
NORMA TÉCNICA

T . 175 / 3

**PROJETO E EXECUÇÃO DE
ESTRUTURAS EM CONCRETO PARA
OBRAS DE SANEAMENTO**



1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para projeto, execução, fiscalização, controle, recebimento e reparos de estruturas de concreto em obras de saneamento.

1.2 Esta Norma trata do recobrimento e das medidas especiais de proteção do concreto sujeito à abrasão, agentes agressivos e intemperismo.

2 Referências

2.1 Na aplicação desta Norma pode ser necessário consultar:

- Da ABNT:

NBR 5674 - Manutenção de edificações - Procedimento;

NBR 5732 - Cimento Portland comum - Especificação;

NBR 5733 - Cimento Portland de alta resistência inicial - Especificação;

NBR 5735 - Cimento Portland de alto forno - Especificação;

NBR 5736 - Cimento Portland pozolânico - Especificação;

NBR 5737 - Cimento Portland resistente a sulfatos – Especificação;

NBR 5738 - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto - Procedimento;

NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto;

NBR 5741 - Extração e preparação de amostras de cimento;

NBR 5748 - Análise química de cimento Portland, Determinação de óxido de cálcio livre;

NBR 5753 - Cimento Portland pozolânico - Determinação da pozolanicidade;

NBR 5754 - Cimento Portland - Determinação do teor de escória granulada de alto forno por microscopia;

NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento;

NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações;

NBR 6153 - Produto metálico - Ensaio de dobramento semi-guiado;

NBR 6467 - Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo método de ensaio;

NBR 7211 - Agregados para concreto;

NBR 7212 - Execução de concreto dosado em central;

NBR 7215 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão;



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 2/65

- NBR 7218 - Agregados - Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis;
- NBR 7221 - Agregados - Ensaio de qualidade de agregado miúdo;
- NBR 7222 - Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos;
- NBR 7251 - Agregado em estado solto - Determinação da massa unitária;
- NBR 7389-1 - Agregados - Análise petrográfica de agregado para concreto - Parte 1 Agregado miúdo;
- NBR 7389-2 - Agregados - Análise petrográfica de agregado para concreto - Parte 2 Agregado graúdo;
- NBR 7480 - Barras e fios de aço destinados à armaduras para concreto armado;
- NBR 7481 - Tela de aço soldada - Armadura para concreto;
- NBR 7584 - Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão;
- NBR 7680 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto;
- NBR 8036 - Programação de sondagens simples, reconhecimento dos solos para fundações de edifícios;
- NBR 8490 - Argamassas endurecidas para alvenaria estrutural - Retração por secagem;
- NBR 8522 - Concreto - Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão;
- NBR 8681 - Ações e segurança - Procedimento;
- NBR 8953 - Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência à compressão;
- NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto premoldado;
- NBR 9605 - Concreto - Reconstituição do traço de concreto fresco;
- NBR 9607 - Prova de carga em estruturas de concreto armado e concreto protendido;
- NBR 9778 - Argamassa e concreto endurecido - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica;
- NBR 9833 - Concreto fresco - Determinação da massa específica e do teor de ar pelo método gravimétrico;
- NBR 9914 - Tubo de aço ponta e bolsa, para junta elástica;
- NBR 10342 - Concreto - Perda de abatimento;
- NBR 10908 - Aditivos para argamassa e concretos - Ensaio de uniformidade;


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 3/65

NBR 11578 - Cimento Portland composto;

NBR 11579 - Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira 75 micrômetro (número 200);

NBR 11582 - Cimento Portland – Determinação da expansibilidade de Le Chatelier;

NBR 11768 - Aditivos para concreto de cimento Portland;

NBR 12131 - Estacas - Prova de carga;

NBR 12142 - Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos;

NBR 12217 - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;

NBR 12317 - Verificação de desempenho de aditivos para concreto;

NBR 12654 - Controle tecnológico de materiais componentes do concreto;

NBR 12655 - Concreto - Preparo, controle e recebimento;

NBR 13116 - Cimento Portland de baixo calor de hidratação;

NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto. - Procedimento;

NBR 15530 - Fibras de Aço para concreto - Especificação;

NBR 15577-1 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto;

NBR 15577-2 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 2: Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto;

NBR 15577-3 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 3: Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto;

NBR 15577-4 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 4: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado;

NBR 15577-5 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 5: Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado;

NBR 15577-6 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 6: Determinação da expansão em prismas de concreto;

NBR 15900-1 - Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos;

NBR 15900-2 - Água para amassamento do concreto - Parte 2: Coleta de amostras de ensaios;

NBR 15900-3 - Água para amassamento do concreto - Parte 3: Avaliação preliminar;

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 4/65

- NBR 15900-4 - Água para amassamento do concreto - Parte 4: Análise química - Determinação de zinco solúvel em água;
- NBR 15900-5 - Água para amassamento do concreto - Parte 5: Análise química - Determinação de chumbo solúvel em água;
- NBR 15900-6 - Água para amassamento do concreto - Parte 6: Análise química - Determinação de cloreto solúvel em água;
- NBR 15900-7 - Água para amassamento do concreto - Parte 7: Análise química - Determinação de sulfato solúvel em água;
- NBR 15900-8 - Água para amassamento do concreto - Parte 8: Análise química - Determinação de fosfato solúvel em água;
- NBR 15900-9 - Água para amassamento do concreto - Parte 9: Análise química - Determinação de álcalis solúveis em água;
- NBR 15900-10 - Água para amassamento do concreto - Parte 10: Análise química - Determinação de nitrato solúvel em água;
- NBR 15900-11 - Água para amassamento do concreto - Parte 11: Análise química - Determinação de açúcar solúvel em água;
- NBR ISO 6892 - Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura;
- NBR NM 7 - Perfil extrudado à base de cloreto de polivinila (PVC) para juntas de estrutura de concreto - Especificação;
- NBR NM 9 - Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio da resistência à penetração;
- NBR NM 11-2 - Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT;
- NBR NM 13 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxido de cálcio livre pelo etileno glicol;
- NBR NM 14 - Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio;
- NBR NM 15 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel;
- NBR NM 16 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico;
- NBR NM 17 - Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para a determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama;
- NBR NM 18 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo;


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

NBR NM 19 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de enxofre na forma de sulfeto;

NBR NM 23 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da área específica;

NBRNM 26 - Agregados - Amostragem;

NBR NM 33 - Concreto - Amostragem de concreto fresco;

NBR NM 43 - Cimento Portland - Determinação da pasta de consistência normal;

NBR NM 45 - Agregados - Determinação da massa unitária e volume de vazios;

NBR NM 46 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrômetro, por lavagem;

NBR NM 49 - Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas;

NBR NM 51 - Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles;"

NBR NM 52 - Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente;

NBR NM 53 - Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água;

NBR NM 65 - Cimento Portland - Determinação do tempo de pega;

NBR NM 67 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;

NBR NM 76 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método Blaine);

NBR NM 248 - Agregados - Determinação da composição granulométrica.

Da COPASA MG:

T.188/_ - Reservatório em aço - Apoiado;

T.189/_ - Reservatório em aço - Elevado;

Diretrizes para elaboração de estudos e projetos - Área de Projeto da COPASA MG.

Da ASTM:

ASTM-C 232 - Standard Test Method for Bleeding of Concrete.

2.2 Cada referência citada neste texto deve ser observada em sua última edição em vigor.

3 Definições

Para efeitos desta Norma, são adotadas as definições de 3.1 a 3.24.

3.1 Adesivos estruturais

Resinas que promovem grande aderência entre as superfícies de concreto de diferentes idades ou do concreto com peças de materiais diversos que devam ser embutidas.

3.2 Aditivos

Substâncias adicionadas ao concreto, em quantidades e limites definidos, com a finalidade de alterar suas características físico-químicas, em benefício da trabalhabilidade, anti-corrosividade, compacidade, impermeabilidade, higroscopia, estabilidade de volume, etc.

3.3 Aeração diferencial

Fenômeno provocado pela variação do nível d'água, externo ou interno, e que expõe, alternadamente, a estrutura a diferentes condições de aeração e à dissolução do hidróxido de cálcio do concreto, favorecendo a corrosão da armadura.

3.4 Agentes agressivos

Agentes físicos, químicos ou biológicos capazes de desencadear ou provocar a degradação ou desgastes progressivos do concreto ou do aço, comprometendo a durabilidade e a estabilidade das obras.

Nota: Consideram-se agentes agressivos: abrasão, corrente elétrica, intemperismo, ácidos e sais em geral, puros ou dissolvidos, águas puras, águas carbônicas, águas húmicas (de brejo), água do mar, correnteza, vibração, choque térmico, etc.

3.5 Concreto aparente

Concreto sem argamassa de revestimento, aplicado como material de acabamento, podendo ser bruto ou preparado (lixado, apicoado, jateado). (Obs. Apicoamento e jateamento "agressivo", são processos de preparação para posteriores revestimentos ou reparos, são otimizadores de aderência de revestimentos e/ ou reparos e etc.).

3.6 Concreto autoadensável

Concreto que não necessita de vibração interna ou externa para seu adensamento.

3.7 Concreto estrutural

Termo que se refere ao aspecto das aplicações do concreto como material estrutural.

3.8 Corrosão

Degradação de um corpo sólido (materiais metálicos, não metálicos, inclusive o concreto) por meio de uma ação química, eletroquímica, física, físico-química ou biológica, natural ou intencional, começando pela superfície.

3.9 Durabilidade

Capacidade de uma estrutura, componente, produto ou construção de manter sua aptidão funcional para aquilo que foi projetada ou construída, durante um tempo mínimo especificado.

3.10 Especificações técnicas

Conjunto de características que descrevem os materiais, produtos, serviço, processos e sistemas por meio de propriedades mecânicas, forma, dimensões, desempenho, procedimentos, desenhos, etc., inclusive no tocante à qualidade, montagem, transporte, estocagem, etc.

3.11 Executante

Pessoa jurídica legalmente habilitada e contratada pela COPASA MG, para execução de construção, reforma ampliação, inspeção, manutenção, reabilitação e recuperação de Estruturas em Concreto Armado para obras de saneamento.

3.12 Fiscalização

Ação contínua exercida pela COPASA MG, objetivando verificar a execução de todas as etapas de uma obra ou serviço, de acordo com o projeto. Pode ser exercida diretamente pelo contratante ou, sob a supervisão deste, através de terceiros, seus prepostos. A Fiscalização envolve todas as atividades de: gerenciamento de contrato, supervisão, acompanhamento, controle e aceitação e recebimento da obra de Estruturas em Concreto Armado para obras de saneamento.

3.13 Juntas de concretagem

Superfícies formadas pelo contato direto de concreto de idades diferentes, devido à interrupção da concretagem.

3.14 Juntas de dilatação

Qualquer interrupção do concreto com a finalidade de reduzir tensões internas que possam resultar em impedimentos a qualquer tipo de movimentação da estrutura, principalmente em decorrência de retração, (cargas de água ou esgoto), ou queda da temperatura.

3.15 Memorial descritivo e justificativo

Documento elaborado pelo projetista, descrevendo a obra e sua finalidade, no qual são explicitadas as condicionantes de todos os itens do projeto e justificada a escolha da concepção da estrutura. Não obstante, estabelece as condições técnicas mínimas a serem obedecidas na execução das obras e serviços projetados, fixando os parâmetros mínimos a serem atendidos para materiais, serviços e equipamentos, e constituirão parte integrante dos contratos de obras e serviços da COPASA MG.

3.16 Memorial de cálculo

Memória dos cálculos feitos pelo projetista, na qual constam o esquema estrutural, as cargas consideradas, a determinação dos esforços solicitantes e o dimensionamento.

