprovação da Fiscalização.

Ao se lançar concreto novo sobre concreto já endurecido da etapa anterior, serão observados:

- Intervalo de tempo não inferior a setenta e duas horas;
- A superfície da junta deverá estar tratada conforme a metodologia aqui explicada;
- A superfície da junta, as armaduras e as formas serão lavadas com jato de água limpa sob pressão;
- O substrato de concreto da junta deverá estar saturado com superfície seca, condição que será mantida durante todo o período da concretagem;
- Não poderá haver água empoçada na superfície da junta por ocasião da concretagem;
- O lançamento do concreto será executado de modo contínuo, de junta a junta.

É proibida a aplicação de argamassa ou qualquer outro material ou produto na junta precedendo a concretagem.

7.2.9 – Acabamento superficial

O acabamento do concreto fresco será feito com réguas de madeira apoiadas nas guias mestras e em seguida promovido um acabamento final com desempenadeira de madeira.

Nas cúpulas dos reservatórios será executado um acabamento superficial com aplicação de uma mistura de cimento, areia, água e aditivo polimérico (PVA ou acrílico), com espessura máxima de 0,5 cm. Este acabamento será executado em conjunto com o desempenho do concreto fresco. Em hipótese alguma será permitido o uso de revestimento de argamassa (chapisco e emboco) no concreto endurecido.

Todas as superfícies de concreto terão acabamento liso, limpo e uniforme e deverão apresentar a mesma cor e textura das superfícies adjacentes. Concreto poroso e defeituoso será retirado e refeito, em conformidade com as determinações da Fiscalização.

Nenhum serviço de reparo será levado a cabo sem que a superfície aparente da concretagem tenha sido anteriormente inspecionada pela Fiscalização. Todos os reparos serão efetivados no prazo estabelecido pela Fiscalização.

Nas superfícies, a critério da Fiscalização, será feito o acabamento por fricção, o qual será executado com pedra de carborundum, de aspereza média, esmerilhando as superfícies previamente umedecidas, até se formar uma pasta. A operação deverá eliminar os sinais deixados pela forma, partes salientes e irregularidades. A pasta formada pela fricção deve, em seguida, ser cuidadosamente varrida e retirada.

Fica proibida a execução de argamassa ou de qualquer outro tipo de revestimento em estruturas concebidas em concreto aparente, sobretudo em estruturas hidráulicas.

7.2.10 – Juntas de dilatação

As juntas de dilatação serão construídas nos pontos e com as dimensões e detalhes indicados no projeto.

As juntas abertas serão colocadas nos pontos designados pelo projeto. Tais juntas serão formadas pela colocação e posterior remoção de gabarito de madeira ou outro material apropriado.

Os gabaritos serão construídos de maneira a permitir sua remoção sem danificar o serviço executado.

As juntas cheias serão feitas com materiais de enchimento que, por sua vez deverão seguir os requisitos estabelecidos no projeto.

Serão seladas todas as juntas de dilatação nos pontos indicados nas plantas. Antes da colocação do material selante, as juntas deverão estar completamente limpas, isentas de partículas, fragmentos de concreto, pó ou outros materiais estranhos.

Os salpicos de concreto no espaço da junta serão removidos. A junta deverá estar seca antes da aplicação do material de vedação.

O vedador da junta será preparado e colocado de acordo com as instruções do fabricante, com o equipamento prescrito por este.

Qualquer material indevidamente misturado, ou cuja pega se inicie antes da colocação nas juntas, será rejeitado, ficando a cargo da contratada as despesas correspondentes à reposição.

As juntas deverão efetivamente vedar a infiltração de água ou de umidade.

O desnível do material de vedação não poderá exceder a 3 mm em relação à superfície do concreto adjacente.

Nos pontos indicados pela Fiscalização, a junta será alisada e nivelada, cortando-se todos os excessos do material selante após a aplicação.

Todo e qualquer material selante que não aderir ou não ligar com a superfície do concreto da junta será removido imediatamente e substituído por outro.

Todos os mata-juntas do tipo "Fungenband" terão suas emendas soldadas a quente, conforme recomendado pelo fabricante e atendidas as normas pertinentes da ABNT.

Em peças em que a junta se posicionar horizontalmente, suas abas serão levantadas, e o concreto fresco, lançado sob elas, de modo a não aprisionar ar e garantir perfeita aderência do perfil ao concreto.

7.2.11 – Aparelhos de apoio

Os aparelhos deverão obedecer rigorosamente ao projeto quanto às dimensões do elastômero e das chapas de aço, bem como quanto à localização. Os aparelhos serão assentados em superfície horizontal

lisa e completamente limpa.

No mínimo cinquenta dias antes da instalação dos aparelhos, estes deverão já se encontrar no canteiro da obra para serem submetidos à apreciação da Fiscalização, a qual definirá os ensaios a serem realizados.

Os aparelhos satisfarão às condições estipuladas na NBR-9783.

7.3 – Estruturas de concreto protendido

7.3.1 – Armadura para protensão

As cordoalhas de protensão deverão atender às condições prescritas na NBR-7483.

Recebimento e Estocagem dos Aços

Serão rejeitados os aços que apresentarem as seguintes irregularidades:

- Serem fornecidos em rolos ou carretéis com diâmetros internos inferiores a 600 mm;
- As cordoalhas, que, ao serem desenroladas e deixadas livremente sobre uma superfície plana e lisa, apresentarem curvatura permanente superior à correspondente a uma flecha de 100 mm, em um comprimento de 10 m;
- Fios com vestígios de solda;
- Aços em estado de oxidação;
- Aço com desbitolagem ou ovalização acima das tolerâncias.

O aço será armazenado no canteiro, em local seco, ao abrigo das intempéries, para evitar oxidação. Os rolos e as bobinas serão apoiados de forma a evitar mossas e dobramentos.

Os rolos das diferentes partidas de fornecimento serão mantidos separadamente, pois não serão admitidos cabos com fios de partidas diversas, ainda que do mesmo fornecedor.

Serão apresentadas à Fiscalização as características das diversas partidas e os cabos correspondentes. Essas características serão apresentadas através de gráficos tensão- deformação, com a indicação do módulo de elasticidade da amostra.

Os lotes de cordoalhas para protensão serão amostrados e ensaiados, pela Fiscalização, de acordo com a NBR 7482 e NBR 7484.

Os fios de aço ou os cabos de protensão não deverão, em hipótese alguma, ser arrastados sobre superfície abrasiva, quer na fase de confecção, quer por ocasião da sua introdução na bainha.

Com a finalidade de proteger contra a oxidação, quando os cabos permanecerem estocados por períodos prolongados, será feita a lubrificação dos fios com óleo solúvel. Tal operação permitirá também reduzir o atrito durante a protensão.

Entretanto, serão tomadas as precauções, para que todo o óleo seja removido (mediante o uso de solventes não oxidantes e não agressivos ao aço ou pelo jateamento de mistura de água e detergente neutro), antes da injeção de nata de cimento.

Os tipos de óleos solúveis, tais como Donx-C ou Dromus-B da Shell ou produtos similares, normalmente satisfazem a este requisito.

7.3.2 – Bainhas

As bainhas metálicas utilizadas para os cabos de protensão serão absolutamente estanques, de forma a não permitir a penetração da nata de cimento durante a concretagem; serão ainda flexíveis e suficientemente resistentes para suportar o peso do concreto depositado sobre eles e as solicitações de trações daí decorrentes.

No que se refere ao manuseio e estocagem, as bainhas deverão receber cuidados semelhantes aos prescritos para o aço de protensão.

Não será permitido o emprego de bainha não flexível, que impossibilite a colocação dos cabos na disposição prevista em projeto.

O fornecimento dos cabos será feito em rolos de diâmetro superior a 0,70 m e de comprimento tão elevado quanto possível, possibilitando a confecção de toda a bainha, sem emendas. Caso estas sejam necessárias, não serão processadas com espaçamentos inferiores a 7,00 m. No caso de emenda nas bainhas, e entre a bainha e as trombetas, será garantida a sua absoluta estanqueidade, recomendando-se o duplo recobrimento das extremidades a serem emendadas, por meio de chapa fina de aço (0,2 a 0,3 mm), no comprimento de 150 mm. Admitir-se-á a emenda por fitas adesivas, empregando-se, nesse caso, três camadas na largura de 150-200 mm, apertadas firmemente por, no mínimo, seis anéis de arame recozido.

Características especiais para as bainhas serão prescritas e utilizadas de acordo com autorização específica da Fiscalização, em função de processos patenteados e eventualmente adotados.

Cuidados especiais na vedação entre bainha e ancoragem serão tomados, considerando-se que esta é a situação mais vulnerável.

Antes da concretagem, é imprescindível a minuciosa verificação da completa estanqueidade das bainhas para evitar a penetração de nata ou argamassa, mormente em decorrência da vibração.

Durante a concretagem será feita lavagem, com jato de água, para expulsar a nata de cimento que eventualmente se tenha infiltrado nas bainhas.

7.3.3 – Cabos de protensão

Não há necessidade de se cortarem as cordoalhas no comprimento exato, uma vez que os cabeçotes de ancoragem só serão colocados no momento da protensão.

Nenhuma cordoalha será unida a outra por meio de emendas.

As cordoalhas serão agrupadas paralelamente, de acordo com número especificado no projeto para cada cabo, e enfiadas nas bainhas antes da concretagem.

Os fios ou cordoalhas que compõem o cabo serão adequadamente dispostos em torno de mola central, de maneira a proporcionar o fácil acesso de pasta de injeção.

A amarração dos fios ou cordoalhas, para a constituição dos cabos, será feita por meio de fitas plásticas adesivas ou arame recozido, sendo necessários, quando do emprego deste último, cuidados especiais para impedir que o "nó" venha a romper a bainha.

Os cabos para parede serão confeccionados com as cordoalhas justapostas em camada única, de modo a ter mínima espessura, do tipo usualmente empregado em lajes.

O corte dos fios far-se-á sempre a frio. Só será permitido o corte das pontas excedentes, a maçarico, com a observância das seguintes disposições:

- Depois de decorrido, no mínimo, quarenta e oito horas do término da injeção;
- Execução antecipada da cobertura da ancoragem por meio de pano umedecido;
- Observar uma distância prudente da ancoragem suficiente para dissipação do calor provocado pelo maçarico.

As extremidades dos fios com "botões", para uso de ancoragem passiva, serão cortadas com tesoura dotada de faca vîdea e esmeriladas para garantir a posição correta do botão.

As extremidades do cabo, na região das ancoragens, não terão amarrações, para evitar que, durante a protensão, estas penetrem na ancoragem, dificultando a introdução das cunhas.

Também serão absolutamente limpas, isenta de respingos de cimento argamassa ou eventual irregularidade de fios, a fim de garantir perfeito ajuste às cunhas do macaco de protensão e ajustagem

posterior do cabeçote de ancoragem. Será removida, mediante lixamento, qualquer eventual camada de ferrugem existente na região das ancoragens.

7.3.4 – Sistema de protensão

O sistema de protensão a ser utilizado será submetido à aprovação da Fiscalização, obedecendo ao seguinte:

- As ancoragens serão compostas de placa e cabeçote de aço, além de cunhas especiais para ancoragem individual de cada cordoalha; em hipótese alguma os cabos ficam em contato com concreto preparado com cimento de alto-forno (CP III);
- A trombeta de arremate de bainha, a espiral de fretagem e os tubos para injeção de nata de cimento ficam embutidos no concreto;
- Durante a protensão, todas as cordoalhas serão puxadas simultaneamente pelo macaco; porém, cada uma fica ancorada individualmente mediante cunhas;

Os aparelhos de ancoragem dos cabos de protensão deverão obedecer às dimensões, características técnicas e disposição de acordo com o projeto.

