

ESPECIFICAÇÃO BÁSICA PARA OBRAS DE CONCRETO

1. Obras de Concreto

1..1 Geral

1..1.1 Generalidades

Este capítulo refere-se à execução das estruturas de concreto simples ou armado, bem como ao fornecimento dos materiais e aparelhagem necessários, de acordo com os desenhos do projeto, com estas Especificações e com as normas da ABNT, principalmente no que se refere ao seu Preparo, Controle e Recebimento de acordo com a NBR 12655-96.

O estudo do concreto propriamente dito, ou seja as características de composição, preparação, colocação, proteção e impermeabilização, fazem parte da empreitada.

A CONTRATADA poderá optar pela aquisição de concreto usinado de terceiros. Nessa situação, todas as disposições constantes nesta Especificação devem ser adaptadas às condições reais, mediante proposta da CONTRATADA que deve merecer a aprovação da FISCALIZAÇÃO. O estudo dos materiais e da dosagem do Concreto deverão ser apresentados pela Empresa responsável pelo serviço de controle tecnológico do concreto.

1.1.2 Programa de Fornecimento do Concreto

A CONTRATADA submeterá à aprovação da CONTRATANTE o programa completo e detalhado de fornecimento do concreto 30 dias antes do início dos serviços de concretagem, contemplando o plano de concretagem e o traço do concreto. As especificações do concreto deverão seguir as determinações do projeto estrutural.

1.1.3 Central de Concreto

Trinta dias antes da montagem da central de concreto e dos equipamentos necessários para fabricar, classificar, transportar armazenar e dosar os materiais componentes do concreto e para preparar e lançar o concreto, a CONTRATADA deve submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO o projeto da central de concreto, incluindo a localização e a descrição dos meios para recolhimento de corpos de prova e dos seus componentes.

O transporte dos corpos de prova os ensaios a serem realizados pela empresa contratada para o controle tecnológico do concreto são de responsabilidade da CONTRATADA.

A CONTRATADA deve reservar, próxima da zona de dosagem e mistura, uma área coberta, sem vibrações, e fornecer os equipamentos, pessoal auxiliar e todos os meios

necessários para a realização pela Empresa responsável pelo controle tecnológico, dos ensaios do concreto e dos seus componentes.

A aprovação pela FISCALIZAÇÃO da central de concreto, dos equipamentos e do modo de operar, não acarreta nenhuma renúncia ou modificações das presentes especificações e das normas que estabelecem a qualidade dos materiais e das obras acabadas.

1.2 Composição e Características do Concreto

O concreto será composto de cimento portland pozolânico CPIV (NBR 5736) ou cimento portland com adição de pozolana CPII-Z (NBR 5734), água, agregados inertes e aditivos. O estudo de composição deverá ser realizada com os mesmos materiais e condições semelhantes a obra, deverá incluir, além dos valores da resistência aos 28 dias, os resultados de ensaios aos 3 e 7 dias para permitir o estabelecimento de correlações que possibilitem um controle eficaz no decorrer das obras. A composição da mistura será determinada pela CONTRATADA por qualquer método de dosagem racional e experimental e aprovada pela FISCALIZAÇÃO. A CONTRATADA, com a aprovação da FISCALIZAÇÃO, realizará uma pesquisa de agregados, granulometria e fator água-cimento, no sentido de se conseguir:

- Uma mistura plástica e trabalhável, segundo as necessidades de utilização;
- Um concreto que, após a cura adequada, apresente durabilidade, estanqueidade e resistência compatíveis com os valores pelo projeto estrutural.

Obs.: O cálculo da dosagem deverá ser feito cada vez que for prevista uma mudança de marca, tipo ou classe do cimento, na procedência e qualidade dos agregados e demais materiais.

1.3 Tolerâncias

A CONTRATADA será responsável pela locação, colocação e manutenção das formas de concreto, de modo que os desvios das diversas estruturas em relação aos prumos, níveis, alinhamentos, perfis e dimensões indicadas nos desenhos do projeto se mantenham dentro dos limites de tolerâncias preconizadas pela NBR 6118-2003 e da produção do concreto de acordo com a NBR 12654-1992 Controle tecnológico dos materiais componentes do concreto

1.4 Controle

1.4.1 Laboratório

Competirá à CONTRATADA a construção, instalação, manutenção e operação de um laboratório completamente equipado para ensaios de materiais, argamassa e concreto, seja através de amostras e corpos de prova, seja diretamente na peça.

Todos os custos relativos à construção, instalação, manutenção e operação do laboratório serão da responsabilidade da CONTRATADA, e deverão estar incluídos no preço proposto para execução da obra.

Poderão ser utilizados os serviços de laboratório de terceiros, aprovado pela fiscalização.

Todo ensaio deverá ter acompanhamento permanente e contínuo por parte da Empresa contratada para realização do controle tecnológico do concreto.

Os ensaios de controle do concreto e seus componentes serão feitos de acordo com as Normas Brasileiras, tendo em vista o que se segue:

- Determinação das propriedades do material inerte, objetivando a viabilidade do seu emprego na confecção do concreto;
- Controle da qualidade e das proporções dos materiais componentes, no decurso das obras;
- Determinação das proporções corretas e econômicas dos materiais constituintes, a fim de assegurar a resistência, trabalhabilidade e outras propriedades exigidas pelas presentes Especificações;
- Controle da qualidade da mistura, através da confecção de corpos de prova;
- Determinação das variações nas proporções dos componentes que eventualmente se tornem necessárias ou aconselháveis no decorrer dos trabalhos;
- Determinação da resistência à compressão simples.

1.4.2 Ensaios

1.4.2.1 Generalidades

Poderá ser solicitado pela CONTRATANTE qualquer ensaio que conste na norma NBR 12654-1992 Controle tecnológico dos materiais componentes do concreto, conforme a necessidade.

Em princípio, serão realizados os ensaios do concreto indicados a seguir:

Concreto Fresco:

- Determinação da massa específica e do teor de ar do concreto fresco pelo método gravimétrico;(NBR 9833), ou pelo método pressométrico (NBR NM 47).
- Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (NM 67/1998) ou no caso de concreto fluidos determinação da consistência pelo espalhamento do tronco de cone (NBR 9606/1992);
- Determinação do peso específico do Concreto
- Determinação do tempo de pega (NBR 9832-1992);

Concreto endurecido:

- Determinação da resistência à compressão axial (NBR 5739-1994).
- Massa específica (NBR 9778)
- Módulo de Elasticidade

Todos os ensaios serão realizados pela CONTRATADA, sob o controle da FISCALIZAÇÃO, sem encargos adicionais para SANEPAR, por estarem previstos no preço proposto apresentado pela Contratada.

1.4.2.2 Concreto Fresco

Na presença e sob a orientação da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA preparará dois corpos de prova para cada idade de rompimento,(3,7 e 28 dias) da mesma amassada de cada tipo de concreto aplicado, conforme a NBR 12655-1996.