3.17 Método executivo

Procedimento de execução elaborado pelo projetista, como sugestão ou exigência, que melhora ou viabiliza, respectivamente, a execução de serviços pertinentes à obra, face às considerações do projeto. No método executivo pode constar, entre outros, o plano de concretagem e os cronogramas de carregamento e de montagem.

3.18 Plano de concretagem

Cronograma, produção, logística e forma de lançamento do concreto, que considera os volumes a concretar e o tempo necessário, bem como os intervalos a serem observados nas concretagens sucessivas, o mapeamento com a identificação das peças a serem concretadas para rastreamento futuro, os prazos para cura, condições e determinações de prazos para descimbramento e desforma, etc.

3.19 Projetista

Equipe constituída de engenheiro sanitaria, arquiteto, geólogo, engenheiro geotécnico, engenheiro especializado em estruturas, hidráulica, hidrologia, mecânica e instalações em geral, e técnicos os quais trabalham conjuntamente na concepção e elaboração do projeto.

3.20 Projeto

Um projeto consiste num esforço temporário empreendido com um objetivo pré-estabelecido, definido e claro, seja criar e/ou aperfeiçoar um produto, um serviço e/ou processo. Tem início, meio e fim bem definidos, duração e recursos limitados, numa sequência de atividades relacionadas.

Um projeto é constituído de memoriais, especificações técnicas gerais e particulares, orçamentos, quantificações, métodos executivos e desenhos necessários à execução, a manutenção e utilização de uma obra. Subdivide-se em projetos de arquitetura, agrimensura, fundações, estrutura, hidráulica, elétrica, automação, mecânica, instrumentação e controle, etc., cada um podendo comportar 3 (três) fases interdependentes: estudos preliminares, projeto básico e projeto executivo.

3.21 Serviços

São atividades técnicas demandadas durante as fases de elaboração, execução e acompanhamento do desempenho do empreendimento ou na sua inspeção (perícia), manutenção ou reforma.

3.22 Tempo de manutenção da trabalhabilidade

Tempo decorrido entre o amassamento, primeiro acréscimo de água do concreto e sua aplicação final incluindo o adensamento, medido durante o procedimento.

3.23 Vida útil

Período de tempo, depois da construção, durante o qual todas as propriedades essenciais alcançam ou superam o valor mínimo aceitável, com uma manutenção de rotina.

Os parâmetros que limitam a vida útil podem ser técnicos, funcionais ou econômicos.

- a) a) técnicos: todos aqueles não relacionados com o uso da estrutura.
- b) b) funcionais: se referem à capacidade de uma estrutura para cumprir com o conjunto principal de funções para o qual foi projetada, tais como resistir às diversas ações.
- c) c) econômicos: relativos ao custo de manutenção necessária para que a estrutura siga em uso. Este é o estado limite de obsolescência definido de forma subjetiva.

3.24 Vida útil residual

Tempo de vida, contando a partir da inspeção, de acordo com uma previsão de vida útil.

4 Diretrizes para Elaboração de Projetos

4.1 Apresentação de projetos

Para o desenvolvimento e apresentação de projetos deve cumprir as orientações do documento da Área de Projetos da COPASA MG - "Diretrizes para elaboração de estudos e projetos".

4.1.1 O presente documento fornece diretrizes mínimas necessárias para a obtenção de um projeto condizente com sua utilização e que atenda as condições de qualidade exigidas pela COPASA MG.

4.1.2 Ainda que aqui não estejam transcritas, todo este trabalho foi elaborado respeitando-se as recomendações das Normas e Procedimentos Técnicos da COPASA MG, assim como das Normas Técnicas da ABNT.

4.2 Condições gerais

4.2.1 Considerando as especificidades a que estão expostas as unidades operacionais de saneamento, recomenda-se adotar, nos projetos estruturais, critérios que privilegiam aspectos favoráveis à durabilidade e vida útil dessas estruturas.

4.2.2 A durabilidade deve estar associada ao menor número possível de intervenções de manutenção e reparos, uma vez que a retirada de operação dessas unidades, ainda que

momentaneamente, acarretam não somente um elevado custo financeiro, como impacto político-social e prejuízos para o meio ambiente.

4.2.3 Ao se projetar estas estruturas, além da necessidade de atendimento aos Estados Limites Último Definido pela NBR 6118/2007, deve-se ter especial atenção nas verificações dos Estados Limites de Serviço.

4.2.4 As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto, e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil.

4.3 Condições específicas

4.3.1 Classe de agressividade e qualidade do concreto

4.3.1.1 A unidade a ser projetada deverá ser classificada, quanto ao grau de agressividade do ambiente em que será inserida, de acordo com a Tabela 1, sendo esta classificação informada no projeto.

Nota: Casos específicos deverão ser avaliados e previamente aprovados pela COPASA MG.

Tabela 1 - Classe de agressividade ambiental - (CAA)

Classe de Agressividade	Grau	Tipo de Estrutura
	I	Edificações em áreas rurais, blocos de ancoragem e estruturas de fundação. Mediante avaliação caso a caso, os elementos em contato com o solo poderão ser enquadrados em outra CAA.
	II	Edificações em áreas urbanas.
	III	Unidade para tratamento e armazenamento de água. (*)
	IV	Unidades para tratamento de esgoto.

(*) Apesar da NBR6118 recomendar um fck mínimo igual a 30 MPa para a Classe de Agressividade III, para essas unidades deve-se adotar um fck mínimo de 35 MPa para estruturas em concreto armado, conforme "Tabela 3 - Requisitos para concreto em condições especiais de exposição", da NBR12655 (2006) da ABNT.

4.3.1.2 Os projetos estruturais desenvolvidos para as unidades de concreto armado da COPASA MG devem adotar os valores indicados na Tabela 2.

Tabela 2 - Qualidade do Concreto

Parâmetros	Tipo	Classe III Unidade para Tratamento de Água	Classe IV Unidade para Tratamento de Esgoto
Relação a/c	CA ou CP	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de Concreto (fck)	CA ou CP	≥ C35	≥ C40
CA – Concreto Armado		CP – Concreto Protendido	

4.3.2 Cobrimento da armadura

4.3.2.1 A armação a ser projetada poderá ser tanto em barras isoladas como em telas soldadas. A solução a ser adotada deverá levar em conta o consumo final em massa, bem como em produtividade alcançada no canteiro de obras.

4.3.2.2 Os valores dos seus cobrimentos devem ser informados em todos os desenhos de armação e atenderem aos valores especificados na Tabela 3.

Tabela 3 - Cobrimento da Armadura

Estrutura	Componente ou elemento	Cobrimento Nominal
Classe III - Unidade para Tratamento de Água	Laje de Fundo	3,5 cm
	Paredes, vigas e pilares	4,0 cm
	Vigas superiores e face inferior da laje de cobertura.	4,5 cm
Classe IV - Unidade para Tratamento de Esgoto	Lajes superiores	4,5 cm
	Paredes, vigas e pilares e a laje inferior em contato com o terreno.	5,0 cm

4.3.3 Ações e cargas a considerar

4.3.3.1 Para efeito de dimensionamento da estrutura devem ser usadas as seguintes massas específicas:

- Água, esgoto bruto 1,00 t/m³;
- Lodo digerido, aeróbio 1,05 t/m³;
- Lodo digerido, anaeróbio 1,15 t/m³;
- Lodo de filtro a vácuo 1,20 t/m³.

4.3.3.2 As massas específicas dos materiais e as cargas consideradas em projeto, incluindo eventuais equipamentos destinados à operação da unidade, deverão ser registradas em desenho.

4.3.3.3 Todas as hipóteses de carregamento devem ser coerentes com a operação da unidade projetada.

Exemplos: 1) Tanques constituídos por dois septos devem ser consideradas as situações de carga em ambos os septos e em apenas um deles, alternadamente. 2) Reservatórios enterrados, onde os mesmos deverão ser projetados para suportar as cargas devidas ao líquido armazenado e ao solo contido, isoladamente, sem levar em conta eventuais alívios que um carregamento possa exercer sobre o outro. Durante o teste de estanqueidade, os reservatórios (tanques) poderão ser totalmente cheios. A parcela de carga devida ao enchimento acima do nível do extravasor poderá ser considerada como acidental.

4.3.3.4 Em casos de presença de água no subsolo, deve-se registrar, em desenho, o nível máximo considerado para a verificação de subpressão, cujo coeficiente de segurança mínimo à flutuação deverá ser de 1,2.

4.3.4 Disposições especiais de projeto

4.3.4.1 Para efeito da verificação do estado de fissuração do concreto, devem ser tomados os seguintes limites de abertura para estruturas hidráulicas:

- a) para as solicitações de utilização que acarretam tração em toda a seção:
 - no concreto aparente ou revestido: 0,15 mm;
- b) para as demais solicitações:
 - no concreto aparente: 0,15 mm;
 - no concreto com revestimento: 0,2 mm.

4.3.5 Aspectos construtivos

4.3.5.1 O tipo de estrutura a ser adotado em unidades de saneamento deverá, sempre que possível, permitir a inspeção visual das faces dos seus elementos.

4.3.5.2 O teto dos reservatórios fechados deverá ser projetado com lajes lisas, sem vigas.

4.3.5.3 O projeto dos reservatórios deve prever sempre o uso de chanfros ou mísulas armadas, com lado mínimo de 15 cm, no encontro entre paredes e entre paredes e laje de fundo. Obs.: (Mísulas armadas com os detalhes de encontro com a armadura das paredes e com o encontro com a armadura da laje inferior).

4.3.5.4 O projeto de reservatórios fechados deverá indicar o posicionamento dos tubos de ventilação (suspiros), adequadamente dimensionados pelo projeto hidráulico.

4.3.5.5 Reservatórios fechados deverão possuir, pelo menos, duas aberturas com tampas removíveis na laje de cobertura, de maneira a melhorar as condições de ventilação e iluminação para situações de inspeção e/ou recuperação estrutural.

Nota: A quantidade final de aberturas para inspeção deverá ser definida em comum acordo com o projeto hidráulico.

4.3.5.6 Para laje de cobertura, onde exista a possibilidade de acúmulo de água pluvial, deverá ser projetado um adequado sistema de drenagem.

4.3.5.7 A face superior das lajes de cobertura dos reservatórios de grandes dimensões deverá possuir uma inclinação mínima de 1,0%, para facilitar o escoamento de água pluvial.

4.3.5.8 Deverão ser considerados dispositivos para a proteção térmica da laje de cobertura de reservatórios. Sempre que esta proteção for feita através de uma camada de pedra britada, esta deverá ser do tipo não calcária para se evitar a perda de percolação da água devido as reações do calcário, possuir uma espessura mínima de 8 cm, e a contenção lateral deverá ser em concreto armado.

4.3.5.9 Em unidades destinadas ao armazenamento de líquidos e que possuam um fechamento superior, todas as faces dos elementos em concreto, situadas acima do nível médio operacional de enchimento, deverão receber proteção impermeabilizante contra o efeito de gases e suas reações. Esta proteção não implicará em adoção de uma Classe de Agressividade Ambiental mais suave, muito menos em redução dos valores dos cobrimentos das armações.

Nota: O produto impermeabilizante utilizado nesta proteção deverá ser previamente aprovado pela COPASA MG.

4.3.5.10 O projeto de reservatórios apoiados ou apoiados e semienterrados deverá registrar em desenho a necessidade da execução de um sistema de drenagem, abaixo da laje de fundo, direcionado a poços secos, com a finalidade de alertar para eventuais vazamentos (Poços de monitoramento de vazamentos).