Sua colocação será feita no sentido de garantir a imobilidade e a fixação da calagem de protensão.

A contratada deverá apresentar aferição recente dos manômetros do equipamento. Não atendida esta exigência, não será autorizada a protensão.

Protensão

A estrutura somente será protendida quando o concreto utilizado atingir os valores mínimos, de resistência à compressão axial especificado no projeto e compatíveis com a NBR-7197.

Outros ensaios serão executados se a Fiscalização julgar necessário, como o ensaio de determinação do módulo de deformação estática e diagrama tensão-deformação (NBR-8522).

Eventuais falhas de concretagem serão recuperadas antes da protensão.

Neste caso a protensão só será executada quando os reparos atingirem resistência igual ou superior à resistência do concreto.

Deverá ser respeitada, rigorosamente, a ordem de protensão dos cabos especificadas em Projeto.

A Fiscalização indicará a força de protensão a ser atingida e que será rigorosamente obedecida. Essa força de protensão e a consequente deformação do cabo serão controladas com toda a precisão. Para isto, conta-se com duas referências: uma será a pressão manométrica que, para ser precisa, necessita de uma aferição periódica dos manômetros, e a medida do alongamento do aço.

Esse alongamento será calculado com base nos ensaios do aço efetuados por laboratório idôneo. Nos relatórios desses ensaios deverão constar o diagrama tensão-deformação e o módulo de elasticidade do aço a ser usado na peça.

O macaco será perfeitamente ajustado, antes da marca de referência, para que não haja erro na medida desse alongamento.

Se durante a protensão forem obtidos valores discrepantes em relação aos valores fornecidos na tabela, a Fiscalização será imediatamente informada e indicará as providências a serem tomadas. A contratada deverá manter na obra especialista em protensão.

7.3.5 – Injeção nas bainhas dos cabos de protensão

Todas as bainhas serão injetadas após a protensão, a fim de proteger os cabos e garantir seu funcionamento como peça aderente. A injeção, entretanto, somente será iniciada após o exame dos resultados da protensão feito pela Fiscalização e pelo projetista.

Nos casos de cabos em que os fios forem lubrificados com óleo solúvel para proteção provisória contra a corrosão ou diminuição de atrito deve-se proceder a uma primeira injeção de água para limpeza dos fios e do duto. A lavagem deverá prosseguir até que se verifique a total isenção do óleo lubrificante nos cabos. Depois a água deverá ser retirada por meio de ar comprimido.

Para que a injeção seja perfeita, serão verificadas as seguintes condições:

- A bainha deverá estar livre de obstruções, por nata de cimento ou corpos estranhos;
- O espaço interno será suficiente para a passagem fácil da pasta;
- O percurso do cabo não deverá apresentar quebras bruscas, devido à má colocação;
- A bainha deverá ter respiros espaçados de 15 m, no máximo.

As extremidades dos cabos deverão estar preparadas, para evitar a fuga da calda, durante e após a operação de injeção, e permitir uma aplicação firme e segura do aparelho de injeção, sem que o ar possa ser aspirado para dentro do duto.

Será obrigatória, antes da injeção, a limpeza do duto com ar comprimido, para expulsão da água de hidratação do concreto, das águas da chuva ou de cura que se infiltrarem pelas extremidades dos cabos.

Nos casos de cabos colocados em furos deixados nas peças (caso da protensão transversal, por exemplo), em que as paredes do duto forem o próprio concreto, será indispensável a lavagem do referido duto com água para umedecer as paredes antes da injeção. Caso contrário, as paredes absorveriam a água da argamassa comprometendo a qualidade desta e dificultando a injeção pela diminuição de sua plasticidade.

Deverá se iniciar a injeção propriamente dita, introduzindo a lança da bomba de injeção na extremidade do cabo.

A operação deverá ser contínua. Para isto, o alimentador da bomba de injeção deverá estar suficientemente munido de calda para a operação.

A bomba hidráulica, acionada por motor elétrico ou motor a gasolina, deverá possuir um dispositivo automático para passar de baixa para alta pressão, o que assegurará uma operação rápida e suave.

A velocidade de avanço da argamassa será de 6 a 12 m por minuto, para pressões em torno de dez atmosferas.

A bomba deverá possuir um dispositivo de segurança, para não ultrapassar a pressão de 10 Kg/cm². O risco de exceder a este valor será o do comprometimento do concreto de cobrimento da armadura.

Se o duto tiver purgadores em vários pontos, à medida que a argamassa for surgindo neles, estes serão obturados. No caso de dutos de grandes dimensões, será necessária uma segunda injeção duas horas após a primeira, para corrigir as precipitações e retrações da injeção havidas na primeira fase.

Quando a calda aparecer na outra extremidade, será recolhida em recipiente e ensaiada, obturando-se o tubo somente quando a fluidez for igual à de entrada. Após essa última operação, será retirado o bocal do orifício da ancoragem. Obtura-se então a extremidade de saída e retira-se lentamente a lança do aparelho na extremidade da entrada, obturando-se esta imediatamente para evitar o refluxo da injeção.

Após algumas horas, verificar se não houve decantação ou fuga da calda nas extremidades do cabo, fazendo-se uma sondagem com uma vareta. No caso de se confirmar este fato, completar a injeção com um aparelho de simples gravidade, sem necessidade da bomba da injeção.

Os cabos inclinados ou verticais serão injetados pela extremidade inferior para se evitar o aprisionamento de ar.

No caso de cabos verticais muito longos, a bomba de injeção deverá ficar a meia altura para diminuir a pressão hidrostática no duto.

Antes de ser desligada a lança de injeção, deve-se obturar a extremidade do cabo, evitando a perda de

injeção com sua fuga do duto injetado.

7.3.6 – Calda de cimento para protensão

A dosagem da calda de injeção será definida pela contratada e aprovada pela Fiscalização. A calda de injeção deverá atender as especificações da NBR-7681:

- Não conter produtos que ataquem a armadura;
- Apresentar resistência característica à compressão mínima de fck 25,0 Mpa;
- Preencher totalmente os espaços livres, sem remanescentes de ar ou água. Nesse sentido, não será permitida a injeção a ar comprimido;
- Conter a menor quantidade de água possível;
- Ser homogênea, o que se consegue por agitação mecânica;
- Não apresentar segregação.

Essas condições serão facilmente conseguidas utilizando-se somente cimento com menos de quinze dias de fabricação, peneirado em peneira ultrafina.

É útil o emprego dos seguintes aditivos, a critério da Fiscalização:

- Plastificante;
- Aditivo expensor.

Os aditivos não poderão conter cloretos nem nitratos.

Empregando-se aditivo expansivo para contrabalançar a retração, este não poderá conter pó de alumínio, e a expansão total livre será menor ou igual a 10%.

O cimento será de média finura, não se tolerando, sob qualquer pretexto, a presença de cloreto de cálcio. Deverá, ainda, ter baixo teor de enxofre, verificado por meio de ensaios químicos realizados em laboratórios especializados. Serão observados os limites prescritos na NBR-7681.

É proibido o uso de cimento de alto-forno (CP III) para a confecção da calda de injeção.

A calda de cimento será preparada com equipamento de mistura capaz de tomá-la homogênea e coloidal não sendo permitida a mistura manual. O tempo de mistura depende do equipamento a ser utilizado e, após a mistura a pasta será mantida em movimento contínuo e isenta de "coágulos".

Serão feitos ensaios de fluidez antes da entrada da calda nas bainhas, para verificação das características de dosagem; e na sua saída, para verificação da homogeneidade da calda.

São moldadas amostras da calda injetada com seis corpos de prova cilíndricos 50 x 100 mm. A quantidade de amostras será determinada pela Fiscalização, de acordo com o número de bainhas a serem injetadas.

7.4 – Estrutura de concreto projetado

7.4.1 – Concreto projetado

O concreto e a argamassa projetados serão constituídos de cimento, água e agregados. Os materiais utilizados deverão atender às especificações deste capítulo.

Podem ser utilizados aditivos, em pó ou em líquidos, bem como pozolanas (inclusive micro-sílica), fibras, etc. desde que autorizados pela Fiscalização.

Cimento

O cimento a ser utilizado em argamassa ou em concreto projetado deverá ter seu tipo previamente definido, para cada obra.

É vedada a mistura de cimentos de tipo, marca, procedência ou idade diferentes, sempre que não tiverem sido realizados ensaios prévios de controle de qualidade. Caso esteja prevista a utilização de aditivos

aceleradores de pega, na argamassa de concreto projetada, será obrigatória a realização de ensaios prévios entre os cimentos e os aditivos. Tal ensaio tem como finalidade verificar se ambos são compatíveis.

Agregados

As características dos agregados miúdo e graúdo deverão obedecer às prescrições da NBR 7211 (Agregados para Concreto), exceto no que se refere à composição granulométrica.

Normalmente 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.

Caso não haja uma recomendação específica do fabricante da máquina de projeção para uma determinada aplicação, serão seguidas as curvas granulométricas especificadas pela NBR 7211.

Composições granulométricas diversas serão utilizadas desde que sua eficácia seja comprovada através de ensaios preliminares de resistência à compressão e de reflexão. Depois de definidas as composições granulométricas para uma certa obra, quaisquer alterações implica a exigência de novos ensaios de caracterização.

Periodicamente serão coletadas amostras representativas dos agregados e realizados os ensaios prescritos na Norma NBR 7211. O lote será definido para cada caso, não poderão ser menor que o previsto na NBR 7211.

A fixação da dimensão máxima de agregado empregada depende da finalidade a que se destina o material e da técnica de projeção a empregar. Todas as partículas de dimensões superiores à dimensão máxima fixada serão removidas, por peneiramento, com a finalidade de se evitar entupimento do mangote ou do bico. A umidade relativa dos agregados será mantida a mais uniforme possível.

Para uma projeção satisfatória via seca, a máxima umidade relativa do agregado miúdo será de 6%. Usualmente valores entre 3 % e 6% são os mais satisfatórios.

Água

A água para mistura e cura será limpa e isenta de elementos prejudiciais, formadas por substâncias estranhas, tais como óleos, ácidos e matéria orgânica. Deverá obedecer aos requisitos da NBR 6118. Em caso de dúvida, será submetida ao teste de qualidade de água, seguindo-se as prescrições da NBR 7215 e utilizando-se os cimentos previstos para a obra. A resistência à compressão de corpos de prova preparados com a água de qualidade duvidosa será pelo menos 90% da resistência de corpos de prova preparados com água de qualidade comprovada. O tempo de início de pega não poderá diferir em mais de 30 min.

Na água destinada à argamassa ou concreto projetado a ser usado em peças protendidas ou que possuam embutidos de alumínio, o conteúdo máximo de íons cloro será tal que obedeça aos requisitos indicados no item Limitação de Haletos que apresentaremos adiante.

Aditivos

É permitida a utilização de aditivos em argamassa ou concreto projetado com a finalidade de melhorar determinadas propriedades ou de solucionar problemas específicos.

Aqueles que conferem certas características à argamassa ou concreto projetado, aplicados por via úmida podem não dar resultado ao serem aplicados por via seca e vice-versa.

Incorporadores de ar, retardadores de pega, redutores de água plastificantes e fluidificantes deverão obedecer aos requisitos das CEs 18:06.03-001 ,18:06.02-001 e 18:06.07-001, ao passo que os aceleradores de pega deverão obedecer às prescrições da CE 18:06.11-001.