Tais corpos de prova serão confeccionados de acordo com a NBR 5738/94 da ABNT, adaptando-se ainda o que a seguir se especifica:

- Deve-se tomar, como resultado dos ensaios executados, a média das maiores resistências dos cilindros, conforme a NBR 12655-1996;
- Os corpos de prova serão rompidos após 28 dias, podendo-se adaptar provas a 3 e 7 dias, por designação da FISCALIZAÇÃO, sendo que para tal fim serão moldadas mais duas séries de cilindros;
- Os corpos de prova poderão ser rompidos no laboratório da obra ou em laboratório previamente definido pela Contratada. Se surgirem dúvidas sobre a validade dos resultados obtidos, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a execução de novos ensaios em outro laboratório de sua confiança, sendo os custos suportados pela CONTRATADA no caso dos resultados obtidos confirmarem as dúvidas expressas pela FISCALIZAÇÃO. Na hipótese contrária os custos serão suportados pela SANEPAR;

- A trabalhabilidade do concreto será verificada por meio de ensaios de consistência, sob o controle da FISCALIZAÇÃO; o abatimento do tronco de cone no *slump-test* deverá estar dentro dos limites estabelecidos para cada tipo de concreto, será executado quando:
 - Para concreto usinado a cada betonada.
 - Para concreto moldado in loco
 - a. Na 1ª amassada do dia,
 - b. Ao reiniciar o processo após interrupção de 2 horas;
 - c. Na troca de operadores;
 - d. Cada vez que forem moldados corpos de prova;

1.4.2.3 Argamassa de Cimento

Sempre que houver dúvida sobre a qualidade do cimento, seja por efeito de longo e inadequado armazenamento, seja por deficiência qualitativa do material, a FISCALIZAÇÃO deve exigir a realização de ensaios descritos na NBR 12654-1992

1.4.2.4 Concreto Executado

Caso haja dúvidas sobre a qualidade do concreto de estrutura já pronto, deve ser exigida pela FISCALIZAÇÃO a realização de ensaios na própria peça executada, ou através da extração de corpos de prova.

1.4.3 Cláusulas Aplicáveis se os Resultados dos Ensaios forem Inaceitáveis

A SANEPAR reserva-se o direito de recusar todo o concreto fresco ou endurecido que não respeite os limites dos ensaios executados.

Se os ensaios de controle, nomeadamente os ensaios de compressão aos 28 dias, derem resultados inaceitáveis, a FISCALIZAÇÃO deve ordenar que a CONTRATADA realize, sem custos adicionais para a SANEPAR, todos os trabalhos de demolição e reconstrução

1.5. Materiais

1.5.1 Cimento Portland Pozolânico CP-IV

O cimento deve obedecer às características constantes na NBR 5736/91 da ABNT, e será empregado em todas as obras de concreto.

Para cada uma das estruturas deve ser utilizado um único tipo de cimento.

Serão executados ensaios de qualidade do cimento, de acordo com os métodos da NBR 5736/91 ABNT, no laboratório existente no campo ou em qualquer outro, se a FISCALIZAÇÃO o exigir, correndo por conta da CONTRATADA as despesas daí originadas.

A FISCALIZAÇÃO deve rejeitar as partidas de cimento, em sacos ou a granel, cujas amostras revelarem, nos ensaios, características inferiores aquelas estabelecidas pela NBR 5736/91 da ABNT, sem que caiba à CONTRATADA direito a qualquer indenização, mesmo que o lote já se encontre no canteiro da obra.

Caso seja utilizado cimento ensacado, os sacos de cimento devem ser empregados na ordem cronológica em que forem colocados na obra.

Cada lote de cimento ensacado deve ser armazenado de modo a se poder determinar, facilmente, sua data de chegada ao canteiro, sendo encargo da CONTRATADA todo o cuidado no sentido de protegê-lo de deterioração, armazenando-o em pilhas de, no máximo 10 sacos, durante um período nunca superior a 90 dias.

Se for utilizado cimento a granel, os silos de armazenamento serão esvaziados e limpos pela CONTRATADA, quando exigidos pela FISCALIZAÇÃO; todavia, o intervalo entre duas limpezas sucessivas dos silos nunca será superior a 120 dias.

1.5.2 Água

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser límpida e isenta de teores prejudiciais de sais, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas.

A CONTRATADA deve proceder a uma pesquisa sistemática da qualidade das águas utilizáveis para o preparo do concreto no canteiro, de modo a estar seguro de que, em qualquer tempo, elas terão características não nocivas à qualidade do concreto.

A água a ser utilizada na confecção da argamassa ou concreto deve ser analisada mensalmente, pelo emprego de ensaios comparativos de pega e resistência à compressão de argamassa, feitos em igualdade de condições com água reconhecidamente satisfatória e com a água normalmente utilizada, e servirão de base à FISCALIZAÇÃO para aceitá-la ou recusá-la. Caso contrário devem ser feitas análises químicas das águas.

1.5.3 Agregados

Os agregados devem satisfazer às Prescrições da NBR 7211, sendo verificados pelos ensaios segundo os métodos da NBR 7216, NBR 7217, NBR 7218 e NBR 7220, contidos na norma “Materiais para Concreto Armado — Especificações e Métodos de Ensaio” da ABNT.

Em todas as obras, os agregados devem ter a dimensão máxima compatível com o espaçamento das armaduras, as peças embebidas e a menor dimensão do elemento a concretar. Nas estruturas de concreto armado devem ser observadas as disposições

da Norma Brasileira respectiva da ABNT. Em geral, salvo nos casos indicados pela FISCALIZAÇÃO, a dimensão máxima dos agregados não deve ser maior que:

- 1) Espaçamento interno das formas – $\frac{1}{4}$ da menor distância entre faces e formas;
- 2) Espessura da laje – $\frac{1}{3}$ da espessura da laje
- 3) Barras horizontais – $\frac{5}{6}$ da distância entre duas barras horizontais
- 4) Barras verticais - $\frac{1}{2}$ da distancia entre duas barras horizontais

A escolha dos agregados e a relativa granulometria estão sujeitas às modificações que a FISCALIZAÇÃO achar útil, baseadas nos ensaios e nas condições locais.

A origem dos agregados deve ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO, bem como a utilização de materiais provenientes de escavações efetuadas para permitir a execução das obras. A instalação de classificador, deve ser prevista, para a obtenção de pelo menos quatro classes granulométricas.

Os montes e silos de agregados devem ser previstos com um sistema de drenagem eficiente, impedindo-se a introdução de materiais estranhos e modificação da granulometria. Os depósitos devem ser dimensionados de tal modo que permitam o programa de concretagem estabelecido, a preparação das várias partidas que chegarem e a execução das inspeções e dos ensaios necessários.

Se houver mudança do fornecedor de agregados, será retirada uma nova amostra representativa, devendo ser enviada ao laboratório para análise a fim de definição do novo traço do concreto.

A designação areia aplica-se aos agregados com 4,76 mm de dimensão máxima (peneira ASTM nº 4).

A areia a ser utilizada na confecção do concreto deve ter sua qualidade aferida de acordo com as descrições da NBR 7221.

A areia deve ser bem graduada, e nos ensaios de granulometria devem ser verificados os limites indicados no quadro 5.1

Quadro 5.1

PENEIRA Nº (ASTM)	% INDIVIDUAL RETIRADA NO PENEIRO(EM PESO)
4	0 a 5
8	5 a 15
16	10 a 25
30	10 a 30
50	15 a 35
100	12 a 20
Resíduo	3 a 7

A granulometria da areia deve ser controlada de modo a que o módulo de finura de 9 em cada 10 ensaios consecutivos não varie mais de 0,20 do módulo de finura médio dos 10 ensaios.

O teor de partículas prejudiciais das areias não deve ultrapassar os valores do quadro 5.2.