4.3.5.11 Caixas extravasoras em concreto posicionadas próximas à laje de cobertura de reservatórios podem dificultar sua inspeção interna. Como alternativa, e em concordância com o projeto hidráulico, poderão ser adotados extravasores constituídos pela própria tubulação.

4.3.5.12 Em estações de tratamento de esgoto, a laje perfurada dos filtros biológicos percoladores deverá ser constituída de elementos pré-fabricados, visando tanto à facilidade de execução quanto eventuais serviços de manutenção durante o período operacional da unidade.

4.3.5.13 O projeto de Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente deverá prever uma passagem provisória na laje de cobertura, com o objetivo de permitir a colocação das coifas dos separadores trifásicos no seu interior.

4.3.5.14 Sempre que possível elementos pré-fabricados, com necessidades frequentes de remoção, tais como tampas, não deverão ser executados em concreto. Em função dos valores de cobrimento da armação a serem atendidos, a espessura e, conseqüentemente, a massa final destes elementos dificulta seu manuseio, comprometendo os trabalhos de operação da unidade.

4.3.5.15 Em estruturas de reservatórios, as fissuras de flexão deverão ser compatíveis com a estanqueidade requerida, não podendo exceder o valor de 0,15 mm, conforme item 4.3.4 desta Norma.

4.3.5.16 Em estruturas com exigências de estanqueidade, o espaçamento entre eixos de barras distribuídas de armação deverá ser limitado a um máximo de 15 cm.

4.3.5.17 Armaduras de combate à retração hidráulica deverão ser previstas sempre que necessário. Os desenhos de armação deverão conter todos os dados necessários à fabricação de cada posição detalhada, evitando informações genéricas, tais como: comprimentos corridos e comprimentos variáveis sem definição da forma de variação.

4.3.5.18 O detalhamento da armação deverá considerar a solução a ser adotada para passagens de tubulações, contemplando eventuais reforços que se fizerem necessárias.

4.3.5.19 O posicionamento das juntas de concretagem deve ser indicado no projeto e deve estar compatível com o detalhamento da armação. Em paredes de reservatórios em concreto, a primeira junta de concretagem horizontal deve ser indicada "no mínimo" 25 cm acima do topo do chanfro ou mísula projetado entre a laje de fundo e a parede.

4.3.5.20 O projeto deve registrar a recomendação para que a segunda etapa de concretagem seja iniciada após 48h, no mínimo, do término da concretagem da primeira etapa. Além das recomendações usuais de limpeza e tratamento da junta previamente à continuação da concretagem, pode ser previsto dispositivos mata juntas de impermeabilização, preferencialmente do tipo selante hidro expansivo (usado conforme instruções do fabricante), devido à maior facilidade de aplicação.

4.3.5.21 Quando julgadas necessárias pelo projetista, as juntas de dilatação deverão ser detalhadas com dispositivos mata juntas e selantes compatíveis com a movimentação prevista da estrutura. As regiões próximas a tais juntas são naturalmente mais vulneráveis a vazamentos e possuem, em geral, uma vida útil menor que a do restante da estrutura, sendo assim, o uso de juntas de dilatação deve ser restrito ao mínimo necessário.

4.3.5.22 Todos os equipamentos que possam transmitir vibrações danosas às estruturas devem ter fundação independente ou, quando não for possível, devem ser assentados sobre coxins amortecedores adequadamente dimensionados.

4.3.5.23 O projeto de blocos de ancoragem enterrados deverá prever a possibilidade da atuação do esforço a ser ancorado, antes do reaterro do solo escavado.

Nota: Esta situação ocorre quando são efetuados testes na linha de recalque com as valas ainda abertas.

4.3.5.24 Em estações elevatórias, o pilar de ancoragem deverá ter rigidez suficiente para absorver os esforços oriundos da carga a ser ancorada sem causar danos à tubulação e ao conjunto motobomba.

4.3.5.25 Em subestações, a chave elétrica pode gerar forte impacto sobre as paredes internas de meia altura. Sendo assim, o projeto estrutural, orientado pelo projetista elétrico, deverá prever mecanismos que minimizem seus efeitos.

4.3.5.26 O projeto de unidades que contenham monovias em estrutura metálica deve indicar o sistema de fixação das mesmas.

4.3.5.27 Para elaboração de projetos de fundação de reservatórios metálicos elevados e/ou apoiados, deve-se observar orientações constantes das Normas Técnicas T.188/_ e T.189/_ da COPASA MG e, da NBR6123 da ABNT.

4.3.6 Fundação

4.3.6.1 O projeto de fundação deve indicar os furos de sondagem de referência, registrando em nota a data de execução e o nome da empresa responsável pelo serviço.

4.3.6.2 Casos especiais devem ser analisados por um engenheiro especialista em geotecnia para definir o tipo de fundação mais adequada.

4.3.6.3 Em função do inerente grau de incerteza das características dos solos, de uma maneira geral, sugere-se o registro, em desenho, da necessidade de validação em obra, por parte de profissional competente, dos parâmetros adotados para o projeto da fundação.

4.3.6.4 Eventualmente, em situações especiais de grandes escavações com existência de água no subsolo ou proximidade de outras edificações, por exemplo, poderá ser necessário um projeto executivo específico, a ser desenvolvido por engenheiro especialista em solos.

4.3.6.5 Recalques de fundação, ainda que possam não comprometer a integridade física das estruturas hidráulicas, podem gerar danos às ligações das tubulações que nelas se apoiam, com consequentes vazamentos indesejáveis. Desta forma, a solução a ser adotada para a fundação deverá levar em conta não somente a capacidade de suporte do solo para as cargas aplicadas pela estrutura, mas também a limitação da estimativa de recalques a níveis compatíveis com o tipo de uso final da unidade.

4.3.6.6 Deve ser consultado, de forma a complementar as diretrizes referentes à fundação das unidades, o Volume IV - Levantamentos e projetos geotécnicos, das "Diretrizes para elaboração de estudos e projetos" da Área de Projeto da COPASA MG.

4.4 Desenhos do projeto estrutural

4.4.1 Informações a serem destacadas em desenho

4.4.1.1 Os desenhos do projeto estrutural devem atender ao Volume I - Diretrizes gerais, das "Diretrizes para elaboração de estudos e projetos" da Área de Projeto da COPASA MG.

4.4.1.1.1 Os quantitativos relativos aos consumos de concreto estrutural, concreto magro e área de forma deverão ser relacionados no projeto de forma, assim como:

- resistência do concreto (fck);
- módulo de elasticidade inicial (ECI);
- relação água/ cimento máxima, em massa;
- consumo mínimo de cimento por volume de concreto, conforme Tabela 4 (Tabela 2 da NBR 12655:2006 da ABNT), apresentada abaixo.

Tabela 4 - Consumo de cimento

Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (kg/m ³)	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360
CA - Concreto Armado		CP - Concreto Protendido			

4.4.1.1.2 O projeto de forma deverá registrar em nota a recomendação para que o agregado graúdo a ser utilizado na produção do concreto, seja preferencialmente:

- Brita calcária, para estruturas em contato com esgoto;
- Brita granítica ou gnáissica, para estruturas em contato com água.

5 Materiais do Concreto e Correlatos

5.1 Aço

5.1.1 Definição

A definição do aço é estabelecida pelo projeto estrutural e deve conter pelo menos as seguintes características, conforme expresso na NBR 7480 da ABNT:

- categoria: Determinada através da resistência característica de escoamento à tração (as barras de aço em CA-25 e CA-50, e os fios de aço CA-60);
- tipo: classificam-se como barras os produtos de diâmetro nominal 6,3mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação à quente sem processo posterior de deformação mecânica. Classificam-se como fios aqueles de diâmetro nominal 10,0 mm ou

inferior, obtidos a partir de fio-máquina por trefilação ou laminação a frio.

c) coeficiente de conformação superficial: estabelecido sempre que o seu valor for maior que o definido para a sua categoria.

5.1.2 Qualificação

a) o aço deve atender às especificações da NBR 6118 e NBR 7480 da ABNT;

b) antes de se iniciar o fornecimento deverão ser realizados ensaios de caracterização das propriedades físicas e mecânicas do aço, conforme os métodos NBRISO 6892, NBR 6153 e NBR 7480 da ABNT. A critério da fiscalização pode-se aceitar certificado de análise fornecido pelo fabricante, que comprove o atendimento às especificações;

c) somente após análise dos valores encontrados nos ensaios de caracterização e confrontados com os estabelecidos pela NBR 7480 da ABNT, é que se autorizará o fornecimento.

5.1.3 Recebimento

a) as partidas serão recebidas com a presença da fiscalização, que executará inspeção visual de modo a verificar o aspecto e a homogeneidade da partida;

b) devem ser rejeitadas as partidas cujas barras apresentem falta de homogeneidade de características, escamas, oxidação, esfoliações, graxas e lama aderentes, redução de seção e fissuras transversais;

c) a partida deve ser composta pelo fornecedor de forma a bem definir os lotes em toneladas para amostragem de acordo com o prescrito no item 6.3 da NBR 7480 da ABNT;

d) o número de exemplares por lote para ensaio e contraprova deve ser o prescrito no item 6.3 da NBR 7480 da ABNT;

e) os fios e barras, cordoalhas e telas soldadas devem atender às prescrições da NBR 7480 e NBR 7481 da ABNT, respectivamente.

5.1.4 Armazenamento

a) a fiscalização deve aprovar o local da descarga, assegurando a separação dos lotes, de acordo com o plano amostral definido na NBR 7480 da ABNT, para aquela partida. É importante que o depósito permita a fácil identificação dos lotes;

b) os lotes devem ser demarcados e sinalizados, seu lugar não pode ser alterado sem prévia autorização e presença da fiscalização;

c) as barras de aço devem ser depositadas sobre travessas de madeira, para evitar o contato com o solo. O solo subjacente deve ser firme, com leve declividade e recoberto com uma camada de brita. É recomendável utilizar-se depósito coberto;

d) o material depositado por longos períodos e sujeito à ação de intempéries deve ser inspecionado e, se necessário, submetido aos ensaios de caracterização, após se efetuar a limpeza das barras, eliminação de oxidações, carepas e outros materiais estranhos que possam comprometer a aderência da barra ao concreto.

5.1.5 Controle de qualidade

a) para cada lote de mesma categoria, classe, diâmetro e procedência, extrai-se uma amostra formada pelo número de exemplares determinados no plano de amostragem, definido pela NBR 7480 da ABNT;

b) as amostras deverão ser compostas com exemplares de, no mínimo 1,50m de comprimento, amarrados em feixes e perfeitamente identificados, contendo data da amostragem, categoria, classe, bitola e procedência do aço;

c) os exemplares serão submetidos aos ensaios estabelecidos na NBR 7480 da ABNT e os seus valores deverão atender aos limites especificados pela mesma:

- Ensaio de desbitolagem (massa real);
- Ensaio de tração (tensão de escoamento e ruptura, alongamento e coeficiente de estricção);
- Ensaio de dobramento;
- Ensaio de determinação do coeficiente de conformação superficial.

d) as barras soldadas devem atender às mesmas exigências especificadas para as barras não soldadas e a ruptura deve ocorrer fora da seção soldada.

5.2 Cimento

5.2.1 Definição

a) para definição do tipo de cimento, devem-se levar em consideração diversos fatores, tais como:

- Agressividade do meio (condições de exposição da obra);
- Controle de elevação da temperatura devido ao calor de hidratação;
- Características executivas da obra e o método executivo previsto;

b) não é recomendável o emprego de cimento de alta resistência inicial em concretos destinados a estruturas estanques, com exceção do tipo RS (resistente a sulfato);

c) para meios de fraca e média agressividade ao concreto, devem ser usados cimentos de alto forno, pozolânicos ou resistente a sulfatos;

Nota: Na falta destes cimentos pode ser usado cimento Portland comum ou cimento Portland composto, desde que a relação água/cimento seja reduzida de 10% em relação ao valor estabelecido.

d) para obras em meios de agressivos ao concreto, deve ser usado cimento resistente a sulfatos, ver Tabela 5 desta Norma.