Mesmo havendo orientação do fabricante, quanto às quantidades a serem utilizadas, será obrigatória a realização de ensaios comprobatórios prévios entre o aditivo em questão e os materiais a serem usados numa determinada obra. Os ensaios serão repetidos sempre que houver alterações em quaisquer dos

materiais, seja do tipo, marca, procedência ou quaisquer outras.

São utilizados em pó ou na forma líquida, devendo haver rigoroso controle das quantidades adicionadas. Será recomendável a dissolução em água, antes de sua introdução na mistura.

São utilizados aditivos aceleradores de pega, desde que seu uso obedeça às normas de segurança do trabalho e o produto não propicie corrosão de armaduras.

Quando forem utilizados aceleradores de pega, serão realizados ensaios de compatibilidade segundo a CE 18:03.08-001- Verificação da compatibilidade dos materiais. Caso o tempo de início de pega seja superior a três minutos e o fim de pega superior a (20 a 25) minutos e os testes de resistência à compressão de argamassas preparadas com ou sem aditivo, indiquem diferença superior a 30% aos 28 dias, será facultativa a rejeição do aditivo ou do cimento.

É proibida a utilização de cloreto de cálcio quando a argamassa ou o concreto projetado estiver em contato com armadura convencional, telas de aço, cordoalhas ou fios para protensão ou quando for envolver metais diferentes em contato entre si, tais como aço e alumínio. Será vedada também sua utilização em concreto exposto à água do mar ou a sulfatos. Cloreto de cálcio poderá apenas ser utilizado, na porcentagem necessária, para vedação de infiltrações e desde que não venha a ficar em contato com elementos metálicos.

Pozolana

Serão utilizadas pozolanas natural e artificial, cinzas volantes ou micro-sílica na argamassa ou no concreto projetado. As pozolanas e cinzas volantes deverão obedecer às prescrições da CE 18:01.13-001- Materiais pozolânicos destinados ao uso em concreto de cimento Portland. A utilização de micro-sílica fica condicionada a ensaios prévios que demonstrem a melhoria das características do concreto mediante sua introdução à mistura.

Fibras

Serão utilizadas fibras de aço, de vidro ou outro tipo de material, desde que, mediante testes prévios, comprovem melhorias nas características da argamassa ou do concreto projetados ou que permitam ao material atingir os requisitos de projeto.

Somente serão usadas fibras de vidro, ou outro material que contenha sílica, caso ensaios prévios demonstrem que o material não reage, deletariamente, com os álcalis do cimento utilizado.

Limitação de Haletos

Para aplicação de argamassa ou de concreto projetados em peças protendidas o total de íons cloro (CL-), de todas as fontes (água de mistura, cimento, aditivo e agregados), não será superior a 0,06 % do peso do cimento. Para concreto armado esse limite será de 0,10% do peso do cimento.

7.4.2 – Dosagem

As dosagens prévias de argamassa ou de concreto projetados podem não refletir exatamente as situações a serem encontradas no campo. Por essa razão os estudos de proporcionamento de materiais serão conduzidos sob condições de campo, sempre que possível. Para isso será seguido o especificado:

Ensaio prévios

Deverá ser escolhida a dimensão máxima do agregado a ser utilizado, levando-se primeiramente em consideração a capacidade dos equipamentos disponíveis.

Recomenda-se que a relação entre diâmetro interno do mangote ou do bico e a dimensão máxima do agregado esteja entre 2,5 e 3,0. Deve-se considerar a espessura do revestimento a executar e o índice de reflexão obtido com cada dimensão máxima de agregado, bem como suas incidências sobre o custo.

Processo de mistura seca

Após a escolha do agregado deverá ser escolhido o consumo inicial de cimento. Normalmente os melhores resultados são obtidos utilizando-se as relações 1:4 a 1:5, em peso, entre cimento e agregados total, sendo o consumo de cimento em torno de 350 kg/m³ a 400 kg/m³, para concreto. No caso de argamassa os melhores resultados são obtidos para relação de cimento e agregado miúdo de 1:3 e 1:4, em peso, sendo o consumo de cimento da ordem de 400 kg/m³ a 500 kg/m³. O consumo de água deverá ser adaptado no local, porém, via de regra a relação água-cimento fica próxima de 0,4.

Processo de mistura úmida

O processo de dosagem será o mesmo utilizado para concreto convencional. O consumo de água deverá ser suficiente para conferir à mistura um abatimento de 40 + ou- 10mm para equipamentos com transporte pneumático. Para equipamentos onde o transporte será efetuado pelo processo do deslocamento positivo, abatimentos de 80 + ou- 10 mm mostram-se adequados. No caso de argamassa, os melhores resultados são obtidos para relações entre cimento e agregado miúdo de 1:2 e 1:4 em peso, sendo o consumo de cimento da ordem de 400 kg/m³ a 500 kg/m³. No caso de projeção de concreto utilizam-se relações de 1:2 e 1:5, em peso, entre cimento e agregado total, sendo o consumo de cimento em torno de 350 kg/m³ a 500 kg/m³. O consumo de água deverá ser adaptado no local, sendo normalmente os melhores resultados obtidos com relação água- cimento entre 0,4 e 0,6.

7.4.3 – Equipamentos

Equipamentos de proporcionamento e mistura

Os equipamentos de pesagem e mistura são capazes de manter um fluxo adequado e contínuo de material homogêneo.

As partículas de agregado ficam revestidas com material cimentício.

O proporcionamento dos materiais deverá ser efetuado em peso. A água será adicionada em peso ou em volume. Para serviços considerados pequenos será admitido proporcionalmente volumétrico, desde que sejam efetuadas verificações periódicas do peso dos ingredientes adicionados a cada quatro horas de projeção ou a cada 8 m de material projetado.

São obedecidas as condições prescritas na NBR 6118 no que se refere às tolerâncias de medidas dos materiais.

Em obras onde haja exigência de produções mínimas de 2 m³/h de argamassa ou de concreto projetado, o equipamento de mistura e a projetadora serão dimensionados de modo a garantir fornecimento contínuo por, no mínimo, 30 minutos.

→ Via seca

Os aglomerados e os agregados serão transportados, de preferência, separados ao local onde será efetuada a mistura. O fornecimento de aglomerantes e agregados previamente misturados e transportados para o local de aplicação por caminhões-betoneira ou outro meio qualquer depende de aprovação prévia.

O tempo mínimo de amassamento em misturadora será de dois minutos. Após a mistura dos componentes, a argamassa ou concreto serão aplicados no prazo máximo de uma hora. A aceitação de prazos superiores depende de aprovação específica. A misturadora a ser usada será tal que possa descarregar todo o material misturado, sem que haja resíduos significativos de uma betoneira para outra. A misturadora será inspecionada e limpa, no mínimo, duas vezes por dia ou mais a amiúde, se necessário, de modo a se evitar acumulação de resíduos e minimizar as paralisações não planejadas.

→ Via úmida

Os procedimentos de proporcionamento e mistura segue as recomendações das normas NBR 6118, NBR 5750 e NBR 7212.

A utilização de misturadoras de produção contínua será aceita, desde que sejam obedecidos os requisitos da NBR 6118.

O abatimento e a uniformidade do concreto não deverão variar entre betonadas, para que seja mantida uma produção adequada, especialmente no caso de projeções em paredes verticais e no sentido vertical ascendente.

Maquina de projeção

Consideram-se como partes integrantes da máquina de projeção, as mangueiras separadas, que levam o material seco ou úmido, água ou ar até o bico; uma máquina adequada que, sob pressão, introduza os materiais no mangote e um bico de projeção que permita a ejeção dos materiais.

Qualquer equipamento que transporte o material, sob pressão, até o bico será utilizado, desde que consiga manter uma produção adequada às características da obra.

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

O bico de projeção será dimensionado de modo a permitir a ejeção de um fluxo aproximadamente cônico de materiais.

A máquina de projeção será rigorosamente limpa ao fim de cada concretagem, em locais apropriados. No caso de obras urbanas, serão tomadas providências para que o material de lavagem não venha a causar obstruções nas de equipamentos.

→ Via seca

A máquina de projeção deverá ter dimensões e capacidades adequadas para a aplicação.

O equipamento será capaz de transportar a mistura de agregados, cimento e eventualmente aditivos através do mangote, até o bico de projeção, continua e uniformemente, de modo a possibilitar projeções, sem interrupções.

A máquina de projeção deverá permitir o controle da pressão de ar que movimenta a mistura seca, bem como da pressão da água ao penetrar no bico de projeção.

→ Via úmida

O equipamento será capaz de transportar a argamassa ou concreto através do mangote até o bico de projeção, continua e uniformemente, de maneira a possibilitar projeções, sem interrupções.

O bico de projeções será dimensionado de modo e permitir injeção adicional de ar Comprimido.

Equipamentos auxiliares

Compressor

É utilizado compressor de ar dimensionado para manter as operações de projeção dentro de padrões satisfatórios. O compressor deverá suprir ar limpo, seco, isento de óleo, capaz de manter velocidades adequadas para o material ejetado pelo bico enquanto, simultaneamente, fornece ar comprimido para outros equipamentos, bem como para a mangueira usada para limpeza da reflexão.

→ Via seca

A tabela 1 fornece a capacidade usual dos compressores baseada no diâmetro do mangote e no diâmetro máximo de bico para funcionamento exclusivo de uma máquina projetora de via seca. A pressão do ar indicada na tabela e que será obtida durante a operação será aquela medida pelo manômetro situado próximo ao bico de saída do material da máquina. A tabela foi baseada em comprimento de mangote de 45 m com o bico locado no máximo a 8 m acima da projetora.

Geralmente as pressões de trabalho são aumentadas de 0,035 MPa para cada 15 m adicionais de mangote ou para cada levantamento do bico de 8 m.

Tabela 145 – Capacidade de compressores para condições normais de operação de máquinas projetoras via seca

ID GED: 18/2024

Código
IT00.0280

Revisão
02

Data
05/03/2024

UO Responsável
SUPOB

Página
258 de 453

Cópia não controlada quando impresso

Capacidade do compressor (m³/min)	Diâmetro interno do mangote	Diâmetro interno máximo do bico de projeção (mm)	Pressão de ar durante a operação (mpa)
7	25	19	0,28
9	32	25	0,32
10	38	32	0,39
17	44	41	0,53
21	50	44	0,60

Dependendo das condições de umidade poderá ocorrer um carreamento de água na forma de vapor no fluxo do ar comprimido, afetando de maneira adversa às operações de projeção. Um filtro ou dispositivo que absorva essa água será instalado na mangueira que sai do compressor. Os manômetros para medição da pressão de ar serão mantidos em condições satisfatórias.

→ Via úmida

O compressor para via úmida será capaz de suprir, no mínimo, 2,5 m³/min de ar por bico e a pressão será mantida constante, sem oscilações. No entanto, tal valor depende da quantidade de argamassa ou de cloreto a ser projetada. Valores últimos costumam ser obtidos com o uso da relação $P = V$ sendo P o volume mínimo de ar no compressor e V o volume de argamassa ou de concreto a ser projetado, por hora. A capacidade do compressor, na via úmida, independe do diâmetro do mangote utilizado no bombeamento e da distância ou altura da bomba ao ejetor.

Suprimento de água

A pressão de água nos equipamentos de mistura seca será constante, sendo um fluxo de 0,045 m³/min de água (451/min) a uma pressão aproximada de 0,56 MPa (5,6 kgf/cm) normalmente suficiente. A pressão de água, no bico, será superior à do ar comprimido para assegurar que há mistura adequada ao restante.

Os manômetros para medição da pressão de água serão permanentemente mantidos em condições satisfatórias. A válvula de controle do volume de água, no bico, será de fácil manuseio para permitir o controle da quantidade de água adicionada.