Quadro 5.2

	% MÁXIMA (EM PESO)
Partículas que passam na peneira 200	3
Partículas de densidade inferior a 1,95	2
Partículas friáveis	1
Outras substâncias prejudiciais	2

A brita deve ser constituída por fragmentos de rocha limpos, duros, densos, duráveis e isentos de partículas de argila ou outro revestimento que os isolem do ligante. A brita não deve ser reativa com as alcalis do ligante. Deve ser rejeitada toda a brita que não satisfaça as condições a seguir indicadas:

- No ensaio de desgastes de Los Angeles não deve haver perdas de peso superiores a 10% em 100 rotações ou 40% em 500 rotações;
- A perda de peso médio após 5 ciclos de ensaio com sulfato de sódio não deve ultrapassar 10%;
- A densidade da brita saturada não deve ser inferior a 2,60;
- A brita não deve ter teores de partículas prejudiciais superiores aos valores indicados no Quadro 5.3.

Quadro 5.3

	% MÁXIMA (EM PESO)
Partículas de densidade inferior a 1,95	2
Partículas friáveis	0,5
Outras substâncias prejudiciais	0,5

- A percentagem total de todas as substâncias prejudiciais não pode ser superior a 2%.

1.5.4 Aditivos

Somente poderão ser utilizados aditivos definidos no estudo de dosagem destinados a melhorar a pega e/ou a resistência do concreto e também outras características tais como plasticidades, homogeneidade, peso específico, impermeabilidade, resistência à compressão, etc..., sem ônus a Sanepar.

1.6 Traços de Concreto

O consumo de cimento, a granulometria dos agregados, o fator água/cimento e os eventuais aditivos devem ser determinados e aprovados com base nos ensaios de laboratório a serem realizados pela CONTRATADA, através da empresa responsável pelo controle tecnológico do concreto.

Durante o andamento das obras, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir modificações no traço, sem que isto proporcione à CONTRATADA direito a reivindicações sobre preços ou prazo de execução da obra.

As quantidades de brita e areia devem ser determinadas a peso, sendo que a água será medida em peso ou volume.

Na dosagem da água de amassamento, deve ser levada em conta a umidade dos agregados inertes, principalmente a da areia, que deve ser determinada por meio de *speedy moisture tester*, ou outros métodos expeditos usuais.

Os traços devem ser determinados por dosagem racional ou experimental devendo, no entanto, ser respeitados, para cada classe, os valores máximos da relação água/cimento definido em projeto.

1.7 Produção de Concreto

A produção de concreto estrutural deve obedecer rigorosamente ao projeto, especificações e respectivos detalhes, bem como as normas técnicas da ABNT que regem o assunto.

Podem ser produzidos no local da obra ou usinados (desde que inspecionados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO).

Os concretos a serem empregados nos diversos locais da obra, devem apresentar as características definidas no projeto estrutural.

Concreto Magro para Regularização

É o concreto de baixo teor de cimento (no mínimo 100 kg/m³), que será colocado com o objetivo de regularizar as superfícies sobre as quais se vão apoiar as estruturas e obter o piso adequado para o trabalho de construção das lajes ou pisos.

A extensão e a espessura deste concreto magro devem ser as indicadas nos projetos.

1.8 Mistura

Antes de proceder a mistura do concreto na obra ou solicitar a entrega do concreto usinado, é necessário verificar as condições operacionais dos equipamentos disponíveis no local de trabalho e sua adequabilidade ao volume de concreto a ser produzido e transportado.

A dosagem dos materiais componentes de cada mistura será feita:

- o cimento deve ser medido por número inteiro de sacos, exceto no caso de cimento armazenado e utilizado a granel,
- a brita e a areia por pesagem e a água pelo peso ou volume.

Na medição desta última deve ser levada em conta a umidade dos agregados, para que seja assegurado o valor da relação água/cimento.

Caso o concreto seja produzido na obra, a ordem de colocação dos materiais na betoneira é a seguinte:

- Brita
- Parte da Água
- Acionar a betoneira por 3 minutos
- Descansar por 3 minutos
- Areia
- Cimento
- Água restante com aditivo se necessário e aprovado
- Misturar por 2 minutos

1.9 Equipamento de Mistura

A CONTRATADA deve instalar e operar no canteiro das obras, uma ou mais centrais de concreto ou betoneiras compatíveis com a produção, perfeitamente equipadas para atender à demanda em todas as frentes de serviço, de maneira a possibilitar cumprimento dos prazos estabelecidos no cronograma. A capacidade de produção em termos de concreto lançado, tipo e a localização ficará a cargo da CONTRATADA, devendo ambos entretanto, ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Cada central de concreto deve dispor de equipamento de medição de materiais a peso, inclusive cimento, para o caso em que este seja adquirido a granel. Os silos de dosagem de cimento a granel devem ser construídos de modo a não reterem nenhum resíduo durante o esvaziamento.

A instalação de dosagem deve obedecer às normas em uso, e permitir um imediato ajustamento, para levar em conta as variações de umidade dos agregados.

O controle das instalações, assim como a verificação das balanças, devem ser feitos mensalmente, ou quando a FISCALIZAÇÃO achar necessário, sendo que somente serão efetuados com a presença do representante desta.

1.10 Condições de Mistura

Os componentes devem ser introduzidos gradualmente na betoneira, podendo parte da água ser colocado depois de terminada a carga dos outros elementos da mistura.

O tempo de mistura na betoneira não deve ser inferior ao fornecido pela tabela seguinte:

VOLUME ÚTIL DA BETONEIRA (m³)	TEMPO MÍNIMO DE MISTURA
Até 1,00	1'30"
Até 2,00	2'
Até 3,00	2'30"
Até 4,00	3'

A FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de aumentar o tempo de mistura quando as operações de carga e de mistura não produzirem um concreto de componentes igualmente distribuídos e de consistência uniforme.

Cada betoneira deve ser equipada com uma aparelhagem que indique o tempo de mistura exigido, computando, ainda as quantidades de concreto produzidas.

As betoneiras devem descarregar diretamente nos recipientes de transporte do concreto.

1.11 TRANSPORTE DE CONCRETO

Os recipientes de transporte devem ser tais que assegurem um mínimo tempo de transporte.

O equipamento para transporte do concreto deve ser do tipo que não possibilite a segregação dos agregados, perda da água de amassamento ou variação da trabalhabilidade da mistura, entre a saída da betoneira e a chegada ao local da concretagem.

Se forem utilizados caminhões betoneira para o transporte do concreto deve ser observado o seguinte:

- Os caminhões betoneiras devem ser equipados com um medidor de caudal, colocado entre o reservatório de água e a betoneira, e com um conta rotações que

possa ser zerado com facilidade para indicar o número total de rotações por amassamento;

- Cada caminhão deve ter uma placa metálica onde estejam indicadas a capacidade da betoneira e as respectivas velocidades máxima e mínima de rotação;
- O amassamento deve ser contínuo, durante um mínimo de 50 rotações após a introdução na betoneira dos componentes do concreto, com exceção de 5% da água que deve ser introduzida posteriormente. A velocidade da betoneira deve situar-se entre 12 e 22 rotações por minuto. Depois da conclusão do amassamento, se houver rotações adicionais elas deverão ser realizadas à velocidade especificada pelo fabricante do caminhão betoneira; no entanto, depois da introdução dos 5% de água finais, o amassamento deve continuar durante um mínimo de 30 rotações à velocidade de rotação especificada;
- O concreto deverá ser lançado até 2 horas depois da introdução do ligante na betoneira. O intervalo de tempo entre a saída do concreto da betoneira e a vibração respectiva deve ser o mais curto possível.