Nota: Na falta deste cimento, podem ser usados cimentos que atendam as recomendações da NBR 5737 da ABNT.

Tabela 5- Parâmetros estabelecidos em função das condições e local de exposição

Local	Cimento	Consumo Mínimo
Estrutura em contato com água bruta, tratada e seus gases agressivos e estruturas em contato com o solo.	Todos os tipos, exceto o ARI.	320 kg/m ³
Estrutura para tratamento de água	CPII, CPIII (AF), CPIV (POZ), CPV (RS), resistente a sulfatos (RS).	320 kg/m ³
Estrutura em contato com esgoto e seus gases	CPII, CPIII (AF), CPIV (POZ), CPV (RS), resistente a sulfatos (RS).	360 kg/m ³
Parede diafragma	Todos os tipos, exceto em casos de lençol freático agressivo (considerar como esgoto).	360 kg/m ³
Tubulões	Todos os tipos	210 kg/m ³
Outras estruturas	Todos os tipos	270 kg/m ³

Nota: Somente com base no parecer técnico de um especialista em concreto, e com anuência do projetista, a Fiscalização poderá autorizar o emprego de cimento em quantidades diferentes daquelas apresentadas na tabela acima, especialmente superior a 360 kg/m³ de concreto.

5.2.2 Qualificação

a) devem atender às especificações da NBR 5732 (CPI e CPI-S); NBR 5733 (CP V-ARI); NBR 5735 (CP III); NBR 5736 (CP IV); NBR 5737 (RS) e NBR 11578 (CP II-E; CP II-Z e CP II-7) da ABNT;

b) na qualificação do cimento devem-se fazer ensaios prévios de amostras do material proveniente das fontes de produção ou, a critério da Fiscalização, apresentação

de certificado de qualidade fornecido pelo fabricante referente à análise do cimento produzido no período;

c) os ensaios de qualificação, para efeito de aprovação, devem ser efetuados em amostras coletadas conforme estabelecido na NBR 5741 da ABNT, e ensaiadas de acordo com a NBR 12654 da ABNT e a critério da Fiscalização, também poderão ser solicitados os ensaios contidos no item 4.1.2.4 da norma NBR 12654 da ABNT.

5.2.3 Recebimento

a) as partidas devem ser recebidas na presença da Fiscalização, que verificará a procedência, o tipo de cimento e o estado de conservação da embalagem; no caso de usina instalada na obra, conferir a temperatura no ato do recebimento para garantir que o mesmo esteja com temperatura menor que 55° C.

b) por ocasião do recebimento devem ser coletadas amostras do cimento para ensaios de caracterização, conforme estabelecido na NBR 5741 da ABNT, e realização dos ensaios descritos no item 4.1.3.2 da NBR 12654 da ABNT;

c) deve ser rejeitado todo cimento que apresentar sinais indicativos de hidratação.

5.2.4 Armazenamento

a) os lotes devem ser formados de acordo com a procedência, tipo, classe e idade do cimento, sendo, então, demarcados e sinalizados, de forma a permitir o seu uso pela ordem de chegada;

b) deve ser guardado em lugar abrigado de chuva e umidade excessiva e de fácil acesso à inspeção e identificação de cada embarque;

c) As pilhas devem ser colocadas sobre estrado ou "pallet" de madeira para evitar contato com o piso;

d) os sacos devem ser empilhados em altura de, no máximo, quinze unidades, quando ficarem retidos por período inferior a quinze dias ou em altura de, no máximo, dez unidades, quando permanecerem empilhados por período superior;

e) não haverá remanejamento das pilhas sem a presença da Fiscalização;

f) não deverão ser guardados no mesmo depósito do cimento: pó calcário, cal hidratada, pozolana ou aditivos;

g) o cimento recebido a granel deve ser estocado em silo estanque à água ou ao pó, provido de respiradouro com filtro para reter poeira, tubulação de carga e descarga além de janela de inspeção;

h) o silo deve estar munido de identificação onde conste: tipo, classe e marca do cimento estocado;



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 21/65

somente após conferência das características do cimento, relacionadas na Nota Fiscal que acompanha a entrega, será autorizada a descarga no silo correspondente.

5.2.5 Período de estocagem

a) o período máximo de estocagem de cimento em sacos é da ordem de 30 (trinta) dias, podendo ser aumentado para cerca de 60 (sessenta) dias em locais de clima seco, umidade relativa do ar inferior a 40% (quarenta por cento), ou reduzido para 15 (quinze) dias em climas com umidade relativa do ar superior a 70% (setenta por cento). No caso de ultrapassarem esses períodos deverá ser ensaiado o cimento;

b) o ensaio de perda ao fogo pode dar uma boa ideia da possível hidratação do cimento.

5.2.6 Aceitação final para utilização

Se, depois de aceito, o cimento apresentar qualidades alteradas por mau condicionamento pelo transporte em obra, pela insuficiência de proteção, ou, por qualquer outro efeito, embora munido de certificado, deverá ser rejeitado, não sendo permitida sua utilização e deverá ser retirado imediatamente da obra.

5.3 Agregados

5.3.1 Definição

a) os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, duráveis e limpos. Não devem conter substâncias que, por sua natureza e/ou quantidade, possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto;

b) o exame petrográfico do agregado pode fornecer indícios confiáveis sobre a natureza do agregado e de sua reatividade potencial com os álcalis do cimento, fenômeno que pode comprometer a durabilidade do concreto;

c) a homogeneidade, o volume e a distância do local de extração e produção também devem ser considerados na definição dos agregados.

5.3.2 Qualificação

a) os agregados devem atender às especificações da NBR 7211, NBR 12654 e NBR 12655 da ABNT;

b) na qualificação dos agregados é necessário executar ensaios prévios de amostras do material provenientes das fontes de produção ou, a critério da fiscalização, apresentação de certificado de qualidade fornecido pelo produtor onde conste os resultados dos ensaios definidos no item a);


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

- c) os ensaios de qualificação, para efeito de aprovação dos agregados, devem ser efetuados em amostras coletadas conforme o estabelecido na NBRNM 26 da ABNT e reduzidas para ensaios de laboratório segundo a NBR 9941 da ABNT. Devem ser analisadas de acordo com a NBR 12654 da ABNT, item 4.2.1.1 e 4.2.1.3. A critério da fiscalização, também poderão ser solicitados os ensaios contidos no item 4.2.2.;
- d) os ensaios de reatividade com os álcalis de acordo com a NBR 15577-1 a 15577-6 da ABNT.

5.3.3 Recebimento

- a) a fiscalização deverá assistir ao recebimento dos agregados, verificando sua uniformidade granulométrica, presença de impurezas orgânicas, argila em torrões ou material pulverulento, rejeitando os carregamentos que apresentarem padrões duvidosos;
- b) o agregado miúdo deverá ser natural, de grãos angulosos e áspero ao tato, ou artificial, proveniente do britamento de rochas estáveis. Deve-se evitar a predominância de uma ou duas dimensões, bem como ocorrência de mais de 4 (quatro) por cento de mica;
- c) serão obrigatoriamente utilizadas britas de gnaiss ou granito para estruturas em contato com água bruta ou tratada, e britas calcárias para estruturas em contato com esgoto, não sendo permitida permuta. Deverão ter forma normal, ou seja, 3 (três) dimensões espaciais da mesma ordem de grandeza e ser o mais homogêneas possível;
- d) por ocasião do recebimento serão coletadas amostras dos agregados para ensaios de caracterização, conforme estabelecido na NBR NM 26 da ABNT, e reduzidas para ensaios de laboratório de acordo com a NBR 9941 da ABNT. As análises serão efetuadas de acordo com a relação contida na NBR 12654 da ABNT, item 4.2.3.

5.3.4 Armazenamento

- a) para evitar o empoçamento de água ou contaminação com o solo, o armazenamento deverá ser feito em solo firme, com leve declividade, em local previamente aprovado pela fiscalização;
- b) o local de armazenamento deverá ser o mais próximo possível da central de concreto ou betoneira;
- c) agregados de diferentes procedências ou diâmetros deverão ser armazenados separadamente. Não existindo muro de separação a distância mínima entre os montes deverá ser de 1,5 m; e se possível, protegidos de excesso de sol ou de chuva;
- d) os depósitos deverão ser protegidos de enxurradas de águas pluviais;

- e) deve-se evitar segregação durante o lançamento nas pilhas. Apesar de muito cuidado sempre ocorre uma segregação. Logo, um cuidado consiste em procurar apanhar material desde a base até as partes mais altas das pilhas;
- f) devem-se tomar cuidados especiais para que não ocorra contaminação do agregado por óleo, graxas e materiais terrosos nas operações de carga e descarga;
- g) deverá ser previsto o local para descarga de material de qualidade duvidosa ou pelo menos aparentemente diferente do que está sendo utilizado.

5.3.5 Controle de qualidade

- a) o controle dos agregados é feito através de inspeções nos silos e por ensaios realizados em amostras colhidas com a NBR NM 26 da ABNT, item 3.2, ou sempre que haja aparente variação nas suas características;
- b) a frequência estabelecida na NBR NM 26 da ABNT, item 3.2, poderá ser alterada, a critério da Fiscalização se for constatada uniformidade nas características dos agregados fornecidos;
- c) devem-se recusar materiais que apresentem evidências visuais de afastamento das Normas;
- d) os agregados que estiverem cobertos de pó ou materiais lavados e que não satisfaçam as condições mínimas exigíveis de limpeza, deverão ser novamente lavados, ou então rejeitados;
- e) os ensaios de caracterização, para efeito de controle da qualidade dos agregados, serão os citados na letra d) do item 5.3.3(Recebimento).

5.4 Água

5.4.1 Definição

Em princípio, considera-se que toda água potável devidamente estabilizada e não apenas regularizada é aprovada para uso em concreto. Águas não potáveis que atendam aos requisitos da NBR 15900-1 a 15900-11 e das NBR 7215 e NM 65 da ABNT podem ser empregadas como água de amassamento e cura.

5.4.2 Qualificação

A água de amassamento do concreto deverá obedecer aos limites prescritos na Tabela 6, desta Norma.

Tabela 6 – Água para amassamento do concreto

Ensaio		Limites	
		NBR 15900	
pH		≥ 5	
Teor de sólidos totais		< 50000 mg/L	
Ferro (Fe)		----	
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)		< 2000 mg/L	
Cloreto (Cl ⁻)	CONCRETO	Simples	< 4500 mg/L
		Armado	< 1000 mg/L
		Protendido	< 500 mg/L
Eq. alcalino em Na ₂ O (0,658 x K ₂ O + Na ₂ O)		< 1500 mg/L	
Matéria orgânica		Mais clara que o padrão (< 0,03%)	
Presença de açúcar		< 100 mg/L	
Fosfatos; expressos em P ₂ O ₅		< 100 mg/L	
Nitratos; expressos em NO ₃		< 500 mg/L	
Chumbo; expresso em Pb ²⁺		< 100 mg/L	
Zinco; expresso em Zn ²⁺		< 100 mg/L	

5.4.3 Recebimento

Sendo o fornecimento da água efetuado através de caminhão-pipa, é necessário conhecer sua origem e características.