Nos equipamentos de mistura úmida, a água será adicionada no misturador, respeitados os parâmetros definidos– Processo de Mistura Úmida, conjuntamente com o aglomerante e os agregados.

Suprimento de aditivo

Para aplicação de argamassa ou de concreto projetado onde seja necessário o uso de aditivos aceleradores de pega, estes serão empregados utilizando-se métodos ou dosadores que asseguram sua mistura homogênea no traço e que permitam a aplicação da argamassa ou do concreto dentro dos prazos compatíveis com o início da pega.

No caso de uso de via úmida, certos aditivos tais como: incorporadores de ar ou redutores de água, serão misturados aos demais ingredientes, durante as operações de proporcionamento e mistura, similarmente ao concreto convencional.

Os dosadores serão dimensionados adequadamente e ter manutenção periódica, de modo a garantir que o erro máximo na adição seja de 5% (conforme NBR 6118) e que o material esteja disperso de maneira uniforme na mistura. Os aditivos acelerados de pega, em forma líquida, serão lançados diretamente de uma bomba dosadora ao bico ou então ser diluídos na água que chega ao bico (processo via seca).

Outros equipamentos

Ao se utilizarem fibras de aço na argamassa ou concreto projetado serão tomadas precauções especiais para evitar a formação de "ninhos" ou grumos de fibras, tais como a utilização de peneiras vibratórias ou não, durante o processo de adição. Nesses casos os procedimentos serão previamente aprovados.

Caso sejam utilizados sistemas de controle remotos, ou robô, o equipamento será capaz de ajustar o bico em qualquer direção, de modo que o mangoteiro possa controlar, rapidamente, a direção e o ângulo de incidência do jato.

7.4.4 – Execução

Preparação da superfície

A superfície destinada à aplicação de argamassa ou de concreto projetado será limpa, previamente. Para isso deverá sofrer tratamento consistindo de ação mecânica sobre esta que, dependendo da situação, será por meio de jateamento de água e ar sob elevada pressão, jateamento de areia, jateamento de água e ar com moderada pressão, jateamento com ar comprimido, aplicação ou simples raspagem com escovas de aço. Recomenda-se, caso a superfície seja de concreto ou aço e uso de 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. Serão retiradas as matérias orgânicas existentes, gravetos, materiais soltos e resíduos que possam prejudicar a aderência entre o concreto e o solo.

A superfície será umedecida antes da aplicação; porém não poderá apresentar infiltrações de água. Nesses casos, serão usados drenos perfurados ou canalizações superficiais para captação da água.

→ 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 será previamente removido. Qualquer área a ser reparada deverá ser escarificada de maneira que sejam removidas partes que possam originar alterações abruptas na espessura, a menos que seja utilizada armação adequada para isso. No perímetro de cavidades deverão transformar-se as arestas em taludes de 45° de inclinação.

Nesses casos, será removido todo o material solto, bem como ser utilizado jateamento de areia para remover resíduos de tinta, óleo, graxa e outros produtos contaminantes de modo a proporcionar a formação de superfície rugosa que melhore a aderência da argamassa ou de concreto projetado. As superfícies de argamassa ou de concreto projetado em juntas de construção serão 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 desde que o material não tenha atingido o tempo de fim de pega. A superfície será umedecida, de forma a ficar saturada imediatamente antes da projeção.

→ Rocha

Superfícies de rocha deverão estar isentas de materiais soltos, lama e outros materiais que possam prejudicar a aderência entre o concreto e a rocha.

Armação

As prescrições referentes à classe, categoria, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerância dos capítulos 10 e 11 da NBR 6118, serão obedecidas.

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

Serão tomadas precauções especiais na colocação da armadura, seja na forma de barras ou de telas, para evitar a criação de áreas congestionadas. 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.

O cobrimento de armadura será o maior entre os valores prescritos pela NBR 6118 e os seguintes:

Para revestimentos, lajes e paredes: 20 mm no caso de argamassa projetada e 40 mm para concreto projetado;

Para vigas e pilares: 40 mm-será evitada a amarração de barras emendadas por traspasse. Caso

venham a ser utilizadas, essas barras serão colocadas de maneira a formar a menor área de obstrução à passagem do fluxo de material. Deve-se evitar que duas barras paralelas fiquem adjacentes.

O menor espaçamento admissível entre barras de armadura será o maior dos valores: 2 diâmetros ou 60 mm.

Só serão empregadas telas que tiverem espaçamento igual ou superior a 50 mm x 50 mm. O traspasse de telas emendadas será, no mínimo, de 1,5 malha.

Recomenda-se que a armadura horizontal seja posicionada a uma distância mínima de 300 mm do chão, principalmente se este for constituído de solo não compactado ou de areia.

Após a projeção será 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 seguem as exigências da CEs 18:03.15-001 - Procedimentos para Projeção.

A mão de obra a ser empregada, além de obedecer aos requisitos da norma citada, deverá também satisfazer às exigências da CE 18:03.15-002 - Roteiro para Qualificação do Mangoteiro.

→ Função do equipamento

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

→ Posicionamento do equipamento

O posicionamento do equipamento no Canteiro de Obras deverá obedecer às recomendações a seguir:

- O limite de desnivelamento do compressor em qualquer sentido deverá ser no máximo de 15°, tanto no sentido longitudinal como no transversal.
- Recomenda-se que as distâncias entre o compressor e a máquina de projeção sejam tal que evite a poeira resultante do processo (mínimo 12 m).
- O compressor será 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, será o mais curto possível, sem curvas desnecessárias.

Nota: este processo visa economia, rapidez, aumento de produção e maior facilidade de comunicação entre o mangoteiro e o operador da máquina, pois a cada 15 m adicionais, na horizontal, e a cada 8m de desnível em relação à máquina projetora, a pressão de operação deve ser aumentada em 0,035 MPa.

→ Bomba d'água

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

Nota: diferenças de pressão inferiores conduzirão a uma hidratação insuficiente.

→ Equipamentos auxiliares

Andaimes, plataformas, proteções e demais acessórios de forma a permitir a aplicação do concreto ou da

argamassa projetados têm condições perfeitas de estabilidade e segurança.

→ Equipe de operação

Será constituída por:

- Encarregado, com experiência anterior como mangoteiro e operador de máquina;
- Mangoteiro;
- Auxiliar do mangoteiro;
- Operador;
- Encarregado do 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 necessário.

Nota: como a qualidade do material projetado depende da equipe de operação, será essencial que esta seja experiente, principalmente no que diz respeito aos operadores de máquina e mangoteiros.

→ Funções do mangoteiro

Caberá 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 nominal preconizada pelo projeto de norma CE-18:306.01-001;
- 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 apertadas;
- Certificar-se de que a superfície, que vai receber o material projetado, está adequadamente 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 à superfície concretada;
- Direcionar o 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;
- Comandar o operador de máquina;
- Remover, em tempo hábil, os bolsões de areia e empolamentos que se formarem;
- Projetar o material até as dimensões especificadas.

Nota: no início da aplicação de argamassa ou de concreto projetados no mangote deverá passar pelo bico apenas um jato de ar comprimido com um pouco d'água. A chegada será precedida pela mudança de som e velocidade do ar, permitindo o ajuste do suprimento de água, a fim de se obter argamassa ou concreto corretamente hidratados.

→ Funções do auxiliar do mangoteiro

Dar apoio ao mangoteiro, preocupando-se principalmente em:

- Remover com o bico auxiliar de limpeza o refletido da área de aplicação;
- Movimentar os mangotes;

- Retirar os bolsões de areia e o material disperso não compactado (dispersão- "over- spray");
- Vigiar constantemente e prevenir qualquer vazamento, entupimento ou afrouxamento de conexões;
- Agir como sinaleiro ou mensageiro do mangoteiro.

→ Distância do bico de projeção

Na aplicação de argamassa ou de concreto projetados, a distância do bico será 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 será ao plano de aplicação. Mantendo o jato perpendicular à superfície. O bico será movimentado constantemente, de preferência com movimento elíptico, de modo a distribuir o material uniformemente.

Nota: o mangoteiro não deverá ficar estático, apenas movimentando o bico de projeção de um lado para outro, modificando substancialmente o ângulo de impacto, pois isto acarretará um aumento da reflexão e da dispersão, resultando assim em um produto de baixa qualidade e em superfícies irregulares.

Com equipamento adequado, materiais selecionados e uma equipe treinada, a projeção do material constante e sem pulsações.

→ 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 será de difícil acabamento. Já um pequeno excesso de água faz com que o material escorra ("escorrimento"); principalmente quando aplicado na posição "sobre cabeça" qualquer escorrimento do concreto será removido.

→ Espessura

Inicialmente o mangoteiro deverá aplicar 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 contaminações da superfície.

Geralmente, a espessura desejada de argamassa ou de concreto projetados será obtida através de várias camadas formadas pelo movimento constante do bico de projeção sobre a área que está sendo trabalhada. A espessura adequada por camada varia para projeção horizontal ou vertical, ou projeção por "sobre cabeça".

A projeção de material muito molhado e em grande espessura leva à tendência de criação de bolsões de areia e deslocamento no interior da massa, que será importante evitar. Estas fazem com que o produto perca a aderência e tenha suas propriedades prejudicadas.

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

→ Término da operação

Ao terminar da projeção, mangotes e máquina deverão ser esvaziadas, deixando-se o ar fluir através deles 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 serão esvaziados antes de ser interrompida a projeção. É aconselhável trabalhar com duplicidade de mangotes, de modo a garantir a continuidade dos serviços, 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 de mistura em suspensão.

→ Perdas na projeção

Dispersão ocorre quando parte dos componentes projetados será carregada pelo ar e dispersada em toda a volta do ponto de aplicação.

Nota: em virtude do conteúdo de aglomeração e água parcela do produto e a sua baixa velocidade de impacto, a "dispersão" aderirá em qualquer superfície. Formas, ferragens, tubos, parafusos de ancoragem e todos os tipos de inserção serão rapidamente cobertos pelo material disperso, mesmo não estando diretamente na área de impacto do bico.

A dispersão e a reflexão, por apresentarem grande redução do 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 será muito pobre, tanto com a superfície sobre a qual repousam, quanto com qualquer material que se aplique sobre elas. Se o material proveniente da dispersão ou reflexão for envolvido por concreto ou argamassa projetados, tornar-se-á um bolsão de material frágil e pouco denso.

Para evitar dispersões e reflexões de material, serão executadas, inicialmente, superfícies em que este tipo de material tende a se acumular, como cantos e protuberâncias da superfície. Dessa forma, o material dispersado ou refletido será constantemente recuperado no fluxo do material projetado.

→ Bolsões de areia

Quando o material proveniente de reflexão não sair livremente, possibilitar-se-á a formação de bolsões nas regiões em torno da área de aplicação, que serão 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 serão cuidadosamente retirados.

→ Aderência de argamassa e de concreto projetados

Camadas superpostas bem aderidas deverão resultar num produto homogêneo e monolítico que, ensaiado, deverá apresentar a ruptura fora das interfaces.

A preparação adequada da superfície será 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, só então, com a superfície ainda úmida e saturada, aplicar o concreto projetado. Outros processos de limpeza de superfícies que apresentem resultados equivalentes serão utilizados.

Nota: o tamanho da área de trabalho será tal que possa ser mantida sempre úmida e saturada, até o completo término do serviço.

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-a a toda área selecionada de trabalho, fazendo uma camada fina, tipo chapisco. Assim que essa primeira camada de aderência for aplicada, o mangoteiro deverá recomeçar com uma segunda camada sobre ela e assim sucessivamente. A segunda será 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 em 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 estiver totalmente acabada, o mangoteiro aplicará somente ar para remover a reflexão e a dispersão, antes da pega do concreto. Neste trabalho, ele será ajudado pela equipe, com o bico auxiliar de limpeza, desempenadeiras, escovas, mangueiras d'água etc.