1.12 Lançamento do Concreto

A CONTRATADA deverá informar as disposições que pretende adotar para a concretagem, por meio de um memorial de trabalho do tipo “Programa de Concretagem”, submetido à FISCALIZAÇÃO dentro do programa geral do trabalho a lhe ser entregue. Salvo decisão contrária, qualquer concretagem só poderá ser iniciada com a presença de um representante da FISCALIZAÇÃO.

Todo o concreto será lançado durante o horário compreendido entre 7 e 17 horas. Em situações especiais deverá ser solicitada a fiscalização a devida liberação.

O lançamento em qualquer peça da obra só deve ser iniciado quando puder ser completado. Não deve ser lançado concreto enquanto o terreno de fundação, as formas e suas amarrações, os escoramentos e as armaduras não tiverem sido inspecionados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O concreto não deve ser exposto à ação da água antes de início da pega, exceto quando se tratar de concreto sob água.

A colocação do concreto deve ser contínua, e conduzida de forma a não haver interrupções superiores a duas horas, caso a temperatura ambiente seja cerca de 24°C ou menos. Para temperaturas mais elevadas, o tempo máximo de interrupções deverá ser de no máximo de uma hora.

O lançamento do concreto deve ser controlado de tal forma que a pressão produzida pelo concreto fresco não ultrapasse a que foi considerada no dimensionamento das formas e do escoramento. Depois de iniciada a pega, deve-se ter o cuidado de não

sacudir as formas, nem provocar esforços ou deformação nas extremidades de armações deixadas para amarração com peças a construir posteriormente.

Todo o concreto deve ser lançado de uma altura igual ou inferior a 2 m, para evitar segregação de seus componentes. Onde for necessário lançar o concreto diretamente da altura superior a 2 m ele deve ser vertido através de tubos de chapa metálica ou de material aprovado.

O concreto deve ser lançado o mais próximo de sua posição final, não sendo depositado em grande quantidade em determinados pontos para depois ser espalhado ou manipulado ao longo das formas.

Deve-se ter especial cuidado em encher cada trecho de forma evitando que o agregado grosso fique em contato direto com a superfície, e fazendo com que o concreto envolva as barras de armadura sem as deslocar.

O concreto nas peças armadas deve ser lançado em camadas horizontais contínuas cuja espessura não exceda 30 cm, exceto para determinadas peças cuja concretagem estiver prevista de outra forma. Quando, por razões de emergência, for necessário concretar menos de uma camada horizontal completa numa operação, essa camada deve terminar num tabique ou tábua vertical. As descargas de concreto se sucederão sempre, umas em seguida às outras, cada camada sendo concretada e compactada antes que a camada anterior tenha iniciado a pega, a fim de evitar que se forme separação entre as mesmas. As superfícies serão deixadas ásperas a fim de se obter sempre boa ligação com a camada seguinte. A camada superior será concretada antes da inferior ter endurecido, e deve ser compactada de modo a impedir a formação de junta de construção entre as mesmas.

As camadas que forem concluídas num dia de trabalho, ou que tiverem sido concretadas pouco antes de se interromperem temporariamente as operações, devem ser limpas logo que a superfície tiver endurecido o suficiente, retirando-se toda a nata de cimento e todos materiais estranhos. A fim de se evitar, dentro do possível, uniões visíveis, superfícies expostas, deve ser dado acabamento à superfície aparente de concreto com raspadeira ou ferramenta adequada.

Não deve ser permitido suspender ou interromper a concretagem quando faltarem menos de 50 cm na altura para concluir qualquer peça, a não ser que os detalhes da obra indiquem coroamento com menos de 50 cm de espessura. Neste caso a junta de construção deverá ser feita na base desse coroamento.

O concreto deve formar uma pedra artificial compacta e estanque com superfícies lisas nas faces expostas, não deverá haver manchas, nem vazamentos, e as fissuras devido a retração devem ser reparadas, não poderão haver eflorescências nem reação álcali agregado, o concreto deverá ser garantido para uma vida útil de no mínimo 50 anos. Quando qualquer parte de concreto ficar poroso, ou apresentar qualquer outro defeito, deve ser retirado e substituído, total ou parcialmente, como for exigido pela FISCALIZAÇÃO, inteiramente às custas da CONTRATADA.

Uma junta fria (junta de trabalho) é uma junta não programada provocada pelo endurecimento da superfície do concreto antes da colocação da camada seguinte. Se a duração do atraso no lançamento provocar o endurecimento do concreto antes do lançamento da próxima camada deve ser vibrado o concreto já lançado na camada subjacente. Se o concreto não puder ser penetrado pelo vibrador, a junta fria deve ser tratada como junta de construção. Caso o vibrador penetre, o lançamento do concreto deve continuar com cuidados especiais de forma a penetrar e revibrar o concreto colocado antes da interrupção.

1.13 Adensamento do Concreto

Quando não tiver sido indicado outro procedimento, peças com espessura igual ou superior a 20 cm devem ser adensadas empregando-se vibradores pneumáticos ou elétricos, de imersão ou de forma, conforme o caso.

O vibrador deve ser mantido na massa de concreto até que apareça a nata na superfície, quando então deverá ser retirado e mudado de posição.

Em peças delgadas, cujas formas tiverem sido construídas para resistirem à vibração, devem ser empregados vibradores externos, preliminares aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Quando se tratar de peças fortemente armadas, a CONTRATADA deve usar vibradores capazes de compactar o concreto sem danificar as armações e formas.

O vibrador deve ser de no mínimo de 7.000 r.p.m., com intensidade e duração suficientes para produzir plasticidade e assentamento do concreto, adensando-o perfeitamente, sem excesso que provoquem segregação dos materiais.

Os vibradores de imersão devem ser aplicados no ponto de descarga do concreto, de modo que toda a massa seja compactada cuidadosamente, de maneira uniforme. Durante a vibração de uma camada, o vibrador deve ser mantido em **posição vertical** e a agulha deve penetrar cerca de 10 cm na camada inferior, anteriormente lançada. Ele não será deslocado rapidamente no interior da massa, e uma vez terminada a vibração, deve ser retirado **lentamente** para evitar a formação de bolha e vazios.

Para as peças de grandes dimensões, deve haver no mínimo três vibradores com agulha de 4" de diâmetro, funcionando conjuntamente. Nas de pequenas dimensões, o número e o tamanho dos vibradores deve ser fixados pela FISCALIZAÇÃO, em cada caso.

Fica proibido o lançamento de concreto utilizando pá, devendo serem usadas caçambas especiais para lançamento, sendo o adensamento iniciado imediatamente.

Novas camadas não podem ser lançadas antes que a precedente tenha sido adensada.

Não encostar a agulha nas formas nem nas armaduras.

Deve haver sempre, no canteiro da obra, um vibrador sobressalente para concretagens até 50 m³, e dois vibradores sobressalentes para concretagens individuais de mais de 50 m³. Não havendo tais equipamentos sobressalentes a concretagem não será liberada.

1.14 Cura e Proteção do Concreto

A CONTRATADA deve ter em seu poder, para uso imediato, todos os materiais e equipamentos necessários para a cura adequada e proteção do concreto antes que se inicie a concretagem. A cura deve ser iniciada imediatamente após o início da pega do concreto.