5.4.4 Armazenamento

a) antes de iniciar qualquer concretagem é necessário estocar quantidade suficiente de água para o amassamento do concreto e sua cura (aproximadamente 500 l/m³);

Nota: Não é permitido o início de qualquer concretagem se a condição acima não for atendida.

b) o armazenamento deve ser se possível, em tanques impermeáveis e cobertos;

c) deve-se também, impedir o contato direto dos operários, e não permitir a contaminação com óleos, graxas, sabões, detergentes ou outras substâncias estranhas.

5.4.5 Controle de qualidade

Em caso de dúvida, ou quando houver contaminação nas fontes já inspecionadas, deve-se coletar amostras e submetê-las aos ensaios comparativos estabelecidos na NBR 15900.

5.5 Aditivos

5.5.1 Definições

- a) somente será permitido quando previsto nas especificações ou quando justificado e aprovado previamente pela Fiscalização;
- b) na definição do tipo de aditivo deve-se levar em consideração a função, o efeito e a necessidade real de seu emprego;
- c) deverão, também, ser considerada a peça e as condições de execução da mesma;
- d) Não será permitido, em nenhuma hipótese, o uso de aditivos aceleradores à base de cloreto de cálcio em concreto armado ou estruturas que devam ser estanques;
- e) para efeito de classificação, podemos agrupar os aditivos como:
 - redutores de água;
 - retardadores de pega;
 - aceleradores de pega;
 - redutores de água e retardadores;
 - redutores de água e aceleradores;
 - redutores de água de amplo espectro (fluidificante);
 - redutores de água de amplo espectro e retardadores de pega (fluidificante-retardador);
 - aditivos polifuncionais;
 - aditivos superplastificantes;
 - aditivos hiperplastificantes.

5.5.2 Qualificação

- a) antes de iniciado o fornecimento, devem ser realizados ensaios de qualificação para verificação do atendimento aos requisitos das normas específicas para cada tipo: NBR 10908, NBR 11768 e NBR 12317 da ABNT (na ausência de normalização brasileira pertinente permite-se o emprego de normas estrangeiras);
- b) os ensaios deverão ser executados com os materiais empregados na obra e a dosagem do aditivo obedecerá ao indicado pelo fabricante;
- c) no concreto fresco devem ser realizados os seguintes ensaios:
 - consistência
 - tempo de pega

NBR NM 67;

NBR NM 9;



Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

- | | |
|---|--------------|
| – tempo de manutenção de trabalhabilidade | Procedimento |
| – massa específica | NBR 9833; |
| – teor de ar incorporado | NBR 9833; |
| – exsudação | ASTM-C 232; |
| – perda de abatimento | NBR 10342; |
- d) no concreto endurecido devem ser realizados os seguintes ensaios:
- | | |
|---|------------|
| – massa específica | NBR 9778; |
| – resistência à compressão axial | NBR 5739; |
| – resistência à tração por compressão diametral | NBR 7222; |
| – resistência à tração na flexão | NBR 12142; |
| – variações de comprimento | NBR 8490; |
- e) definido o aditivo para efeito de verificação posterior da uniformidade e equivalência dos lotes durante o fornecimento, devem ser realizados os seguintes ensaios, conforme NBR 10908 da ABNT:
- pH;
 - teor de sólidos;
 - densidade;
 - teor de cloretos.

5.5.3 Recebimento

- a) a Fiscalização deverá assistir ao recebimento do aditivo na obra, lembrando-se de verificar o prazo de validade do produto fornecido;
- b) a amostra média do aditivo, que representa o lote a ser testado, deverá ser ensaiada segundo as prescrições da NBR 10908 da ABNT, ou seja, de acordo com a letra e) do item 5.5.2;
- c) para o aditivo fornecido a granel (volume maior que 200 litros) será coletada uma amostra de 1 (um) litro para cada 2000 litros, sendo coletada nas partes superior, intermediária e inferior do recipiente de estoque;
- d) para tambores de 200 litros, deverão ser coletados volumes equivalentes a 100 ml de cada um. Será formada assim uma amostra média que represente 10 tambores;
- e) para aditivo fornecido em sacos, será coletado uma amostra de 100 g em cada um de um total de 10 sacos. Será formada assim uma amostra média que represente uma quantidade equivalente a 1000 kg.

5.5.4 Armazenamento

- a) o local deve ser aprovado pela fiscalização, ficando os aditivos abrigados das intempéries, umidade e calor;
- b) deve ser armazenado de tal forma que permita o uso em ordem cronológica de entrega e fácil distinção entre os tipos, para se evitar troca involuntária;
- c) o recipiente que contém o aditivo líquido ou pó (tambor, frasco, caixa ou tanque) deve ser verificado quanto à sua estanqueidade e integridade;
- d) a Fiscalização deve exigir a separação por lotes, de acordo com o tipo e procedência do aditivo;
- e) o prazo de validade dos produtos fornecidos pelo fabricante deverá ser verificado, evitando-se no controle de saída de estoque que o aditivo de entrada anterior seja aplicado posteriormente aos aditivos de entradas mais recentes.

5.5.5 Controle de qualidade

- a) somente após a análise e aprovação de cada partida de aditivo, amostrados de acordo com o item 5.5.3 e ensaiados conforme o item 5.5.2, letra e), será permitido o seu emprego. Por se tratar de ensaios muito específicos, a critério da Fiscalização, admite-se como válido o controle do fabricante, desde que devidamente documentado através de certificados de caracterização de cada partida;
- b) aditivos com idade superior a 6 meses de fabricação, devem ser necessariamente ensaiados para verificação de sua eficiência;
- c) aditivos com idade superior à data de validade serão rejeitados e retirados da obra;
- d) os operadores da central ou da betoneira deverão ser treinados e orientados sobre os cuidados no manuseio e dosagem correta dos aditivos.

5.5.6 Aceitação final para utilização

5.5.6.1 os aditivos estarão liberados para uso após verificação da marca, tipo, prazo de validade, condições de estocagem, ensaios de recebimento e aprovação da fiscalização.

5.5.6.2 a critério da fiscalização, os ensaios de recebimento poderão ser substituídos pelo certificado de ensaio do fabricante, de acordo com o item 5.5.5, letra a.

5.6 Juntas Elásticas

As juntas elásticas deverão atender, onde pertinente, às prescrições da NBR NM 7 da ABNT. As juntas elásticas podem ser do tipo:

- a) selante ou mastique;
- b) expansível nucleada estrutural;
- c) veda-junta com perfilado estrutural.

5.6.1 Selante ou Mastique

- a) sua utilização é recomendada para estruturas simples, submetidas à pressões de no máximo 0,2 MPa;
- b) quando não especificado outro valor no projeto, o selante ou mastique deve apresentar as seguintes propriedades e características:
- resistência mínima de ruptura à tração = 1,4 MPa;
 - alongamento mínimo na ruptura = 500%;
 - escorregamento = 2,0 mm;
 - envelhecimento = redução máxima de 20% na tensão e alongamento;
 - dureza Shore = 20 ± 5 ;
 - secagem ao toque = 8 ou 12 horas.
- c) as fendas ou sulcos a serem preenchidos pelo selante ou mastique devem ter proporção entre largura e profundidade entre 1:1 e 1:2, podendo ser empregado material de enchimento com a função de "limitador de profundidade" (corda, , tarugos de isopor com vários diâmetros fabricados com esta função específica), no fundo da fenda ou sulco, de forma a restringir a profundidade. As fendas ou sulcos terão, sempre, seção transversal retangular ou trapezoidal, nunca triangular;
- d) as superfícies precisam ser rigorosamente limpas e secas, sem poeira, graxas ou partículas soltas, com faces e bordas resistentes e regulares;
- e) as bordas serão protegidas com fita adesiva durante a aplicação do selante ou mastique, para obtenção de melhor acabamento. É recomendável, a utilização de "primer" compatível com o selante ou mastique.

5.6.2 Expansível nucleada estrutural

- a) é recomendada para estruturas submetidas a pressões entre 0,2 Mpa e 1,0 Mpa. É constituída de perfil básico com câmara elástica, fixado às bordas das peças com adesivo por meio de pressurização;
- b) quando não especificado outro valor no projeto, a junta elástica deve apresentar as seguintes propriedades e características:
- resistência mínima de ruptura à tração = 12 MPa;
 - alongamento mínimo na ruptura = 350%;
 - envelhecimento = redução máxima de 20% na tensão de ruptura e de 25% no alongamento de ruptura;
 - dureza Shore = 55 ± 5 .

c) o perfil deve ser confeccionado por policloropreno, com alta resistência química, mecânica e às intempéries;

d) o adesivo utilizado deve ser de natureza epoxídica, de alto desempenho, tixotrópico e com características que permitam perfeita adaptação à superfície aplicada.

Nota: É necessário garantir resistência química à oxidação e à corrosão; mecânica à abrasão e à flexão; e às intempéries;

e) a pressurização deve comprimir o adesivo, garantindo sua total aderência, evitando que a colagem do perfil seja solicitada mecanicamente durante o prazo de cura do adesivo, se houver contração das peças;

f) primeiramente, deve-se limpar e preparar o concreto nas áreas de adesão para remover nata de concreto, partes soltas ou contaminadas;

g) o processo básico de instalação deve seguir a seguinte ordem:

- preparar e limpar o substrato ou bordas em concreto.
- limpar o perfil e aplicar o adesivo no próprio perfil;
- pressurizar;
- remover o excesso de adesivo;
- liberar ao trânsito;
- aplicar o adesivo no concreto;
- instalar o perfil com a mesma largura da junta a 20°C;
- após a cura do adesivo (± 24 h), remover a válvula de pressurização.

5.6.3 Veda-Junta Tipo fugenband. ou Perfilado em PVC.

a) quando não especificado outro valor no projeto, os "veda-juntas" devem apresentar as seguintes propriedades mecânicas:

- resistência mínima de ruptura à tração = 15 Mpa;
- alongamento mínimo na ruptura = 250%;
- envelhecimento = redução máxima de 20% na tensão e alongamento na ruptura;
- dureza Shore = 80 ± 5 ;

b) a junta com perfilado estrutural estanque deve ser executada com cuidados especiais para que seja mantida a posição correta da veda-junta durante a concretagem e para que o concreto envolva completamente as abas da veda-junta;

c) deve-se posicionar a veda-junta entre grampos ou estribos especiais, nas barras da armadura ou nas formas; Manter cobertura de projeto ou seja, deve-se manter uma distância adequada entre o perfilado a armadura e a forma.



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 30/65

Nota: Não é permitida a perfuração da veda-junta para sua fixação. Evitar o contato entre o aço da armadura e da com perfilado/junta para não se criar vazios no concreto. Não se deve lançar o concreto diretamente sobre a veda-junta para não deslocá-la de sua posição. Lança-se o concreto ao lado da veda-junta com o cuidado de obter-se um preenchimento completo de ambos os lados da aba por vibração cuidadosa do concreto;

- d) é obrigatório proteger a veda-junta exposta à ação dos raios solares, quando prevista uma demora na sequência da concretagem por prazo superior a 30 dias;
- e) é obrigatório proteger a veda-junta do contato de materiais oleosos, graxos, betuminosos, ou solventes de plásticos;
- f) após a desforma, as juntas devem ser cuidadosamente limpas e a seguir vedadas interna e externamente com material selante e adesivo, que seja também, resistente à agressividade do meio;
- g) as veda-juntas devem ser contínuas. Soldas ou emendas podem ser feitas no local ou em bancada.