→ Cantos e junções

Algumas áreas requerem modificação das técnicas de projeção descritas. Ao projetar uma área vertical, que se estenda até o solo, a aplicação da camada de aderência será 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 será interrompida antes de se atingir o outro canto externo.

A concretagem será 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.

Assim que tais recôncavos estiverem executados, a aplicação poderá continuar para as áreas lisas; no entanto, o mangoteiro deverá evitar perda da 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 será aplicada a todos os cantos e junções (como na intersecção de suas paredes, parede e teto etc.).

→ Camadas múltiplas

A ocorrência do início de pega da camada anterior será indispensável para que se possa aplicar uma nova camada subsequente. Em seguida, será obedecido o estabelecido pela CE- 18:306.01-001, quanto ao preparo de superfícies. Compostos utilizados para a cura, que forem aplicados nas superfícies que vão receber outras camadas de concreto projetado, poderão prejudicar a aderência, devendo ser previamente removidos.

O uso com sucesso, de 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 será adequado, de modo a minimizar os efeitos da pane de projeção e produzir uma aplicação uniforme e densa, mesmo nos locais difíceis. 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.

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

Reflexão

A reflexão será característica inerente ao processo de projeção do concreto.

A quantidade de material refletido varia com a aplicação, pressão de ar, consumo de cimento, consumo de água, granulometria dos agregados, uso de aditivos, densidade de armadura, 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") serão especificadas, para cada obra, as reflexões máximas permitidas, levando-se em consideração os tipos de superfícies receptoras (rocha, madeira etc.) e tipo de aplicação.

Tabela 146 – Reflexão do concreto

ID GED: 18/2024

Código
IT00.0280

Revisão
02

Data
05/03/2024

UO Responsável
SUPOB

Página
265 de 453

Cópia não controlada quando impresso

Tipo de aplicação	Reflexão (% em peso)	
	Via seca	Via úmida
Próximo da vertical descendente (lajes, chão)	5 a 15	Até 10
Próximo da horizontal (paredes, taludes)	15 a 30	A 20
Próximo da vertical ascendente	25 a 50	10 a 40

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

Nesses casos deverá se aguardar pelo menos quarenta e oito horas a fim de evitar que a pega do cimento existente no material refletido interfira na pega do novo traço.

A tabela 2 indica valores de reflexão encontrados em aplicações pelos processos de vias seca e úmida e que servem de referência para acompanhamento de serviços comuns, à exceção de trabalhos como, recuperação de estruturas, pequenas espessuras etc.

7.4.5 – Juntas de construção

As juntas de construção serão taludadas até uma lâmina numa largura de 250 a 500 mm. Caso o projeto exija formação de construção em ângulo reto, serão tomadas precauções especiais para evitar ou para remover da junta o material refletido.

A superfície de argamassa ou de concreto projetado deverá ser preparada de acordo com o especificado no item Concreto e Alvenaria, antes do lançamento da argamassa ou do concreto sobre ela.

7.4.6 – Acabamento

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

7.4.7 – Cura e proteção

Imediatamente após a projeção e acabamento a argamassa ou o concreto projetado deverá ser curado por umedecimento durar vinte e quatro horas. Para isso serão usados dispositivos que permitam cura por imersão, por aspersão, por vapor de água ou ainda pelo uso de material de cobertura mantido continuamente 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 aceleradores de cura dependerá de entendimentos prévios entre as partes.

Caso sejam utilizados em superfícies sobre as quais outro concreto vá ser lançado e onde haja necessidade de aderência, sua remoção será realizada por meio de jateamento de areia.

7.4.8 – Reparos de defeitos

Toda argamassa ou concreto projetado que apresentar segregação, bicheiras, laminações início de deslocamento, bolsões de areia, vazios ou outros defeitos que prejudiquem sua durabilidade ou capacidade portante serão removidos. O reparo será feito com argamassa ou com concreto projetado.

Os buracos deixados após a extração de testemunhos não, serão preenchidos com argamassa ou com concreto projetado.

7.4.9 – Segurança

As operações de projeção do concreto são nocivas, para os operadores particularmente, se o trabalho estiver sendo realizado em áreas confinadas.

Os principais perigos incluem inalação durante a projeção propriamente dita, reflexão, entupimentos, quebra de equipamentos, queimaduras causadas por materiais cáusticos, deslocamento 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 do item- Procedimentos para Projeção. Além das Normas Brasileiras de Segurança ao Trabalho as seguintes precauções serão tomadas:

- O mangoteiro deverá manter controle permanente do jato de concreto ou de argamassa de modo a evitar que este possa atingir outras pessoas presentes;
- Todos os operadores e pessoas que estiverem próximo da projetora durante a operação, deverão utilizar equipamentos de proteção individual que inclua 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 será lavado frequentemente e trocado sempre que estiver desgastado;
- Será providenciada a colocação do produto protetor (creme, loção) em áreas do corpo 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, será paralisada a alimentação de material da projetora e cortado o suprimento de ar. No processo de via úmida deverá proceder-se à a despressurização do mangote. Só então será 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 conexões serão rigorosamente inspecionadas e, quando gastas, serão substituídas. Correntes ou cabos de segurança serão usados para evitar vergastadas do conduto caso ocorra uma quebra;
- Os operadores que estiverem trabalhando em contato direto com aditivos deverão utilizar proteções apropriadas.

7.4.10 – Inspeção

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

Controle de qualidade dos materiais constituintes

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

Controle de qualidade do equipamento

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

Ensaio prévios

Serão 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 disponível, atenda aos requisitos exigidos em projeto.

Para obras de pequeno porte, tais ensaios serão dispensados desde que seja demonstrado que para obras similares com o equipamento, mão-de-obra disponíveis e materiais similares tenha sido obtido um produto de características semelhantes ao desejado.

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

Serão preparados pelo menos dois painéis de testa de, no mínimo, 600 mm x 500 mm e espessura de projetado de 70 mm ou três vezes a dimensão máxima do agregado acrescida de 20 mm.

Os painéis serão de madeira, convenientemente dimensionada de modo a resistir aos impactos e ao peso do concreto ou argamassa, bem como estar solidamente fixados, com uma inclinação de 45º, para a realização da projeção.

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

Com relação ao segundo painel e na sequência de operações, os corpos de prova dele extraídos serão submetidos à cura com água até que sejam completadas as idades de ensaio. Dos corpos de prova extraídos, no mínimo três serão ensaiados à compressão axial aos vinte e oito dias de idade, de acordo com a NBR- 5738. Os corpos de prova serão cilíndricos, com diâmetro mínimo de 50 mm.

Para a extração deverá ser desprezada a faixa perimetral do painel, de aproximadamente 100 mm de largura, e obedecidas às prescrições da NBR- 7680.

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

Em obras onde for previsto grande volume de concreto ou de argamassa a ser projetado recomenda-se que sejam efetuados testes, em painéis, locados em posições semelhantes às aquelas 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.

7.4.11 – Controle da aplicação

Recomenda-se que a aplicação de concreto ou de argamassa projetados seja continuamente acompanhada, controlando-se os materiais, os equipamentos, a preparação da superfície, as formas, as armaduras instaladas, a aplicação propriamente dita, a cura e a proteção das superfícies. 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.

Requisitos da mão de obra

É necessário que o mangoteiro tenha experiência prévia, usando equipamento similar ao proposto para a obra em questão ou que tenha passado no exame de qualificação.

Roteiro para Qualificação do Mangoteiro

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

Controle de alinhamento e espessura

Será providenciado pelo construtor, dispositivo que permita orientar o mangoteiro sobre a espessura de concreto 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 então por meio de cavilhas de aço de aproximadamente 6 mm de diâmetro e comprimento igual à espessura da camada a ser projetada.

Tais cavilhas serão rigidamente fixadas à superfície, de modo a resistir ao impacto do jato, e terão espaçamento de aproximadamente 1,20 m.

Controle de qualidade do concreto ou argamassa

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

Mistura

Durante as operações será 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 será uniforme. Será verificado se o proporcionamento dos materiais está correto, inclusive a dosagem dos aditivos, líquidos ou em pó. A frequência a ser utilizada para a verificação de proporcionamento deverá ser fixada, para cada obra.

Recomenda-se, entretanto, que seja seguido o especificado no item- Proporcionamento e Mistura.

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

Concreto fresco

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

Para isso o concreto será 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, será feita verificação, por meio de instrumentos de impacto ou de forma pontiaguda. Caso o fato seja comprovado, será efetuada uma ação corretiva imediata, de reparo do concreto. Tais efeitos não serão aceitos.

Durante todo o transcorrer das operações de projeção serão 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 serão moldados painéis de madeira, similares aos indicados no item- Inspeção. Será exigido que essas verificações sejam feitas mais amiúde.

Caso os resultados do teste indiquem valores considerados inadmissíveis, a mistura será corrigida.

Concreto endurecido

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

Em obras de maiores portes, principalmente no caso de túneis, serão executados ensaios em concreto endurecido extraído do revestimento.

Os painéis de madeira serão preparados e jateados de acordo com o indicado no item Ensaios Prévios- e serão curados em condições idênticas ao concreto aplicado na obra.

São efetuados ensaios logo no início das operações de concretagem e, a seguir, a cada 40 m³ de concreto preparado. No caso de túneis a frequência será o menor valor entre o acima indicado, 20 m lineares de revestimento ou trinta dias desde a última amostragem.

Serão 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 os procedimentos para extração e preparo dos corpos de prova, serão realizados obedecendo a NBR 7680. Serão 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 deverá ser, no mínimo, idêntica à ora indicada.

Ficará a critério da Fiscalização, de uma determinada obra, a exigência de testes em idades diferentes a vinte e oito dias.

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

Controle de quantidade

Recomenda-se que o Controle da Quantidade de concreto projetado seja efetuado das maneiras descritas a seguir:

Por volume unitário

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

7.4.12 – Aceitação e rejeição

O critério de aceitação e rejeição do concreto projetado deverá levar em consideração os resultados obtidos no controle de qualidade de mistura do concreto fresco, do concreto endurecido, bem como os controles de alinhamento, espessura aplicação.

A aceitação será total ou parcial. No caso de concreto projetado aplicado em peças estruturais, tais como vigas e pilares, caso seja verificada alguma irregularidade que possa comprometer o desempenho da peça, deverá haver rejeição total.

Em aplicações de concreto projetado em grandes superfícies, como, por exemplo, na proteção de taludes, revestimentos de canais etc., poderá haver aceitação parcial caso haja algum defeito construtivo em determinada região. Caso o defeito seja generalizado, a rejeição será total.

Para cada obra será 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, serão usados no critério, entre outros:

- 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 da NBR 6118, da ABNT.

7.5 – Recuperação, reparo e reforço de estruturas de concreto.

Todos os serviços especificados pela SANEAGO e pertinentes a este capítulo serão executados de acordo com as metodologias descritas nos itens a seguir.

Qualquer alteração de metodologia de execução será proposta, por escrito, à Fiscalização e só será executada mediante sua aprovação e sem ônus adicional para a SANEAGO.

Serviços específicos com metodologias de execução que não sejam similares às metodologias deste capítulo também serão analisadas e aprovadas pela SANEAGO.

Outras metodologias de intervenção, recomendadas pela SANEAGO, serão executadas rigorosamente, conforme a especificação pertinente.