Em geral, o concreto deve ser curado como segue:

- **Cura com Água — Proteção**

O concreto diretamente curado com água deve ser mantido umedecido durante, pelo menos, 14 (quatorze) dias, começando-se a cura imediatamente após o endurecimento inicial. Deve-se manter umedecido o concreto cobrindo-o com uma lâmina de água ou por sistema de tubulação perfurada, espargidores mecânicos ou qualquer outro método aprovado, que mantenha umedecidas todas as superfícies a serem curadas continuamente, **não periodicamente**. A água usada para a cura deve ter às mesmas características da usada para fazer o concreto.

- **Cura Química**

Os compostos para cura química ou de membrana devem ser usados de acordo com as indicações do fabricante, depois de aprovados pela FISCALIZAÇÃO. O custo dos compostos de cura devem estar incluídos no preço do concreto.

- **Penalização**

Caso a fiscalização encontre a obra sem a execução das recomendações acima descritas, a contratada deixará de receber 50% do valor estipulado para pagamento dos serviços referente a cura do concreto. Havendo reincidência a penalização passará para 100%.

1.15 Juntas

1.15.1 Juntas de Concretagem

Serão obedecidas as prescrições da NBR 6118/03 da ABNT, as juntas de concretagem devem ocorrer em locais indicados no projeto e preferencialmente em locais com pequena atuação de cortantes.

Quando a concretagem for suspensa por período de tempo superior aquele em que se iniciou a pega, o ponto onde houver sido suspensa deve ser considerado uma junta de concretagem.

No caso de se terem juntas de concretagem, a superfície que servirá de junta deve ser escovada intensamente com escova de aço, no período de 3 a 6 horas após a concretagem, ou deve ser lavada com jato de água com pressão mínima de 1500 lbs/pol².

Quando se for unir concreto com outro já endurecido, a superfície da parte superior deve ser raspada com ferramenta apropriada, para retirar a argamassa superficial, o material solto e os corpos estranhos. Essa superfície, lavada e limpa com escovas de aço, deve ser molhada e conservada assim até à concretagem. Na ocasião da concretagem, poucos antes do lançamento, a superfície preparada deve ser coberta por uma camada de 1 cm de argamassa de cimento e areia, com traço igual ao do concreto, e fator água/cimento não superior ao da mistura a ser posteriormente lançada.

1.15.2 Juntas de Dilatação

As juntas de dilatação devem ser construídas de modo a permitirem absoluta liberdade de movimento entre as estruturas de concreto. Depois de concluído todo o trabalho, a argamassa solta, ou que estiver formando conchas delgadas capazes de se estilhaçarem com o movimento, deve ser retirada cuidadosamente de todas as juntas usando-se um cinzel fino. Todas as juntas de dilatação devem ser construídas com material elástico flexível que satisfaça os requisitos necessário conforme preconizado no projeto.

1.16 Reparos no Concreto

Os reparos no concreto devem ser efetuados por pessoal especializado. A CONTRATADA deve manter a FISCALIZAÇÃO avisada sobre a época em que qualquer reparo no concreto deva ser feito. O reparo no concreto deve somente ser efetuado na presença de um fiscal, bem como o material utilizado no reparo deve ter a aprovação da fiscalização.

Os reparos dos defeitos encontrados no concreto provenientes de falhas de concretagem, devem ser iniciados logo após a remoção das formas, devidamente comunicados e aprovados pela fiscalização.

O concreto danificado ou com "ninhas de abelha", deve ser removido até a parte sã e preenchido com enchimento seco, argamassa ou concreto. As saliências devem ser eliminadas por apicoamento ou desbaste. Os enchimentos secos devem ser aplicados

em vazios que tenham pelo menos, uma dimensão de superfície inferior à profundidade. Estes serão normalmente, os vazios causados pela remoção dos prendedores das extremidades, dos tirantes das formas, os rebaixos de fixação de tubulação e as ranhuras estreitas cortadas para o reparo de fendas.

O enchimento com concreto deve ser feito em vazios que se estendam inteiramente pelas seções da peça ou que sejam maiores, em área do que 1.000 (mil) centímetros quadrados. Também em vazios, em concreto armado, maiores em área que 500 (quinhentos) centímetros quadrados e que se estendam além da armadura.

Todos os enchimentos devem aderir firmemente à superfície dos vazios e devem ser perfeitos e isentos de fissuras produzidas por contração. Devem igualar em cor o concreto adjacente e para isso deve-se usar cimento da mesma qualidade e origem do que aquele do concreto. Os custos de todos os materiais, mão-de-obra e equipamentos empregados nos reparos do concreto correrão por conta da CONTRATADA.

- Argamassa para Enchimento Seco *DRY PACK*

O enchimento seco deve consistir em uma mistura (por volume ou peso seco) de 1 (uma) parte de cimento para 2,5 (duas e meia) partes de areia, sendo que a granulação deve passar cem por cento (100%) pela peneira nº 16. Deve ter água somente em quantidade suficiente para produzir uma argamassa que, ao moldada numa bola e pressionada levemente com as mãos, transpire água e apenas mantenha as mãos úmidas.

O enchimento seco deve ser colocado por camadas. Cada camada deve ser fortemente compactada por toda a superfície, mediante o emprego de uma régua de madeira de lei e um martelo.

1.17 Impermeabilização das Estruturas de Concreto Armado

As estruturas de concreto armado que requeiram a estanqueidade, tais como Reservatórios, Estações de Tratamento e Estações Elevatórias devem ser conseguidas mediante a boa execução do concreto. A estanqueidade das estruturas de concreto armado deve ser conferida pelo próprio concreto armado.

Mesmo tomando-se todos os cuidados e obedecendo-se a todas recomendações acima citadas e as normas vigentes as estruturas de concretos sofrerão fissuras provenientes principalmente da retração do concreto na sua fase de cura. O custo da recuperação destas fissuras deve estar incluso no preço apresentado pela Contratada.

Surgindo patologias no concreto decorrentes de má execução, número excessivo de fissuras de retração, falhas de segregação, juntas de concretagem, juntas de dilatação, falhas de cobrimento e demais problemas executivos, e no teste de impermeabilidade acusar vazamentos, a Contratada deve, às suas expensas, executar os reparos e posteriormente o revestimento impermeabilizante flexível que esteja devidamente homologado pela Sanepar, tais como poliuretano elastomérico aromático flexível e poliuréia aromática.

A aplicação do impermeabilizante deverá ser feita por empresa certificada pelo

fabricante do produto, mediante apresentação de documento comprobatório.

1.18 Proteção das Estruturas de Concreto Armado

As estruturas de concreto armado, sujeitas à deterioração proveniente de gás clorados tais como reservatórios, câmaras de contato de Estações de Tratamento de Água - ETAs, caixas e poços de sucção de Estações Elevatórias, devem receber na face interna das lajes superiores e nas paredes internas entre 30 cm abaixo do nível máximo, definido em projeto até a face inferior da laje de cobertura, revestimento impermeabilizante flexível a base de poliuretano aromático ou poliuréia, conforme especificado no item 1.19 abaixo. Nas áreas de ETAs sujeitas a abrasão por fluxo como, entrada de água bruta e calha parshall também devem receber a proteção acima referida em toda a superfície em contato ou não com a água.

As lajes de cobertura dos reservatórios face externa, devem receber impermeabilização em dupla-camada com manta asfáltica e proteção mecânica e isolamento térmico, conforme especificado no item 1.20. As paredes externas em contato com o solo devem receber aplicação de manta tipo geo composto para drenagem.