6 Concreto

6.1 Definição

- a) o tipo de concreto será definido pelo grau de agressividade ambiental a qual está submetida a estrutura. Este grau de agressividade é definido pela NBR 6118:2007 e NBR 12655:2006 da ABNT, conforme Tabela 1, desta Norma.
- b) sendo assim, os projetos estruturais desenvolvidos para as unidades de concreto armado da COPASA MG, que se enquadram nas condições explicitadas acima, devem adotar os parâmetros estabelecidos na Tabela 2, da Norma 12655:2006 da ABNT.
- c) para se obter um concreto dentro das especificações, levando-se em consideração a peça concretada, o local de aplicação, os aspectos de estanqueidade e durabilidade frente aos agentes agressivos, deverão ser obedecidos os valores estabelecidos na Tabela 6 desta Norma.
- d) outros parâmetros que devem ser levados em consideração na definição do concreto a ser utilizado:
- e) indicação da consistência do concreto que conduza a uma trabalhabilidade adequada às condições de lançamento e adensamento disponíveis;
- f) fixação da impermeabilidade necessária às condições ambientais da estrutura;
- g) fixação da resistividade necessária às condições ambientais da estrutura;
- h) resistências mecânicas necessárias;
- i) resistência aos ataques químicos dos produtos e de composições típicas de esgotos descritos nas Tabelas 7 e 8, desta Norma;

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159

j) tempo de manutenção da trabalhabilidade.

Tabela 7- Produtos para tratamentos de água

Produto	Fórmula	Dosagem máxima do produto (mg/l)
Cloreto férrico	$FeCl_3$	80
Sulfato de alumínio ferroso	$Al_2(SO)_4$	100
Ácido fluossilícico	H_2SiF_6	5
Cloro	Cl_2	6
Cal hidratada	$Ca(OH)_2$	20
Cal virgem	CaO	15
Fluossilicato de sódio	Na_2SiF_6	1,5

Tabela 8 - Composição típica dos esgotos domésticos

Parâmetros	Faixa (mg/l)
Sólidos totais	350 a 1200
Sólidos totais dissolvidos	250 a 850
Sólido total dissolvido fixo	145 a 525
Sólido total dissolvido volátil	105 a 325
Sólido em suspensão total	100 a 350
Sólido em suspensão fixo	20 a 75
Sólido em suspensão volátil	80 a 275
Sólidos sedimentáveis (ml/l)	5 a 20
DBO_5 a 20° C	110 a 400
Carbono orgânico total	80 a 290
Demanda química de oxigênio	250 a 1000
Nitrogênio total (como N)	20 a 85
Nitrogênio orgânico (como N)	8 a 35
Amônia livre (como N)	12 a 50
Nitritos (como N)	0 a 0
Nitratos (como N)	0 a 0
Fósforo total (como P)	4 a 15
Fósforo orgânico (P)	1 a 5
Fósforo inorgânico (P)	3 a 100
Cloretos	30 a 100
Alcalinidade (mg/l $CaCO_3$)	50 a 200
Gorduras	50 a 150

6.2 Qualificação

6.2.1 Após definição do tipo de concreto a execução do mesmo obedecerá a todas as condições gerais estabelecidas nas especificações e relacionadas à boa técnica de execução e ao atendimento das Normas Brasileiras: NBR 6118, NBR 12654 e NBR 12655 da ABNT. Dever-se-á, também, obedecer às condições específicas enunciadas a seguir, relativas à execução de estruturas hidráulicas bem como todas as estruturas auxiliares em contato permanente com a água:

a) absoluta estanqueidade

- O executante 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 independente da aplicação posterior de sistemas de proteção superficial de qualquer natureza, se apresente sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, como por exemplo, através de:

- porosidade ou segregação no concreto;
- juntas de concretagem;
- trincas;
- interface entre concreto e tubulações;
- juntas de dilatação;

b) durabilidade:

- A resistência do concreto armado ou protendido a ambientes agressivos está intimamente ligada aos seguintes principais fatores:

- cobrimento das armaduras, com especial atenção para a face inferior da laje de cobertura, onde a agressividade do meio é maior;
- relação água-cimento, pois quanto maior a quantidade de água, maior a porosidade do concreto;
- tipo de cimento e consumo mínimo por m³;
- qualidade dos agregados, sendo que os de origem cristalina são, em geral, os mais resistentes;
- adensamento adequado;
- cura bem feita que combata e evite o fissuramento do concreto;
- qualidade da superfície e estanqueidade das formas. Formas lisas e estanques resultam numa superfície menos porosa do concreto;
- revibração em concretagens com grandes áreas exposta e sujeitas a forte insolação e ação de ventos.

c) trabalhabilidade:

- indicar a consistência ideal do concreto para o tipo de peça a ser concretada, definida e controlada pelo ensaio de abatimento "slump- test";
- indicar a consistência medida pelo espalhamento do cone invertido;
- indicar a dimensão máxima característica do agregado, que deverá ser compatível com as dimensões das peças e com a disposição dos ferros da armadura, além de obedecer a NBR 6118 da ABNT;

Nota: A falta de trabalhabilidade provocada pela adoção de baixa relação água/cimento poderá ser compensada, com aprovação da Fiscalização e sem ônus para a COPASA, pelo uso de aditivos superplastificantes que, após ensaios de desempenho, fique comprovada esta característica e não se constate influência negativa do mesmo sobre a qualidade final do concreto.

6.2.2 O concreto para "Block Outs" deverá seguir as devidas recomendações:

- a) fck igual ao da peça que o contém e será lançado depois que as peças a serem embutidas tenham sido instaladas e inspecionadas quanto ao alinhamento e tolerâncias;
- b) subcamadas terão 0,30 m de espessura, no máximo;
- c) atenção especial será dada ao preparo das formas, concretagem e uso dos vibradores nos "block outs" a fim de que sejam evitados deslocamentos e distorções dos ítems embutidos;
- d) o diâmetro do agregado não deverá ser superior a 19 mm;

Nota: Para uso dos agregados com tamanho maior que o mencionado será necessário para aprovação da Fiscalização;

- e) se determinado pela Fiscalização, será adicionado aditivo expansivo ao concreto para reduzir a retração do mesmo;
- f) antes da instalação das peças embutidas, todas as superfícies de concreto, em contato com o concreto do segundo estágio, serão completamente escovadas ou apicoadas e tratadas com aplicação de jatos de água, para assegurar o máximo de aderência e serão mantidas úmidas por um período de 24 horas antes do lançamento do concreto do segundo estágio.

6.2.2.1 A qualidade do concreto deve estar sempre dentro das especificações, podendo a Fiscalização exigir a demolição de partes já concretadas, caso o concreto não atenda ao especificado.

6.3 Controle

a) o controle tecnológico será feito pelo Executante, por um ou mais laboratórios idôneos, tendo a Fiscalização absoluta prioridade no exame dos relatórios de quaisquer ensaios efetuados, bem como trânsito livre para supervisionar a elaboração dos ensaios;

b) a Fiscalização se reserva o direito de manter laboratório próprio de controle de qualidade da obra e de realizar ensaios adicionais, quando julgar conveniente, obrigando-se o Executante a proporcionar todas as facilidades necessárias para a execução deste controle (inclusive controle de corpo de prova) sem que isto acrescente qualquer ônus à COPASA MG;

c) a escolha dos laboratórios será em comum acordo entre a COPASA MG e o Executante. Serão efetuados, no mínimo, os seguintes ensaios:

- controle de resistência à compressão do concreto, em corpos de prova cilíndricos com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura ou 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, moldados e ensaiados segundo NBR 5738, NBR 5739 da ABNT;

- determinação do índice de consistência (slump- test) para cada coleta de amostras de concreto, destinada a ensaios de compressão, de acordo com a NBR NM 67;

- ensaios de caracterização dos constituintes do concreto, quando o mesmo for elaborado na obra obedecendo às recomendações de tipos e periodicidade citados nesta Norma e na NBR 12654 da ABNT;

- o plano de amostragem do concreto, para determinação da resistência à compressão e consistência, obedecerá às recomendações contidas na NBR 12655 da ABNT.

d) o executante se encarregará dos ensaios de controle tecnológico com a finalidade de:

- determinar propriedades e características dos materiais previstos para a preparação do concreto;

- executar, durante o período de construção, ensaios de rotina para controlar a qualidade do concreto e de seus componentes, e a sua correspondência com as especificações e detalhes do projeto;

- providenciar assistência e consultoria técnica, sempre que necessitada pela obra.

6.4 Dosagem

a) o estudo de dosagem será precedido pela análise dos constituintes do concreto de acordo com a NBR 12654 da ABNT;

b) a dosagem do concreto deverá atender às recomendações da NBR 12655 da ABNT;

Nota: Em nenhuma hipótese será permitida dosagem empírica;



Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

c) no estudo de dosagem deverão sempre ser considerados os fatores: resistência, durabilidade, proteção às armaduras, estanqueidade e trabalhabilidade compatível com a aplicação do concreto;

d) no cálculo da resistência de dosagem se levará em conta as condições de preparo do concreto: nível de controle, equipamentos e pessoal existentes na obra, para definição, de acordo com a NBR 12655 da ABNT, dos parâmetros de desvio-padrão a serem adotados no seu dimensionamento, conforme expressão a seguir:

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 \cdot S_d$$

Onde:

f_{cj} = resistência média do concreto à compressão, prevista para idade de j dias;

f_{ck} = resistência característica do concreto à compressão;

S_d = desvio-padrão da dosagem;

e) o desvio-padrão da dosagem, quando desconhecido (início de obra), será definido em função das condições de preparo do concreto definidas a seguir:

- Condição A:

- Aplicável às classes C10 até C80

O cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados.

$$S_d = 4,0 \text{ Mpa}$$

- Condição B:

- Aplicável às classes C10 até C25

O cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados medidos em massa combinada com volume.

- Aplicável às classes C10 até C20

O cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados medidos em volume. A umidade do agregado miúdo é determinada pelo menos três vezes durante o serviço do mesmo turno de concretagem. O volume de agregado é corrigido através de curva de inchamento estabelecida especificamente para o material utilizado.

$$S_d = 5,5 \text{ MPa}$$

- Condição C:

- Aplicável às classes C10 até C15

O cimento é medido em massa, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados e da determinação da consistência do concreto, conforme disposto na NBR 7223 da ABNT ou outro método normalizado.

Sd = 7,0 Mpa

Nota: Para os concretos da classe C, enquanto não se conhece o desvio-padrão, exige-se para os concretos de classe C15, um consumo mínimo de cimento de 350 kg/m³.

- a) f) quando o desvio-padrão de dosagem for conhecido, estabelecido em função da análise de 20 resultados consecutivos, de um mesmo traço, será o mesmo adotado para cálculo de resistência de dosagem, porém, em nenhum caso, o valor do desvio-padrão (Sd) adotado poderá ser menor que 2 MPa;
- b) g) o estudo de dosagem deverá ser executado com antecedência de modo que, antes da data prevista para o início da concretagem, se possa preparar uma amassada de concreto na obra, para comprovação e eventual ajuste do traço experimental;
- c) h) o procedimento de ajuste do traço experimental é dispensável quando se utilizar concreto produzido por empresas de serviços de concretagem ou quando já tenham sido na obra, elaborados concretos com os mesmos materiais e em condições semelhantes;
- d) i) o ajuste do traço experimental consiste na definição, nas condições de campo, da consistência e resistência real do concreto;
- e) j) o estudo de dosagem e o ajuste de traço deverão ser encaminhados à Fiscalização para aprovação final;
- f) k) definido e aprovado o estudo de dosagem deverá o mesmo ser obedecido rigorosamente, podendo sofrer alterações somente com autorização da Fiscalização;
- g) l) sempre que se fizerem necessárias alterações na dosagem, devido às mudanças nos materiais constituintes do concreto, ajuste da consistência e resistência à compressão ou proporcionamento dos agregados, deverá ser efetuado novos estudos de dosagem e encaminhado a Fiscalização para nova aprovação.