Após a desforma e antes de qualquer reparo, a Fiscalização inspecionará a superfície do concreto e indicará os reparos a serem executados, poderão mesmo ordenar a demolição imediata das partes defeituosas para garantir a qualidade estrutural, a impermeabilidade, a durabilidade e o bom acabamento do concreto.

Fica proibida a execução de qualquer reparo antes da inspeção da Fiscalização.

Todo reparo decorrente de falha construtiva, em obras em fase de construção, será executado com metodologias e materiais determinados pela Fiscalização (concreto, graute, epóxi, etc.), sem ônus para a SANEAGO.

7.6 – Preparo do substrato de concreto e metodologia de intervenção

Pequenas cavidades e falhas superficiais

As pequenas cavidades e falhas superficiais porventura resultantes na superfície serão regularizadas com argamassa de cimento e areia, no traço que lhe confira estanqueidade e resistência, bem como coloração semelhante à do concreto circundante.

Segregações e/ou porosidades

Remover o concreto segregado até a obtenção de concreto firme e homogêneo utilizando equipamentos manuais (ponteiro e marreta) ou martelo elétrico de baixo impacto.

Em função das dimensões obtidas, a Fiscalização deverá adotar a metodologia de reparo segundo tabela a seguir:

Tabela 147 – Metodologia de reparo

REGIÃO A SER PREPARADA		METODOLOGIA A SER UTILIZADA
PROFUNDIDADE	ÁREA	
Até 3 cm	Qualquer	Argamassa seca socada (com ponto de aderência epoxídica)
3 a 5 cm	Qualquer	Argamassa seca socada
5 a 8 cm	600 cm ²	Argamassa seca socada
5 a 8 cm	> 600 cm ²	Concreto com fôrma tipo "cachimbo"
> 8 cm	Qualquer (localizada)	Concreto com fôrma tipo "cachimbo"
> 8 cm	Qualquer (generalizada)	Concreto projetado ou concreto convencional

Juntas de concretagem

As juntas de concretagem que apresentarem vazamentos serão reparadas nas faces interna e externa da estrutura. Remover o concreto, ao longo da junta, formando uma cavidade em formato de "U". Respeitar a relação 2:1 (largura: profundidade), sendo a largura mínima admissível de 0,08 m.

Recompor o local com argamassa seca socada, segundo a metodologia constante desta especificação.

Junta "fria"

As juntas frias serão reparadas de acordo com os itens relativos às juntas de concretagem e/ou segregações.

Armadura aparente e/ou em processo de corrosão

Nos locais em que a armadura ficar aparente executar a metodologia de reparo a seguir:

Pontos localizados (= 2,0 m²)

ID GED: 18/2024

Código
IT00.0280

Revisão
02

Data
05/03/2024

UO Responsável
SUPOB

Página
271 de 453

Cópia não controlada quando impresso

- Remover o concreto ao redor da armadura em profundidade no mínimo, 30 mm;
- Remover a corrosão das barras com escova de aço;
- Substituir as barras de aço que apresentarem redução de seção transversal maior do que 15%;
- Respeitar as distâncias de transpasse especificados na NBR-6118 da ABNT.
- Recompôr o local com argamassa seca socada;

Nota: Se especificado em projeto, executar reforço de armadura de seção transversal maior do que 15%.

Áreas generalizadas (>2,0 m²)

- Remover o concreto em toda a área detectada, ao redor das barras, em no mínimo 30 mm;
- Recompôr o local com argamassa ou com concreto projetados, de acordo com as especificações e metodologia executiva dos projetos de Norma CE-18:03.07-001 e CE-18:03.15-001 da ABNT.

Trincas

As trincas existentes na estrutura serão objeto de análise, no tocante ao seu comportamento estrutural, se estáticas ou dinâmicas. Em função desta análise será definido o tipo de metodologia de reparo, flexível ou rígida, de comum acordo entre projetista e Fiscalização.

7.7 – Metodologia do reparo

Argamassa seca socada ("dry-pack" com ponte de aderência epoxídica)

Na remoção do concreto deve-se tentar obter uma cavidade côncava, com borda superior inclinada, de forma a facilitar a aderência do reparo;

A superfície do substrato de concreto deverá ter um aspecto final de apicoamento moderado, não muito profundo;

Limpar o local com jato de ar. Não usar água na limpeza;

Aplicar uma demão de adesivo à base de resina epóxi.

Preparar uma mistura de cimento e areia média na proporção 1:2 em peso.

Adicionar água aos poucos, até que se note umedecimento da argamassa.

É importante que esta argamassa esteja apenas úmida, não tendo consistência de argamassa usual. Essa consistência será controlada durante a homogeneização da mistura com as mãos, sem que estas fiquem molhadas. A cavidade será preenchida antes do final de vida útil ("pot-life") do adesivo, o qual deverá estar com consistência pegajosa ao contato manual;

Curar a argamassa aplicada com produto de cura com cura úmida por um período mínimo de sete dias.

Argamassa seca socada ("dry-pack")

Retirar o concreto segregado a fim de obter uma cavidade côncava, com borda superior inclinada, de forma a facilitar a aderência do reparo;

Limpar a superfície em contato com o reparo com o auxílio de jato de água, a fim de retirar as partículas soltas e o pó;

Molhar a cavidade até a saturação do substrato, eliminando em seguida eventuais empoçamento de água;

Preparar uma mistura de cimento e areia média na proporção 1:2, em volume;

Adicionar água aos poucos, até que se note umedecimento da argamassa. É importante que esta

argamassa esteja apenas úmida, não tendo consistência de argamassa usual.

Essa consistência será controlada durante a homogeneização da mistura com as mãos, sem que estas fiquem molhadas.

Socar a argamassa na cavidade com o auxílio de um soquete de madeira, com ponta de aproximadamente 20x20 mm, em camadas com espessuras não superiores a 1cm, até o preenchimento total da cavidade;

Retirar o excesso com colher de pedreiro e executar o acabamento com desempenadeira de madeira ou feltro;

Após o endurecimento superficial do reparo, molhá-lo sucessivamente, evitando fissuras por retração, por um período mínimo de três dias.

Nota: Sempre que solicitado pela Fiscalização, utilizar-se-á como argamassa um produto do tipo graute base mineral.

Concreto com fôrma tipo "cachimbo"

Retirar, por meio manual, todo o concreto segregado até atingir concreto firme e homogêneo;

Durante a retirada do concreto segregado deve-se tentar obter faces retas, para facilitar a confecção e a amarração das formas;

Os cantos serão arredondados, as bordas em esquadro e as faces superiores da região a ser reparada serão inclinadas, numa proporção de 1:3 em relação à espessura do reparo;

No caso de falha que atravessasse toda a peça, colocar num dos lados da região a ser reparada uma forma fixa com dimensões superiores à área do reparo. Caso contrário o próprio concreto homogêneo servirá de suporte para o reparo;

No lado utilizado para a execução do reparo, colocar a fôrma na parte de baixo da área a ser reparada, deixando um vão que permita a entrada de um vibrador de imersão;

Coloca-se na parte superior uma fôrma inclinada em forma de "cachimbo" com uma altura de aproximadamente 10 cm acima da falha. Esse "cachimbo" visa a garantir o contato e a aderência na face superior, na ligação entre concreto velho e concreto novo;

Limpar a superfície a ser tratada, deixando-a isenta de partículas soltas e pó;

Saturar o substrato de concreto, eliminando em seguida eventuais empoçamentos de água;

O diâmetro máximo do agregado utilizado no reparo será inferior a 1/4 da espessura da falha e inferior a 2/3 do espaçamento das barras da armadura;

O adensamento do concreto será feito com vibrador de imersão, com diâmetro igual a 1/3 da espessura na falha;

Após cerca de dezoito horas do término da concretagem, retira-se o "cachimbo" e corta-se o concreto saliente.

Preenchimento da fôrma "Tipo Cachimbo" com concreto

Preparar a mistura em betoneira estacionária, utilizando a relação água/cimento máxima de 0,52 1/kg, consumo mínimo de cimento 350 kg/m³ e se necessário aditivo plastificante. O abatimento do concreto ("slump") deverá ser de 60 + ou- 10 mm;

Executar cura com água por um período mínimo de sete dias.

Preenchimento da fôrma Tipo Cachimbo com graute de base mineral

Preparar a mistura em betoneira estacionária obedecendo à relação a/c micro-sílica indicada pelo

fabricante do produto (aproximadamente 0,10, nunca excedendo a 0,15 l/kg);

O adensamento do graute será feito suavemente com o auxílio de uma haste metálica ou com o uso de vibrador de imersão (agulha de 25 mm) por curto espaço de tempo. Vibração excessiva provocará segregação no material em função de sua alta fluidez;

Após cerca de sete horas do término da aplicação remover a forma cuidadosamente e iniciar cura abundante com água;

Após dez horas do término da concretagem, cortar o concreto saliente do "cachimbo";

Manter a cura por um período mínimo de dez dias.

Nota: em falhas profundas (60 mm) pode-se adicionar à mistura: agregado graúdo, na proporção de 50% sobre o peso do graute;

Tratamento flexível para trincas

Abrir, ao longo da trinca, uma canaleta conforme especificação da tabela 4 e utilizar, como selante elástico, uma das opções da tabela, analisando-se o custo do produto em função de sua durabilidade;

Tabela 148 – Produtos disponíveis no mercado

Produto	Matéria-prima	Previsão de durabilidade	Dimensões e formato da canaleta
Mastique	Polissulfeto	2 a 3 anos	Conforme indicação da fiscalização
	Poliuretano	3 a 4 anos	
	Silicone	4 a 8 anos	
Junta pré-fabricada	Neoprene	Acima de 20 anos	Variável conforma o fabricante

Caso o concreto das bordas da canaleta esteja poroso ou com falhas, executar uma recomposição de borda com argamassa epoxídica tixotrópica. O substrato de concreto deverá estar isento de umidade.

Tratamento flexível– Mastique

- Abrir, ao longo da trinca, uma canaleta, com dimensões indicadas pelo projeto. Aconselha-se a utilização de disco de corte para se obter uma superfície uniforme ao longo da canaleta;
- Limpar a superfície da canaleta, deixando-a isenta de poeira, óleo ou outros materiais;
- Aplicar no fundo da canaleta, uma fita-crepe para evitar a aderência do mastique;
- Aplicar primer;
- Aplicar o mastique conforme recomendações do fabricante.

Tratamento flexível- Juntas de Neoprene pré-moldadas

- Abrir, ao longo da trinca, uma canaleta, com dimensões especificadas pelo fabricante. Aconselha-se a utilização de disco de corte para se obter uma superfície uniforme ao longo da canaleta;
- Limpar a superfície do sulco, deixando-a isenta de poeira, óleo ou outros materiais;
- Secar o substrato de concreto;
- Preparar o sulco para colocação do perfil, executando as bordas com argamassa polimérica;
- Colocar o perfil pré-moldado de Neoprene;
- Caso necessário, dependendo do tipo perfil, preencher o núcleo com ar sob pressão, mantendo-a até a catalisação da colagem, para garantir a aderência.

Tratamento rígido trincas

- Abrir, ao longo da trinca, com auxílio de equipamentos manuais, uma cavidade em formato de "U" com dimensões aproximadas de 60 a 80 mm de largura por 30 a 40 mm de profundidade;
- Lavar abundantemente para retirada de partículas soltas e pó. Remover eventuais empoçamentos de água;

- Recompôr o local com argamassa seca socada ("dry-pack"), preparada com graute de base mineral, conforme metodologia especificada neste capítulo.
- Nota: Quando da aplicação do graute, o substrato de concreto deverá estar saturado com superfície seca.