1.19 Sistema de Impermeabilização Flexível – Poliuretano ou Poliuréia

Os sistemas de impermeabilização ou proteção flexível para estruturas de concreto utilizados e aprovados pela Sanepar são obrigatoriamente a base de Poliuretanos ou Poliuréias, conforme descrito a seguir.

- Especificação para Poliuretano

Sua composição deve ser do tipo Poliuretano aromático elastomérico monolítico flexível, homologado pela Sanepar, 100% de materiais sólidos (isentos de solventes), bi-componente na proporção de 2 partes do componente A por 1 parte do componente B, não deverá produzir gases tóxicos durante aplicação e cura, isento de materiais pesados e alcatrão, ou outros produtos químicos nocivos à saúde, que possam transmitir gosto prejudicando a potabilidade da água ou que possam agredir o meio ambiente, resistência à tração mínima de 2,0 Mpa, alongamento na ruptura mínima de 50%, deformação permanente máxima de 30%, resistência ao rasgo 2,0 kN/m, dureza Shore A 60–90, escorrimento a 120°C (atender NBR 9952), tração e alongamento após intemperismo – 500 h perda máxima de 25%, flexibilidade (5° C) após envelhecimento acelerado (4 semanas a 80° C) conforme NBR 9952, determinação de aderência à tração mínima 0,30 Mpa, transmissão ao vapor d'água deverá ser menor ou igual a 0,08 US PERMS, de acordo com a ASTM F-1249 (espessura 2 mm), após o contato com o revestimento a água deverá atender a portaria n.º 518/2005 do Ministério da Saúde e NBR 12170, tempo de cura máximo de 2 horas para liberação para imersão; cor creme

Deve ser aplicado uma camada de poliuretano com espessura mínima de 2,5 mm, por pulverização em demão única por meio de máquina "airless plural component"

de alta pressão, 2500 psi, de forma contínua e sem emendas. Caso o fabricante indique a utilização de tecido geotextil de polipropileno o mesmo deve apresentar gramatura mínima de 350 g/m², específico para receber revestimentos do tipo elastomérico. O tecido geotextil deve ser fixado com o mesmo material especificado para o revestimento.

A superfície que receberá o sistema de impermeabilização flexível deve ser previamente lavada com hidro-jateamento de alta pressão (mínimo 2.200 lbs) para retirada de partículas soltas e estar isentas de resíduos de óleo, graxa, desmoldante ou qualquer outro material que interfira na sua perfeita aderência

- Especificação para Poliuréia

Sua composição deve ser do tipo Poliuréia Aromática monolítico flexível, homologado pela Sanepar, 100% de materiais sólidos (isentos de solventes), bi-componente na proporção de uma parte do componente **A** por uma parte do componente **B**, não deverá produzir gases tóxicos durante aplicação e cura, isento de materiais pesados e alcatrão, ou outros produtos químicos nocivos à saúde, que possam transmitir gosto prejudicando a potabilidade da água ou que possam agredir o meio ambiente, resistência à tração mínima de 2,0 Mpa, alongamento na ruptura mínima de 50%, deformação permanente máxima de 30%, resistência ao rasgo 2,0 kN/m, dureza Shore A 60–90, escorrimento a 120°C (atender NBR 9952), tração e alongamento após intemperismo – 500 h perda máxima de 25%, flexibilidade (5° C) após envelhecimento acelerado (4 semanas a 80° C) conforme NBR 9952, determinação de aderência à tração mínima 0,30 Mpa, transmissão ao vapor d'água deverá ser menor ou igual a 0,08 US PERMS, de acordo com a ASTM F-1249 (espessura 2 mm), após o contato com o revestimento a água deverá atender a portaria n.º 518/2005 do Ministério da Saúde e NBR 12170, tempo de cura máximo de 2 horas para liberação para imersão; cor creme ou verde

Deve ser aplicado uma camada de poliuréia com espessura mínima de 2,5 mm, por pulverização, em demão única por meio de máquina "airless plural component" de alta pressão, 2.200 psi, com aquecimento entre 65° a 76°C de forma contínua e sem emendas. Caso o fabricante indique a utilização de tecido geotextil de polipropileno o mesmo deve apresentar gramatura mínima de 350 g/m², específico para receber revestimentos do tipo elastomérico. O tecido geotextil deve ser fixado com o mesmo material especificado para o revestimento.

As empresas aplicadoras dos sistemas de impermeabilização ou proteção flexível devem ser certificadas pelo fabricante do produto.

A superfície que receberá o sistema de impermeabilização flexível deve ser previamente lavada com hidro-jateamento de alta pressão (mínimo 2.200 lbs) para retirada de partículas soltas e estar isentas de resíduos de óleo, graxa, desmoldante ou qualquer outro material que interfira na sua perfeita aderência.

1.20 Sistema de Impermeabilização com Manta Asfáltica em Dupla Camada

Aplicação : Lajes de cobertura dos reservatórios face externa

Descrição do Sistema

Impermeabilização em dupla camada constituída de uma primeira manta asfáltica de 2 mm de espessura (ref. : Viapol Glass PL 2 mm ou similar) com a função de servir como berço amortecedor e absorver possíveis efeitos de patologia do substrato e uma segunda camada composta por uma manta asfáltica de 3 mm de espessura (ref. : Torodin PL 3 mm ou similar) com função de impermeabilização principal.

A primeira manta de 2 mm é uma manta impermeabilizante a base de asfalto modificado com polímeros plastoméricos (PL), estruturada com véu de fibra de vidro especial, imputrescível, não higroscópico e de elevada estabilidade dimensional.

Acabamento superficial : PP - Polietileno / Polietileno
AP – Areia / Polietileno

A segunda manta de 3 mm é uma manta impermeabilizante a base de asfalto modificado com polímeros plastoméricos (PL), estruturada com não tecido de filamentos contínuos de poliéster, previamente estabilizado

Acabamento superficial : PP - Polietileno / Polietileno
AP – Areia / Polietileno

Normalização – Ensaio e Especificações segundo a NBR 9952 / 98

Preparo da Superfície

A superfície deve ser previamente lavada, isenta de pó, areia, resíduos de óleo, graxa, desmodante ou qualquer outro material que interfira na perfeita aderência da argamassa de cimento.

Sobre a laje já executada com caimento de 1 a 1,5% fazer a regularização com argamassa de cimento e areia, traço 1:3., em panos de 2,0mx2,0m e juntas perimetrais com 1,5 cm de largura preenchidas com argamassa betuminosa traço 1:8:3 de cimento areia e emulsão asfáltica (ref. Viakote da Viapol ou similar), Essa argamassa deve ter acabamento desempenado com espessura mínima de 2 cm.

Na região dos ralos deve ser criada uma depressão de 1 cm de profundidade com área de 40 X 40 cm com bordas chanfradas para que haja nivelamento de toda a impermeabilização.

Promover a hidratação da argamassa para evitar fissuras de retração e destacamento. Fazer testes de escoamento, identificando e corrigindo possíveis empoçamentos.

Todos os cantos e arestas devem ser arredondados com raio aproximado de 8 cm.

Juntas de dilatação devem ser consideradas como divisores de água de forma a evitar o acúmulo de água. As juntas devem estar limpas e desobstruídas, permitindo sua normal movimentação.