6.5 Mistura

O processo de mistura será definido em função das características peculiares de cada obra, tais como localização, dimensões do canteiro, volume de concreto e disponibilidades locais de mão-de-obra, materiais, equipamentos e suprimentos. Consideramos 03(três) processos gerais:

- a) 1º - mistura do concreto em betoneira estacionária na obra;
- b) 2º - mistura do concreto em central de concreto na obra;

c) 3º - mistura do concreto em central de concreto fora da obra, por empresa prestadora de serviços de concretagem.

6.5.1 A operação de mistura com betoneira estacionária na obra deve obedecer às especificações da NBR 12655 da ABNT e as descritas abaixo:

a) no projeto do canteiro devem ser indicados os locais do equipamento de mistura do concreto, dos silos e depósitos de materiais, que devem estar próximos entre si;

b) este local deve ser escolhido de modo a tornar mínimo o momento de transporte do concreto aos diversos pontos de lançamento;

c) antes de iniciar a operação de concretagem, o tambor rotativo da betoneira deverá se encontrar perfeitamente limpo e sem resquícios de materiais das betonadas anteriores;

- o tempo de mistura deve ser estabelecido de acordo com as especificações dos equipamentos, tendo como referência o tipo de misturador, velocidade e número de rotações.

- os ensaios de uniformidade serão feitos diretamente pela Fiscalização e o Executante deverá permitir o fácil acesso para retirada das amostras.

Nota: uma mistura homogênea deverá apresentar cor e consistência uniformes e 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 3,0 cm a média dos dois valores.

6.5.2 A operação de mistura do concreto em central de concreto na obra deve obedecer todas as especificações da NBR 7212 da ABNT e as descritas abaixo:

a) o funcionamento dos equipamentos da central, sua capacidade e seus profissionais de operação e controle do abastecimento serão vistoriados, avaliados e aprovados pela Fiscalização, que poderá mandar substituir qualquer equipamento julgado não satisfatório, ou qualquer elemento julgado desqualificado, por outro em condições de preencher sua função.

b) a balança de cimento e agregados, o medidor de água e o dosador de aditivos deverão ser aferidos a cada 6.000 m³ de concreto produzido ou a cada três meses, o que primeiro ocorrer.

6.5.3 A operação de mistura do concreto em central de concreto, fora da obra, por empresa prestadora de serviços de concretagem, deve obedecer às especificações da NBR 7212 da ABNT e as descritas abaixo:

a) a Fiscalização poderá manter um técnico na central de concreto para acompanhar a formulação dos traços preparados, com a finalidade de confirmar os dados fornecidos pela empresa;

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

- b) o transporte de concreto deverá ser feito através de caminhões betoneira;
- c) o prazo entre a saída da central e a conclusão do lançamento deverá atender ao tempo estabelecido pelos ensaios de dosagem experimental, e no máximo, inferior a 90 (noventa) minutos de transporte contado do início da mistura com a primeira adição de água até a entrega do concreto e inferior a 150 minutos da hora de início da mistura com a primeira adição de água e a conclusão do lançamento, salvo os casos previstos na NBR 7212 da ABNT ou quando se utilizar aditivos retardadores de pega. Nesse caso a empresa prestadora de serviços de concretagem deverá informar a marca, o tipo, a quantidade e o tempo máximo de ação do aditivo;
- d) a cuba do caminhão betoneira, durante o transporte, deverá girar entre um e dois RPM para manter a homogeneidade do concreto, evitando a sua segregação;
- e) o tempo de mistura na obra, momentos antes da descarga, será o mesmo definido nos tempos mínimos de mistura do concreto, Tabela 9, desta Norma;
- f) os caminhões deverão estar equipados com contadores de voltas e hidrômetros, para permitir a verificação das especificações;
- g) o não cumprimento de qualquer uma das exigências anteriores acarretará na devolução do concreto, sem ônus para a COPASA MG;
- h) em hipótese alguma, o concreto devolvido poderá ser redosado e entregue na obra;
- i) em nenhuma circunstância será permitida a descarga de concreto cujo início de pega já tenha ocorrido.

Nota: Qualquer que seja o processo de mistura adotado, em hipótese alguma, será permitida a mistura manual.

Tabela 9- Tempos mínimos de mistura do concreto

Capacidade da betoneira (m ³)	Tempo (minutos)	RPM (mínima)
2,3	2,0	13
3,8	2,75	13
4,6	3,0	13
7,6	4,0	13

6.6 Controle da qualidade

6.6.1 O controle da qualidade desde a fase anterior à mistura até o término do adensamento será feito através das seguintes verificações:

- a) controle de qualidade dos constituintes do concreto segundo a NBR 12654 da ABNT e as prescrições contidas nesta especificação;
- b) medidas das padiolas e suas quantidades para cada agregado em uso;


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

c) a temperatura dos materiais constituintes do concreto que devem estar dentro dos limites adequados para não afetar a resistência, nem provocar fissuração do concreto:

- Cimento < 55°C;
- Agregados < 45°C;
- Água < 35°C.

d) no caso de usinas gravimétricas, deve-se verificar se a massa definida para cada agregado corresponde a especificada pela dosagem;

e) não sobrecarregar a betoneira além de sua capacidade real e, periodicamente, verificar se o tempo da mistura está compatível com o especificado. Em caso de dúvidas, efetuar ensaios para verificação da uniformidade da mistura;

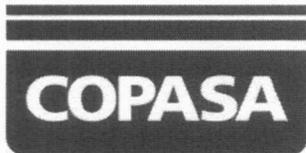
f) a quantidade de água, utilizada para o amassamento do concreto, será verificada de hora em hora, ou sempre que ocorrer variações significativas na umidade dos agregados;

g) não será permitida a adição de água após início da descarga, para correção da consistência do concreto, em decorrência de dosagem incorreta, variação de umidade ou tempo excessivo de mistura devido à demora no lançamento. Para correção de consistência poderão ser utilizados aditivos superplastificantes, que serão adicionados no caminhão betoneira antes da descarga do concreto.

h) o fornecimento do concreto deve ser 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. O tempo de trabalhabilidade deverá ser medido durante o lançamento de peças estruturais de grande volume.

i) a coleta de amostras, para efeito de controle de aceitação do concreto fresco e endurecido, obedecerá aos intervalos definidos na NBR 12655, e será destinada aos seguintes ensaios:

- Obrigatórios:
 - NBR 5738 - Moldagem e cura de corpos de prova de concreto;
 - NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto;
 - NBR NM 67 - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- Opcionais:
 - NBR 9833 - Determinação da massa específica, do rendimento e teor de ar pelo método gravimétrico;
 - NBR 9605 - Reconstituição do traço de concreto fresco.



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 40/65

j) A amostra destinada aos ensaios de controle deverá ser identificada com as seguintes informações para concreto misturado em betoneira estacionária, na obra:

- nome da obra;
- nome do Executante da obra;
- local e peça concretada;
- código de identificação do concreto;
- Resistência característica mínima;
- índice de consistência real;
- data e hora da moldagem;
- marca e tipo de cimento;
- graduação e tipo de agregado;
- número de corpos de prova;
- número da série;
- nome do moldador.

k) A amostra destinada aos ensaios de controle deverá ser identificada com as seguintes informações para concreto misturado em central de concreto, na obra ou por empresas especializadas:

- todas as informações anteriores;
- identificação do caminhão betoneira;
- início e término de descarga;
- demais ocorrências observadas durante a descarga: uniformidade, adição suplementar de água, temperatura e condições climáticas, etc.

l) o concreto, quando fornecido por empresa prestadora de serviços de concretagem, deverá vir acompanhado de um certificado do fornecedor, no qual deve constar:

- quantidade de cada componente do concreto;
- volume do concreto;
- hora de início da mistura;
- abatimento do tronco de cone (slump);
- resistência característica do concreto à compressão, quando especificada;
- aditivo utilizado, quando for solicitado;
- dimensão máxima do agregado graúdo;


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 41/65

- quantidade máxima de água a ser adicionada na obra;
- quantidade de água adicionada na central;
- identificação do caminhão-betoneira;
- menção de todos os demais itens especificados no pedido.

m) a periodicidade do ensaio de consistência será de:

- sempre que ocorrer alterações na umidade dos agregados;
- na primeira amassada do dia;
- ao reiniciar o preparo do concreto, após interrupção superior a 2 horas;
- na troca de operadores;
- a cada moldagem de corpos de prova.

n) em todo caminhão-betoneira de concreto, preparado por empresas de serviços de concretagem, será feito ensaio de consistência;

o) cada amostragem de concreto, para ensaio de resistência à compressão, será formada por 4 (quatro) exemplares, 2 (dois) para cada idade, e testados nas idades de 7 e 28 dias;

Nota: A critério da Fiscalização, em função do tipo especial de concreto ou necessidade da obra, poderá ser exigido um aumento no número de exemplares, para testes em outras idades.

p) considera-se como valor representativo da resistência à compressão do concreto o maior dos dois valores obtidos, para cada idade de rompimento;

q) o controle de qualidade do concreto através de ensaios de resistência à compressão deve ser feito dividindo-se a estrutura em lotes. Cada lote será formado por "n" amostras (mínimo de 6), com 4 (quatro) ou mais exemplares cada, coletadas aleatoriamente durante a operação de concretagem, Tabela 11;

r) em concretagens com volume de concreto de, no máximo, 10 m³ o número de exemplares do lote poderá ser de 2 a 5.

Tabela 10 - Limites para formação de lotes de concreto

Limites Superiores	Solicitação principal dos elementos da estrutura	
	Compressão ou compressão e flexão	Flexão simples
Volume de concreto	50 m ³	100 m ³
Nº de andares	1	1
Tempo de concretagem	3 dias	3 dias

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

Nota: Este período deve estar compreendido no prazo total máximo de 7(sete) dias que inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas.

6.7 Aceitação do concreto

6.7.1 Todo o preparo do concreto deve atender às especificações que constam do pedido. A aceitação desse pedido implica sempre em compromisso de atendimento a todas as especificações implícitas, como qualidade dos materiais, homogeneidade e integridade da mistura; e, também, às especificações explícitas, como a especificação pela resistência, pelo consumo ou traço, relação água/cimento, consistência, dimensão máxima, aditivos e outras.

6.7.2 O concreto poderá ser recusado caso não atenda a uma das condições estabelecidas por esta especificação ou aos critérios de aceitação definidos pela NBR 6118, determinados pela NBR 12655 da ABNT e através dos controles definidos a seguir:

a) Controle estatístico por amostragem parcial:

- os exemplares são retirados de algumas betonadas de concreto.
- as amostras devem ser de, no mínimo, 6 (seis) exemplares para os concretos do Grupo I (classe até C50, inclusive) e doze exemplares para os concretos do Grupo II (classe superior a C50), conforme define a NBR 8953 da ABNT;
- o número de amostragens por lote, em função da classe de resistência do concreto, devem ser no mínimo:
 - de 6 (seis), por lote para concretos do Grupo I, de classe até C50, inclusive;
 - de 12 (doze), por lote para concretos do Grupo II, de classe superior a C50.
- Para lotes com números de exemplares de amostragens $6 \leq n < 20$, o valor estimado da resistência característica à compressão ($f_{ck,est}$), na idade especificada, é dada por:

$$f_{ck,est} = 2 \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}}{m-1} - f_m$$

Onde:

$m = n/2$. Despreza-se o valor mais alto de n , se for ímpar.

f_1, f_2, \dots, f_m são os valores de resistências dos exemplares, em ordem crescente.