Tratamento rígido por grampeamento

- Remover o concreto ao longo da trinca a uma profundidade de 0,07 m em uma faixa de 0,40 m de largura (0,20 m para cada lado da trinca). Utilizar equipamentos manuais (ponteiro e marreta) ou mecânicos (marteleto elétrico de baixo impacto);
- Executar orifícios nas posições dos grampos e limpá-los com jato de ar. Fixar os grampos com argamassa epoxídica tixotrópica. Não usar água na limpeza dos furos;
- Posicionar a armadura vertical após o endurecimento da argamassa epoxídica;
- Lavar abundantemente para retirada de partículas soltas, pó e saturação do substrato de concreto;
- Posicionar formas de compensado. É imprescindível uma excelente vedação. Recompôr os locais utilizando argamassa de grauteamento de base mineral;
- Após dezoito horas, remover as formas e executar cura úmida por no mínimo, sete dias.

7.8 – Aceitação da estrutura

7.8.1 – Controle tecnológico

Para efeito de aceitação da estrutura, no tocante à resistência à compressão do concreto, será adotado o controle segundo o especificado na NBR-6118 da ABNT.

7.8.2 – Testes de estanqueidade

O teste de estanqueidade de estruturas hidráulicas será realizado em duas etapas:

Antes da execução da impermeabilização

O reservatório será cheio até 1,00 m de coluna d'água para a primeira fase dos testes. Os testes de estanqueidade e recalque serão aplicados, respectivamente nas várias fases de enchimento que serão feitos de metro em metro até se atingir o nível d'água máximo previsto para a estrutura.

O tempo mínimo para enchimento ou esvaziamento das estruturas será de quarenta e oito horas.

Atingido o nível máximo, este será mantido por dez dias consecutivos. Durante esse período serão feitas medições diárias dos recalques diferenciais.

O nível da água interno será medido diariamente, e verificadas as saídas de drenagem. A estrutura será mantida sob permanente observação quanto ao comportamento estrutural, estanqueidade do concreto, estanqueidade do sistema hidráulico e recalques.

Eventuais vazamentos serão mapeados para futura transferência interna e localização dos pontos com anomalia. Executar os reparos, nos locais identificados, de acordo com o especificado neste Manual.

Executar novo teste de estanqueidade. O ciclo reparos-teste de estanqueidade será repetido tantas vezes quantas forem necessárias. Todo o custo da água para enchimento, a partir do segundo ciclo, inclusive, correrá por conta da contratada.

Quando a estrutura estiver estanque, executar a impermeabilização, se especificada.

Pequenos vazamentos, a critério da Fiscalização, serão sanados com a execução de impermeabilização.

Após a execução da impermeabilização

Concluída a impermeabilização, executar novo teste de estanqueidade.

Para efeito de aceitação final a estrutura deverá estar totalmente estanque e estável.

7.8.3 – Verificação de recalques na estrutura

Para essa verificação serão colocados pinos de bronze fixos nos pontos onde se queira medir os recalques, tanto internos como externos à estrutura.

Através de visada com aparelhos topográficos, no início e fim de cada fase de enchimento, serão observadas e anotadas as variações diferenciais de nível dos pinos.

7.8.4 – Recebimento da estrutura

A estrutura será aceita quando atender ao item 16 da NBR-6118, e aos requisitos deste Manual.

7.9 – Estruturas metálicas

A fabricação e montagem de estrutura metálica obedecem rigorosamente ao projeto estrutural, convenientemente elaborado em obediência às normas brasileiras e às normas vigentes, seguindo as determinações nele contidas e expressas nos desenhos estruturais de fabricação e de montagem, observando-lhe todas as especificações.

A responsabilidade técnica pela fabricação e montagem da estrutura metálica será da contratada, que indicará um profissional legalmente habilitado, especializado, com comprovação de ter fabricado e montado estrutura metálica com características semelhantes e de mesmo porte da solicitada. O responsável deverá esclarecer qualquer dúvida da Fiscalização enquanto durar a obra, e informar todos os passos e procedimentos durante o período de montagem da estrutura.

As modificações que se fizerem necessárias no projeto estrutural, durante os estágios de fabricação e montagem da estrutura, serão feitas somente com a permissão do responsável pelo projeto. Os documentos técnicos pertinentes deverão expressar exatamente as modificações e serem, antes da execução, autorizados pela Fiscalização. Quando a modificação implicar alteração de especificação, a Fiscalização exigirá documento da anuência do Projetista e a autorização da Diretoria de Engenharia a fim de que tal modificação autorizada cumpra todos os atos administrativos e legais cabíveis.

7.9.1 – Fabricação da estrutura

Antes do seu uso na fabricação, os materiais laminados deverão estar desempenados dentro das tolerâncias de fornecimento.

Caso essas tolerâncias não estejam sendo atendidas, será permitido executar trabalho corretivo pelo uso de aquecimento controlado e/ou desempenho mecânico, sujeito às limitações da NBR-8800. Aquecimento e meios mecânicos serão também permitidos para obter-se pré-deformações desejadas.

Nota: a temperatura das áreas aquecidas, medida por métodos aprovados, não deverá ser superior a 650°C para os aços de uso permitido pela NBR-8800.

7.9.2 – Corte por meios térmicos

Corte executado por meios térmicos será feito, de preferência, com equipamentos automáticos. Bordas cortadas por esses meios, e que ficam sujeitas a solicitações substanciais, ou destinadas a receber metal de solda, deverão estar praticamente isentas de entalhes ou depressões. Eventuais entalhes ou depressões de profundidade inferior a 4,5mm serão tolerados; os demais serão removidos por esmerilhamento. Todo os cantos reentrantes deverão estar isentos de entalhes e ter o maior raio de arredondamento possível, com um mínimo de 13mm.

7.9.3 – Aplainamento de bordas

Não será necessário aplainar ou dar acabamento às bordas de chapas ou perfis cortados com serra, tesoura ou maçarico, a menos que haja indicação em contrário em projeto ou em especificações de preparação de bordas. O uso de bordas cortadas com tesoura deverá ser evitado em locais sujeitos à formação de rótulas plásticas. Se usadas, essas bordas deverão ter acabamento liso, obtido por esmeril, goiva ou plaina. As rebarbas serão removidas para permitir o ajustamento das partes que serão

parafusadas ou soldadas ou quando representarem risco durante a construção ou após seu término.

7.9.4 – Construção parafusada

Quando a espessura do material for inferior ou no máximo igual ao diâmetro nominal do parafuso acrescido de 3mm, os furos por punção. Para maiores espessuras, os furos serão broqueados com seu diâmetro final, podem também ser subpunçoados ou sub-broqueados com diâmetro menor e posteriormente usinados até o diâmetro final. A matriz para todos os furos subpunçoados ou a broca para todos os furos sub-broqueados deverá ter mínimo 3,5mm a menos que o diâmetro final do furo. Nos locais sujeitos à formação de rótulas plásticas, os furos nas áreas relacionadas serão subpunçoados e usinados até o diâmetro final, ou broqueados com o diâmetro final. Quando aplicável, esse requisito deverá constar do projeto da estrutura. Não será permitido o uso de maçarico para abertura de furos.

Durante a parafusagem, serão colocados pinos ou parafusos provisórios para manter a posição relativa das peças antes de sua fixação definitiva. Esses pinos só serão utilizados para assegurar o posicionamento das peças componentes dos conjuntos durante a montagem, não sendo permitido seu uso para, através de deformação, forçar a coincidência de furos, alargá-los ou distorcer o material. Coincidência insuficiente de furos deverá ser motivo de rejeição da peça ou das peças. A montagem e inspeção de ligações com parafusos de alta resistência serão feitas de acordo NBR-8800.

7.9.5 – Construção soldada

A técnica a ser empregada na soldagem, a execução, aparência e a qualidade das soldas, bem como os métodos usados na correção de defeitos, deverá estar de acordo com as seções 3 e 4 da AWS D1.1-82.

7.9.6 – Acabamento de superfícies que transmitem esforços de contato

As ligações que transmitem esforços de compressão por contato têm suas superfícies de contato preparadas para se obter perfeito assentamento, usando-se usinagem. Corte será feito com serra ou outros meios adequados.

7.9.7 – Tolerâncias dimensionais

Serão toleradas algumas variações nas dimensões globais das estruturas de aço acabadas, dentro de limites considerados aceitáveis quando não ultrapassarem os efeitos cumulativos.

Será permitida uma variação de 0,8mm no comprimento total de barras com ambas as extremidades usinadas, isto é, superfícies que possuem rugosidade média igual ou inferior a 12,5 micra para ligação por contato.

As barras sem extremidades usinadas para contato, e que serão ligadas a outras partes de aço da estrutura, podem ter variação em relação ao comprimento detalhado não superior a 1,5mm, para barras de até 9.000mm (inclusive) e não superior a 3mm, para barras com comprimento acima de 9.000mm.

As variações de linearidade permitidas pela ASTM A6 para perfis W (wide flange) em barras comprimidas não poderão ultrapassar 1/1000 do comprimento do eixo longitudinal entre pontos que serão literalmente contraventados. Peças prontas com retorcimentos, curvaturas, juntas abertas, partes amassadas ou dobradas acidentalmente serão rejeitadas.

As vigas e treliças detalhadas sem especificação de contra flecha, serão fabricadas de tal forma que, após a montagem, qualquer flecha devida à laminação ou à fabricação fique voltada para cima.

Qualquer desvio permissível em alturas de seções de vigas poderá resultar em mudanças bruscas de altura nos locais de emendas. Quaisquer dessas diferenças de altura em emendas com talas, dentro das tolerâncias prescritas, deverá ser compensada por chapas de enchimento com o conhecimento do responsável pelo projeto. As ajustagens das variações permissíveis de altura com soldas de topo desde que seja atendida a seção transversal mínima necessária e que a declividade da superfície dela satisfaça aos requisitos da AWS. D1.1. Observar as tolerâncias de montagem no item específico.

7.9.8 – Acabamento de bases, pilares e placas de base.

As bases dos pilares e as placas de base serão acabadas de acordo com os seguintes requisitos:

Placas de base laminadas, de espessura igual ou inferior a 50 mm, serão usadas sem usinagem, desde que seja obtido apoio satisfatório por contato.

Placas de base laminadas, com espessuras superiores a 50 mm, porém inferiores a 100 mm serão desempenadas por pressão, ou aplainadas em todas as superfícies de contato, a fim de se obter apoio satisfatório por contato, exceto nos casos indicados nas alíneas II e III.

Placas de base laminadas com espessuras superiores a 100 mm, bases de pilares e outros tipos de placas de base serão aplainados em todas as superfícies de contato, exceto nos casos indicados nas alíneas II e III;

A face inferior de placas de base, que forem grauteadas para garantir pleno contato com o concreto de fundação, não necessita de aplainamento;

A face superior de placas de base não necessita de aplainamento se forem usadas soldas de penetração total entre tais placas e o pilar.

7.9.9 – Pintura de oficina

Deverá ser bem especificada a pintura, incluindo preparação da superfície e as peças a serem pintadas, bem como identificação comercial de produtos e espessura da película seca necessária da pintura de fábrica em micra.

A pintura de fábrica é a primeira camada do sistema de proteção. Essa camada protege o aço somente por um período muito curto de exposição em condições atmosféricas normais e será considerada como uma camada temporária e provisória. O fabricante não se responsabilizará pela deterioração da primeira camada, resultante de exposição prolongada a condições atmosféricas normais, ou de exposições corrosivas mais severas do que as condições atmosféricas normais.