Nas áreas verticais em alvenaria, até a altura do arremate da impermeabilização (mínima 30 cm acima do nível do piso acabado), executar chapisco de cimento e areia grossa, traço 1:2 seguido da execução de uma argamassa sarrafeada ou camurçada de cimento e areia média traço 1:4 adicionando-se 10% de emulsão adesiva acrílica (ref. : Viafix Acrílico ou similar) na água de amassamento.

Obs. - A manta não pode ser aplicada sobre revestimento (emboço e reboco) a base de cal.

Os ralos e demais peças emergentes devem estar adequadamente fixados de forma a executar os arremates, conforme detalhes de projeto.

Caso sejam tomados os devidos cuidados na execução do acabamento da concretagem da laje de cobertura (piso zero), poderá ser eliminada a execução da camada de regularização.

Aplicação do Material

Aplicar sobre a regularização uma demão de primer de solução asfáltica (ref. : Viabit da Viapol ou similar) com rolo ou trincha e aguardar a secagem por no mínimo duas horas.

Alinhar a manta de 2 mm de acordo com o enquadramento da área, procurando iniciar a colagem no sentido dos ralos para as cotas mais elevadas.

Com auxílio da chama de maçarico de gás GLP, proceder a aderência total da manta de 2 mm com sobreposição de 10 cm nas emendas.

Após aplicação da manta de 2 mm iniciar a implantação da manta de 3 mm, observando a não coincidência de emendas e sobreposições de 10 cm.

Antes da proteção mecânica, executar o teste de estanqueidade enchendo a área impermeabilizada com água, mantendo o nível por 72 horas. Levantar em consideração a evaporação natural e chuvas que ocorrerem no período.

Executar reforços em pontos críticos, ralos, tubos emergentes e juntas de dilatação.

Proteção Mecânica

Camada separadora – Filme de Polietileno

Argamassa de Proteção Mecânica Primária ou de Transição

Sobre o filme de Polietileno executar a proteção em panos de 2,0mx2,0m de argamassa de cimento e areia traço 1:4 desempenada com espessura mínima de

1,5 cm e juntas perimetrais com 2 cm de largura preenchidas com argamassa betuminosa traço 1:8:3 de cimento areia e emulsão asfáltica (ref. Viakote da Viapol ou similar), com espessura de 1,5 cm.

Caso sejam utilizadas mantas com proteção mecânica, incorporada as mesma, de alumínio ou ardósia, não haverá necessidade de fazer a camada de argamassa de cimento para a proteção mecânica.

1.21 Sistema de Impermeabilização com Manta Alto Adesiva de PEAD

Aplicação : Lajes de cobertura dos reservatórios face externa.

Descrição do Sistema

Manta auto-adesiva, referência Bituthene 3000 ou similar, aplicada a frio, de baixa espessura, fabricada com alto conteúdo do polímero SBS e asfalto. Uma de suas faces é revestida com múltiplas lâminas entrecruzadas de polietileno de alta densidade. Uma lâmina de papel antiaderente protege a face com o adesivo.

Preparo da Superfície

A superfície deve ser previamente lavada, isenta de pó, areia, resíduos de óleo, graxa, desmodante ou qualquer outro material que interfira na perfeita aderência da argamassa de cimento.

Sobre a laje já executada com caimento de 1 a 1,5% fazer a regularização com argamassa de cimento e areia, traço 1:3., em panos de 2,0mx2,0m e juntas perimetrais com 1,5 cm de largura preenchidas com argamassa betuminosa traço 1:8:3 de cimento areia e emulsão asfáltica (ref. Viakote da Viapol ou similar), Essa argamassa deve ter acabamento desempenado com espessura mínima de 2 cm.

Na região dos ralos deve ser criada uma depressão de 1 cm de profundidade com área de 40 X 40 cm com bordas chanfradas para que haja nivelamento de toda a impermeabilização.

Promover a hidratação da argamassa para evitar fissuras de retração e destacamento. Fazer testes de escoamento, identificando e corrigindo possíveis empoçamentos.

Todos os cantos e arestas devem ser arredondados com raio aproximado de 8 cm.

Juntas de dilatação devem ser consideradas como divisores de água de forma a evitar o acúmulo de água. As juntas devem estar limpas e desobstruídas, permitindo sua normal movimentação.

Nas áreas verticais em alvenaria, até a altura do arremate da impermeabilização (mínima 30 cm acima do nível do piso acabado), executar chapisco de cimento e

areia grossa , traço 1:2 seguido da execução de uma argamassa sarrafeada ou camurçada de cimento e areia média traço 1:4 adicionando-se 10% de emulsão adesiva acrílica (ref. : Viafix Acrílico ou similar) na água de amassamento.

Obs. - A manta não pode ser aplicada sobre revestimento (emboço e reboco) a base de cal.

Os ralos e demais peças emergentes devem estar adequadamente fixados de forma a executar os arremates, conforme detalhes de projeto.

Caso sejam tomados os devidos cuidados na execução do acabamento da concretagem da laje de cobertura (piso zero), poderá ser eliminada a execução da camada de regularização.

Aplicação do Material

Instalar a manta do ponto mais baixo para o ponto mais alto, de modo que as sobreposições facilitem o escoamento da água. Sobrepor as mantas pelo menos 50 mm. Alterne todas as sobreposições finais. Assim que possível, pressionar firmemente toda a área de manta com um rolo metálico. Este rolo poderá ter um peso máximo de 34kg e largura inferior à largura da manta. No fim do dia, vedar todas as juntas e as terminações das membranas com membrana líquida, referência Bituthene® LM ou similar.

1.22 Sistema de Sombreamento

Sobre a impermeabilização com manta, deve ser executado o sistema de sombreamento, constituído de placas de concreto pré-moldadas apoiadas sobre pilaretes.

As placas de concreto armado pré-moldadas de 60x60x5 cm, devem ser apoiadas em pilaretes de 20x20x15 cm ambos executados com o mesmo traço do concreto utilizado na execução da estrutura do reservatório.

1.23 Proteção de Paredes em Contato com o Solo

As paredes de Reservatórios, ETAs, Estações Elevatórias que estejam em contato com o solo devem ser protegidas com sistema de drenagem, tipo Macdrain®2S da Maccaferri ou similar.

2 Formas e Escoramentos

2.1 Formas

Além do que especificado em norma, serão levadas em conta as seguintes especificações:

- Não deve ser iniciada a concretagem de qualquer peça, sem que antes a respectiva forma seja inspecionada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO, o que não isentará a CONTRATADA de sua responsabilidade da obtenção de superfícies

desempenadas, sem curvaturas e outros defeitos; caso apareçam superfícies inaceitáveis, serão corrigidas empregando-se métodos aprovados, ou então o concreto afetado será retirado, conforme decisão da FISCALIZAÇÃO; qualquer correção na superfície ou remoção de concreto será feita à custa da CONTRATADA.