As condições mínimas exigidas dos fabricantes para essa camada protetora será a limpeza manual do aço, retirando-se a ferrugem solta, outros materiais estranhos ou sujeiras, carepa solta de laminação antes da pintura, utilizando-se escova de aço ou outros métodos escolhidos para atender os requisitos da SSPC-SP2.

A preparação da superfície feita pelo fabricante será considerada aceita pelo proprietário, a não ser que este a desaprove expressamente antes da aplicação da pintura.

A pintura será aplicada por pincel, "spray", rolo, escorrimento ou imersão, a menos que haja determinação em contrário. Quando a espessura da película não for especificada, a espessura mínima seca será de 25 micras como camada de fábrica.

Os aços anticorrosivos e aqueles que não necessitem de pintura de fábrica, serão limpos com solvente para remover óleos, graxas ou sujeiras, por escovas de fibras ou outros meios adequados à remoção de materiais estranhos.

Serão de responsabilidade da contratada os retoques devidos aos estragos verificados no transporte e montagem, ou seja, as partes abrasadas e também, danificações por solda na obra.

As partes das peças de aço que transmitem esforços ao concreto por aderência não serão pintadas.

7.9.10 – Superfícies inacessíveis

Exceto para superfícies que transmitem esforços ao concreto, as superfícies que se tornarem inacessíveis após a fabricação serão limpas e pintadas, de acordo com as especificações do projeto, antes de se tornem inacessíveis.

7.9.11 – Superfícies de contato

Não há limitações quanto à pintura de superfícies no caso de ligações com parafusos trabalhando por contato. Outras superfícies de contato, incluindo os casos de ligações parafusadas por atrito e as superfícies que transmitem esforços de compressão por contato, exceto em casos especiais, serão limpas, conforme NBR-8800 anexo P, sem serem pintadas. Se o contato ocorrer apenas na montagem, tais superfícies serão limpas conforme especificações do projeto e, se elas forem usinadas, deverão receber uma camada inibidora de corrosão de um tipo que possa ser facilmente removido antes da montagem, ou de um tipo que não necessita ser removido, observando-se, entretanto, o item a seguir.

7.9.12 – Superfícies adjacentes à solda de campo

A menos que seja recomendado o contrário, as superfícies a serem soldadas numa faixa de 50 mm de cada lado de solda, deverão estar isentas de materiais que impeçam a soldagem adequada ou que produzam gases tóxicos durante a operação. Após a soldagem, tais superfícies deverão receber a mesma limpeza e proteção previstas para toda a estrutura.

7.10 – Montagem

A montagem será em sequência normal ou, em caso de sua impossibilidade, será especificada. Caso não seja prevista a sequência de montagem será utilizada aquela mais eficiente e economicamente disponível, condizente com o contrato. Se for necessário contratar serviços de fabricação e montagem, em separado, por equipes especializadas; tais equipes serão coordenadas e distribuídas sob o planejamento e responsabilidade da contratada, com prévia anuência da Fiscalização e aprovação da Diretoria de Engenharia.

7.11 – Condições locais

A contratada providencia as condições mínimas de acesso ao canteiro de obras e dentro dele, para permitir a chegada com segurança de guindastes e outros equipamentos necessários, bem como das peças a serem montadas. Deverá proporcionar ao montador uma área firme, devidamente nivelada, drenada, conveniente e adequada, no canteiro, para operação do equipamento de montagem, e deverá remover todas as obstruções aéreas, tais como linhas de transmissão, linhas telefônicas e outras, a fim de que a área de trabalho seja segura para montagem da estrutura de aço. O montador deverá fornecer e instalar os dispositivos de segurança necessários ao seu próprio trabalho. Os trabalhos serão organizados em espaço disponíveis, separados dos locais para armazenamento de modo a permitir ao fabricante e montador efetuar as operações com a maior rapidez possível.

7.12 – Fundações, bases e encontros.

A contratada será responsável pela locação precisa, pela resistência e adequabilidade de todas as fundações, bases e encontros e seus respectivos acessos.

Os alinhamentos de bases de pilares serão nivelados e posicionados na elevação correta, estando em pleno contato com a superfície de apoio.

7.13 – Eixos e referências de níveis

A contratada, com o uso de aparelhos topográficos, será responsável pela locação precisa dos eixos do edifício e referências de nível no local da obra e pelo fornecimento ao montador de desenhos contendo todas essas informações.

O montador deverá proceder à execução da montagem com o maior cuidado possível, observando alinhamento, nivelamento e prumos rigorosos e dentro das tolerâncias de normas. Todas as peças da estrutura serão recebidas na obra e armazenadas e manuseadas de tal forma que não sejam submetidas a tensões excessivas, nem sofram danos. Sempre que necessário, as peças serão contraventadas temporariamente para absorver todas as cargas a que a estrutura possa estar sujeita durante a construção, incluindo ações acidentais como a do vento, por exemplo, equipamentos e sua operação. Toda vez que houver acúmulo de material, carga de equipamento ou outras cargas sobre

a estrutura, durante a montagem, serão tomadas medidas para que sejam absorvidas as solicitações correspondentes.

À medida que a montagem prosseguir, a estrutura será fixada com segurança com solda ou parafuso, de forma a que possa absorver toda a carga permanente, vento e cargas de montagem.

As ligações permanentes só serão completadas depois que à parte da estrutura, que vai se tornar rígida, após a execução de tais ligações, esteja totalmente nivelada e aprumada, naturalmente tomando-se cuidado para que, a todo o momento, seja garantida a segurança.

7.14 – Instalações de chumbadores, acessórios embutidos e ligações em pilares.

A ajustagem de ligações comprimidas em pilares será aceita com frestas não superiores a 1,5 mm, em emendas de pilares transmitindo esforços de compressão por contato, independentemente do tipo de emenda usado. Se a fresta for maior que 1,5mm, porém inferior a 6mm, e se for verificado que não existe suficiente área de contato, a fresta será preenchida com calços de aço de faces paralelas, de aço-carbono ou do tipo de aço empregado.

No caso de chumbadores e parafusos de ancoragem, esses serão instalados pelos construtores ou empreiteiros de acordo com os desenhos aprovados. Suas locações não poderão variar em relação às dimensões indicadas nos desenhos de montagem, dos seguintes limites:

3 mm de centro a centro de dois chumbadores quaisquer dentro de um grupo de chumbadores, ou seja, o conjunto de chumbadores que recebe uma peça única da estrutura;

6 mm, de centro a centro de grupos adjacentes de chumbadores;

Para cada 30 metros de comprimento medidos ao longo da linha estabelecida para os pilares através de vários grupos de chumbadores. O valor máximo acumulado entre grupos iguais a 6 mm, não deverá exceder a um total de 25mm, tomados ao longo da linha representativa dos centros dos grupos de chumbadores;

6 mm entre o centro de qualquer grupo de chumbadores e a linha estabelecida para os pilares, que passa por esse grupo;

Para pilares individuais, locados no projeto fora das linhas estabelecidas para pilares, aplicam-se as tolerâncias das alíneas b), c) e d), desde que as dimensões consideradas sejam medidas nas direções paralela e perpendicular à linha mais próxima estabelecida para pilares.

A menos que haja indicação em contrário, os chumbadores serão instalados perpendicularmente à superfície teórica de apoio.

Outros acessórios embutidos, ou materiais de ligação entre o aço estrutural e partes executadas por outras contratadas, serão locados e instalados de acordo com desenhos aprovados de locação e montagem. A precisão desses deverá atender aos limites, fixados para posicionamentos e alinhamentos de pilares e barras.

7.15 – Dispositivos de apoio

Todas as chapas de nivelamento e placas de apoio avulsas serão alinhadas e niveladas por manuseio sem ajuda de guindastes;

Todos os outros dispositivos de apoio que deverão suportar a estrutura de aço serão colocados e encunhados, calçados ou ajustados com parafusos de nivelamento pelo montador, de acordo com alinhamentos e níveis estabelecidos;

O fabricante deverá fornecer cunhas, calços ou parafusos de nivelamento que forem necessários. Deverão marcar de modo claro os dispositivos de apoio, linhas de trabalho que facilitem o adequado alinhamento. Imediatamente após serão executadas as argamassas de enchimento que se fizerem necessárias.

7.16 – Materiais de ligação no campo

O fabricante deverá elaborar detalhes de ligações de campo, considerando as opções mais econômicas e as condições previstas em projeto;

Quando o fabricante for também o montador da estrutura de aço, serão fornecidos, por este, todos os materiais para ligações temporários e permanentes;

Quando o montador não for o mesmo fabricante, deverá este último fornecer os seguintes materiais para ligações de campo:

- Parafusos dos tamanhos exigidos e em quantidade suficiente para as ligações entre peças de aço necessárias ao andamento da obra, que devam ficar permanentemente parafusados.
- Os parafusos serão os de projeto. Será fornecida uma quantidade extra de 2% de cada tamanho de parafuso;

Calços indicados como necessários para execução de ligações permanentes entre peças de aço.

No caso do item III, anterior, o montador deverá fornecer todos os eletrodos para soldas de campo, conectores de cisalhamento instalados no campo, parafusos e pinos para ajustagem usados na montagem da estrutura de aço.

7.17 – Generalidades

Os suportes temporários, tais como, estais, contraventamentos, andaimes e outros elementos necessários para as operações de montagem serão determinados, fornecidos e instalados pelo montador. Esses suportes temporários devem garantir que a estrutura de aço, ou qualquer trecho parcialmente montado, possa resistir a cargas comparáveis em intensidade àquelas para as quais a estrutura foi projetada, porém não a cargas resultantes da execução do trabalho ou de atos de terceiros, nem a cargas imprevistas;

Estruturas de aço não autoportante- Estrutura não autoportante será aquela que necessita da interação com outros elementos não classificados como estrutura de aço, para garantir a estabilidade ou a resistência desejável. Tais estruturas serão claramente identificadas e possuem especificações da sequência e o cronograma de colocação de tais elementos. Os suportes temporários serão fornecidos pelo montador;

Condições especiais de montagem- Quando se fizerem necessárias, de acordo com o projeto, serão executadas montagens especiais com a utilização de escoramentos, macacos ou cargas que devam ser ajustadas com o andamento da montagem;

Correção de erros- As operações normais de montagem incluirão correção de pequenos desajustes, remoção de rebarbas e uso de pinos para levar peças ao alinhamento. Os erros que não puderem ser facilmente corrigidos, ou que exijam alterações na configuração da barra, serão comunicados imediatamente à Fiscalização;

Pintura de campo e final- As cabeças de parafusos e porcas instalados, soldas de campo e os retoques serão convenientemente pintados assim como todos os perfis da estrutura em quantas demãos necessárias para um perfeito recobrimento das superfícies ou conforme especificado. Caso não haja especificação, serão aplicadas no mínimo três demãos de pintura além da camada protetora. A qualidade da pintura será aprovada em cada etapa, incluindo materiais e espessura da camada de pintura e verificadas a uniformização e perfeito recobrimento das superfícies;

Limpeza final- Antes da aceitação final o montador removerá da obra os equipamentos, andaimes, entulhos e outros elementos estranhos à mesma, bem como todas as construções provisórias, deixando a obra base completamente utilizável;

Fiscal- A Fiscalização terá acesso a todas as dependências da construção exigindo sempre controle de qualidade rigoroso. Tal controle será exercido, independentemente de sua intervenção. A

Fiscalização aprovará as etapas de serviço, registrando no Diário de Obras suas observações. Não aceitará execuções que no todo ou em parte estejam fora dos padrões pré-estabelecidos ou em desacordo com as Normas Brasileiras. Quando julgar necessário pedirá à contratada a efetivação de ensaios de materiais para verificar se as propriedades físicas do aço empregado estão de acordo com o projeto estrutural fornecido.