- As formas sejam de compensados ou metálicas, devem ser reforçadas e ter resistência suficiente para suportar a pressão resultante do lançamento e vibração do concreto, mantendo-se rigidamente, em posição correta, sem deformação; devem ser estanques, de modo a impedir a perda da nata do concreto; .
- Para formas das paredes, lajes, vigas, etc., deve ser empregada chapas compensadas com espessura de 18 mm plastificadas ou formas industriais, que serão reforçadas para impedir fugas de material. Não serão aceitas formas empenadas, com bordos danificados ou em tábuas.
- As formas devem ser limpas, devem estar isentas de pó, serragem, restos de arame de armadura, pregos e outros detritos no momento da concretagem. Com esses propósitos, devem ser deixadas aberturas nas formas até o lançamento do concreto.
- Preliminarmente ao lançamento, deve ser aplicada nas formas uma demão de desmoldante, de fórmula aprovada pela FISCALIZAÇÃO, que não deixará na superfície de madeira ou metálica qualquer película que possa ser absorvida pelo concreto;
- As formas devem ser molhadas anteriormente ao lançamento do concreto.
- As amarrações no interior das formas devem ser feitas de modo a permitir sua retirada sem prejudicar o concreto; as amarrações feitas com arame devem ser cortadas depois de retiradas as formas e tratado o local do concreto; as peças metálicas para travamento das formas que tiverem de ser empregadas serão do tipo que deixem as menores cavidades possíveis na superfície do concreto; a superfície dessas cavidades deve ser deixada áspera para melhor aderência da argamassa de cimento com que posteriormente serão enchidas; a superfície acabada ficará sólida, polida, lisa e de cor uniforme; para evitar retrações as cavidades serão enchidas com argamassa de cimento, traço 1:3 com areia fina peneirada, que já tenha iniciado a pega antes de ser aplicada, não sendo feita adição de água durante a execução deste serviço.

2.2 Escoramento e Andaime

Devem ser levadas em conta as seguintes especificações:

- Para dimensionamento dos escoramentos, o concreto fresco deve ser considerado com peso específico igual a 2.400 Kg/m^3 para cargas verticais; relativamente às cargas horizontais será considerado o peso específico de 1.360 kg/m^3 para a altura

de concretagem a ser executada durante a primeira hora de serviço, e de 720 Kg/m³ para a altura que será executada após esta 1^a hora de serviço; o comprimento livre dos esteios e de outros elementos de madeira submetidos à compressão longitudinal, não excederá a 30 vezes seu diâmetro ou sua menor dimensão; a estrutura deve suportar a cargas sem recalque ou deformações inadequadas; a FISCALIZAÇÃO pode exigir da CONTRATADA, o emprego de macaco de rosca ou de cunhas de madeira dura, com o propósito de poder ser detida qualquer das formas, antes ou depois do lançamento do concreto; caso o escoramento apresente algum sinal de recalque ou distorção indevida, o trabalho deve ser suspenso e o concreto afetado, retirado, reiniciando-se o trabalho após o reforço do escoamento.

- A todos os vãos deve ser dada uma contraflecha permanente a fim de evitar que as contrações e recalques do concreto produzam deformações exageradas, a longo prazo; tal contraflecha deve ser de aproximadamente 1,00 mm para cada metro de vão, com o propósito de corrigir recalques e deformações em escoramento, e das instruções provisórias, deve ser dada, além da permanente, a contraflexa de construção.

2.3 Retirada das Formas e do Escoramento

As formas devem ser retiradas depois do período de tempo indicado no projeto, ou fixado pela FISCALIZAÇÃO; os seguintes valores podem ser tomados como mínimo para retiradas das formas e do escoramento, quando não existirem indicações em contrário:

- Escoramento de fecho de arcos: 14 dias;
- Escoramento de vigas, e outras peças submetidas a esforços diretos de flexão: 14 dias;
- Lajes: 21 dias;
- Pilares, formas laterais de vigas: 7 dias;
- Paredes: 7 dias

Todos estes prazos estão condicionados a obtenção da resistência mínima do concreto em 15 Mpa, aferida através de ensaios dos corpos de prova.

Os prazos de desforma acima citados são devidos a melhorar a cura. Embora o concreto tenha atingido a resistência a compressão deve ser evitado a desforma antecipada para se evitar a perda de água, que permitirá a entrada de agentes agressivos e a instalação de células de corrosão das nas armaduras ou mesmo uma carbonatação mais intensa, desprotegendo o aço, bem com propiciará o aparecimento de fissuras que comprometem a estanqueidade do concreto.

O processo de retirada de formas e escoramentos obedecerá ao que segue:

- As formas não podem ser retiradas sem consentimento da FISCALIZAÇÃO;
- Esse consentimento não exime a CONTRATADA da sua responsabilidade pela

segurança da obra;

- A retirada dos suportes deve ser feita lentamente, usando-se cunhas ou outros dispositivos, para que as cargas não sejam apoiadas bruscamente sobre peças novas.

3 Aço para Concreto Armado

3.1 Geral

As barras de aço ou as eventuais redes metálicas para armaduras de concreto devem seguir as prescrições da norma EB-3, da ABNT.

Na sua dobragem e durante a concretagem, devem obedecer ao prescrito na NBR 6118 e NBR 7178.

Os depósitos de vergalhões devem ser dispostos em áreas adequadas, de modo a permitirem a arrumação das diversas partidas, tipo de aço e diâmetro diversos.

3.2 Execução

Não devem ser aceites pela CONTRATADA as remessas de aço que não atenderem às normas indicadas no item anterior, podendo a FISCALIZAÇÃO responsabilizá-lo pela execução de qualquer estrutura com material julgado deficiente. A devolução pela CONTRATADA de qualquer quantidade de barras de aço, julgadas inaceitáveis, não lhe confere o direito a qualquer indenização por parte da FISCALIZAÇÃO.

As armaduras devem obedecer ao disposto na norma NBR 6118 da ABNT, salvo indicações em contrario nos projetos.

Antes da colocação, as barras devem ser raspadas e limpas de eventual camada de ferrugem, resíduos de tinta, óleos, graxas, lama, ou qualquer substância que possa reduzir a aderência com o concreto. Não serão permitidas barras desbitoladas. Os ferros das juntas de concretagem devem ser cuidadosamente verificados e limpos. Não será permitido o dobramento ou retificação de vergalhões que possam diminuir sua resistência. As barras dobradas somente devem ser usadas mediante indicação nos desenhos do projeto.

A execução obedecerá, genericamente, às seguintes condições:

- A espessura de recobrimento da armadura deve ser indicada nos projetos. Caso não haja indicação do recobrimento, este deve ser igual a 4,5 cm. Deve-se usar, para garantir o recobrimento da armadura, pastilhas pré-fabricadas de concreto de traço e fator água/cimento idênticos ao do concreto a ser lançado na peça considerada, colocadas de forma aleatória e na quantidade suficiente para garantir o cobrimento.

- Nas juntas de concretagem ou outras, as barras deixadas expostas por longo tempo, devem ser protegidas por métodos adequados contra a corrosão.
- As barras não devem apresentar solução de continuidade ao longo dos vários elementos estruturais, salvo indicação diversa nos desenhos de projeto. As superposições de barras ou malhas não serão permitidas nas seções críticas.
- A superposição de barra devem atender sempre ao disposto nas normas NBR 6118, da ABNT. Os trechos superpostos devem ser amarrados com arame de ferro para armaduras. No caso de barras adjacentes, as superposições devem ser convenientemente deslocadas. Em se tratando de redes metálicas, a superposição não será inferior a 50 diâmetros da maior bitola, a três vezes a largura da malha elementar.
- As barras de armaduras devem ser colocadas cuidadosamente, e ligadas nos cruzamentos, por arame de ferro doce. Devem ficar firmemente nas posições indicadas nos desenhos de projetos executivos e, quando necessário, devem ser usados distanciadores ou suportes próprios, de acordo com a NBR 6118. Em casos especiais, a FISCALIZAÇÃO pode exigir um maior número de distanciadores, ou suportes com espaçamentos diferentes.
- Devem ser obedecidos os espaçamentos e as dimensões constantes dos desenhos de projeto.