Notas: 1) Não se adotará para definição do $f_{ck,est}$ valor superior a $\Psi_6 \cdot f_1$. Os valores de $\Psi_6 \cdot f_1$ estão na Tabela 12 a seguir.

2) Admite-se a interpolação linear na escolha do valor de $\Psi_6 \cdot f_1$.



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 43/65

Tabela 11- Valores de $\Psi_{6.f_1}$

Condição de preparo	Número de exemplares (n)										
	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	≥16
A	0,82	0,86	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02
B ou C	0,75	0,80	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02

- lotes com número de amostragens $n \geq 20$

$$f_{ck,est} = f_{cm} - 1,65 \cdot S_d$$

Onde:

f_{cm} = resistência média dos exemplares do lote;

S_d = desvio padrão do lote para $n - 1$ resultados

- lotes com número de amostragens $2 \leq n \leq 5$

$$f_{ck,est} = \Psi_{6.f_1}$$

b) controle de resistência por amostragem total (100%):

- Adotado em casos especiais, a critério da Fiscalização. Não há, neste caso, limitação do número de amostragens e o valor da resistência característica estimada é dado por:

$$\text{para } n \leq 20 \quad f_{ck,est} = f_1$$

$$\text{para } n > 20 \quad f_{ck,est} = f_i$$

onde:

$i = 0,05 n$. Quando o valor de i for fracionário adota-se o número inteiro imediatamente superior;

c) aceitação ou rejeição do concreto no estado endurecido:

- a aceitação do concreto no estado endurecido é efetuada através da análise estatística da resistência à compressão do concreto amostrado e deve satisfazer a seguinte condição:

$$f_{ck,est} \geq f_{ck}$$

- em caso de rejeição, o Executante deve efetuar no local ou nos locais de aplicação deste concreto, sem ônus para COPASA MG e sob sua supervisão, ensaios não destrutivos: - Esclerometria, extração de testemunhos ou prova de carga. O resultado do ensaio deve ser confrontado com os obtidos no controle e com os índices fixados na especificação, se aprovados pela Fiscalização a estrutura estará aceita caso contrário

Wilton J. F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159

adotar-se-á, sem ônus para COPASA MG, os procedimentos definidos pela NBR 6118 da ABNT, a saber:

- consulta ao calculista para revisão do projeto estrutural, considerando os valores de $f_{ck,est}$ encontrados na amostragem em exame;
- aproveitamento da estrutura com restrições quanto ao uso ou carregamento;
- reforço da estrutura;
- demolição da estrutura.

7 Concretagem

7.1 Plano de concretagem

7.1.1 em princípio, a concretagem em cada camada ou estrutura deve ser contínua, sendo precedido pela execução de um plano de concretagem.

7.1.2 no plano de concretagem deve-se indicar:

- a) posição mais favorável das juntas de concretagem;
- b) ordem de concretagem das partes da estruturas; (Partes ou peças das estruturas, identificadas por números, letras, conforme o projeto e etc..)
- c) volume a concretar e duração da concretagem;
- d) equipamentos de mistura, transporte, lançamento, adensamento e pessoal necessário;
- e) traço mais adequado a cada parte da estrutura, assim como os traços especiais, como, por exemplo, os destinados aos locais de armadura muito densa;
- f) posições de janelas para concretagem em paredes e pilares;
- g) intervalo mínimo entre duas concretagens de partes contíguas;
- h) plano de desforma da estrutura;
- i) plano dos procedimentos de cura do concreto da estrutura.

7.1.3 Nas concretagens demoradas, em que haja risco de abalo a partes da estrutura com concreto em início de endurecimento, deve-se estudar a conveniência de usar aditivo retardador de pega, ou interrupção da concretagem.

7.1.4 nas concretagens em geral, devem ser adotadas as seguintes recomendações:

- a) intervalar as concretagens das partes contíguas de, no mínimo, 24 horas;
- b) iniciar a execução de forma de vigas e lajes, somente 24 horas após a concretagem do pilar;

- c) concretar as vigas dentro de uma única jornada, em seção total, abrangendo, se possível, 1/3 do vão da laje;
- d) concretar as lajes de fundo a partir dos cantos;
- e) concretar as vigas em geral a partir dos apoios.

7.2 Cibramento e Formas

7.2.1 o tipo, formato, dimensão, qualidade e resistência de todos os materiais utilizados para as formas serão de responsabilidade do Executante, e estarão sujeitos à aprovação da COPASA MG.

7.2.2 o cimbramento poderá ser metálico ajustável ou madeira encunhada. Deverá ter segurança à flambagem, sendo contraventado quando necessário, segundo a NBR 6118.

7.2.3 as madeiras para execução das formas terão, como características, elevado módulo de elasticidade, pequeno peso específico, sem ser excessivamente dura.

7.2.3.1 as formas terão como características:

- a) dimensões indicadas no projeto e resistência necessária para não se deformarem sob a ação dos esforços que vão suportar;
- b) contra-flecha (prevista) nas peças de grande vão;
- c) estanqueidade, com tábuas bem alinhadas;
- d) fendas cuidadosamente vedadas por papel ou fita adesiva;
- e) "janelas" próximas ao fundo nas formas de pilares, paredes e vigas estreitas e profundas;
- f) madeira adequada ao tipo de superfície desejada;
- g) sarrafos chanfrados de 25 mm nos cantos nas peças com dimensões inferiores a 30cm.

7.2.4 Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não deverá ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar deverão ser planas e normais ao eixo comum. Deverão ser empregadas sobre juntas em toda a volta das emendas.

7.2.5 Deverão ser tomadas precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitidas.

7.2.6 Os escoramentos serão apoiados sobre cunhas, caixas de areia ou outros dispositivos incompressíveis.

7.2.7 Cuidados especiais a serem considerados:

- a) usar obrigatoriamente desmoldante em toda a superfície das formas em contato com o concreto;
- b) projetar e executar as formas de modo que permitam o maior número de utilização das mesmas peças mantendo suas características originais;
- c) usar revestimento de tijolos ou concreto magro, como forma vertical, para estruturas abaixo do nível do solo ou contíguas a um paramento de terra em que, devido à consistência do terreno, haja risco de desmoronamento;
- d) sobrepor as formas remontadas ao concreto endurecido da camada anterior, pelo menos em 10 cm, e apertá-las contra o mesmo de maneira que, ao ser lançado o concreto, as formas não cedam e não permitam desvios ou perda de argamassa nas juntas de construção;
- e) devem ser utilizados dispositivos de vedação no pé do painel. (Isopor prensado, fitas impermeabilizantes, etc. ou colocação de argamassa de vedação);
- f) recobrir com papel, feltro, isopor, reboco fraco de cal e areia, simples pintura com cal ou pintura com piche, a face de contato entre muros ou pilares a construir com outros já existentes, a fim de impedir a ligação entre estes;
- g) em formas paralelas, não utilizar sistema de união das faces opostas, do tipo trespessante, que prejudique a estanqueidade da peça;
- h) não utilizar “barras perdidas” no travamento de forma porque aumenta a densidade do aço na peça concretada, podendo provocar danos ao concreto e facilitar a passagem de água pelo corpo da barra comprometendo a estanqueidade. O que garante o cobrimento da armadura são os espaçadores nela fixados. A barra garante o travamento da forma e a espessura homogênea (ao longo) da peça a ser concretada. Deve ser do tipo retirável. Deverá haver posteriormente o tamponamento total do furo deixado na peça pela barra retirável com o uso de argamassa/ Grout tixotrópico (s/ uso de forma) ou fluida (c/ uso de forma com cachimbo/janelas). Os custos destes serviços complementares são do contratado.
- i) caso o tempo entre a execução das formas e escoramentos, e a concretagem da estrutura ultrapasse 2 (dois) meses, empregar madeira cujo teor de umidade seja correspondente ao estado seco do ar;
- j) remover os resíduos combustíveis, limitar o emprego de fontes de calor e ter cuidado com instalações elétricas como prevenção a incêndio.

7.2.8 as formas metálicas devem ter as características, a seguir:

- a) leveza e resistência;
- b) alinhamento preciso do conjunto e rigidez, ao receber esforços verticais e horizontais;

- c) tratamento anti-corrosivo, suportando uso contínuo por prazo indefinido;
- d) flexibilidade, podendo ser utilizadas para concretagem de estruturas circulares, com raio mínimo de curvatura de 1,5 m;
- e) painel de ajuste, a fim de complementar qualquer folga inferior a 150 mm na estrutura das formas;
- f) cantos internos e externos, podendo executar estruturas de concreto formando ângulos de 90° e cantos chanfrados;
- g) possibilidade de executar o encontro de paredes em qualquer ângulo;
- h) uniformidade de textura das faces da forma.

7.2.9 O cimbramento metálico constituído de tubos deve ser galvanizado, imune à ação das intempéries, cal e cimento.

7.2.10 Deve apresentar duplo sistema de ajuste, sendo o graduado a cada 10 ou 15 cm e o milimétrico por meio de rosca.

7.2.11 Deve ser resistente, tendo capacidade de carga de acordo com sua altura.

7.3 Transporte do concreto

7.3.1 O sistema de transporte deverá, sempre que possível, permitir o lançamento direto nas formas, evitando-se depósito intermediário. Se ele for necessário, no manuseio do concreto deverão ser tomadas precauções para evitar segregação.

7.3.2 O transporte do concreto deve obedecer às condições tais que evitem a segregação dos materiais, a perda da argamassa ou pasta de cimento e a compactação do concreto por vibração.

7.3.3 O tempo decorrido entre o término da alimentação da betoneira e o final do lançamento do concreto na forma deve ser inferior ao tempo de pega, ainda que, para atender a esta condição, seja necessário fazer-se uso de retardadores de pega, para controlar o tempo de trabalhabilidade do concreto.

7.3.4 Têm-se dois tipos distintos de transporte:

- a) do local de produção à obra:
 - este transporte deve ser feito obrigatoriamente por caminhões betoneiras;
- b) do local de preparo ou de recebimento na obra ao ponto de lançamento:
 - não é permitida a utilização de carrinhos com rodas maciças ou que possam provocar segregação do concreto e perda de argamassa;

7.4 Preparação para lançamento do concreto

7.4.1 Nenhum concreto será lançado até que todo o trabalho de formas, de instalações

de peças embutidas, de preparação das superfícies do concreto/junta de concretagem (apicoamento, limpeza, saturação com água/umedificação, poliuretano expansivo e/ou veda juntas se forem indicados no projeto) de preparação das formas e de armação, colocação de espaçadores p/ garantirem o cobrimento da armadura de projeto, da limpeza de área a receber concreto novo, tenham sido aprovados pela Fiscalização.

7.4.2 Nenhum concreto será lançado em água. A água empossada deverá ser eliminada utilizando chupão de ar comprimido ou retirada por embebedimento de esponja ou saco de aniagem.

7.4.3 O concreto não ficará sujeito à ação de água até que tenha endurecido, salvo corte verde e/ou outras técnicas pré acertadas com a fiscalização.

7.4.4 Superfícies porosas nas fundações serão completamente umedecidas, de modo que a água do concreto fresco recém-lançado não seja absorvida.

7.4.5 Todas as infiltrações de água serão drenadas por meio de drenos de brita, ou cascalho, ou outros métodos aprovados pela COPASA MG.

7.5 Lançamento do concreto

7.5.1 O Executante manterá a Fiscalização informada a respeito das datas de lançamento do concreto.

7.5.2 O lançamento do concreto só será efetuado na presença da Fiscalização.

7.5.3 O concreto será lançado somente com tempo seco, a não ser que seja autorizado de outra forma pela Fiscalização.

7.5.4 A altura de queda livre não poderá ultrapassar 1,5 m. Em peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado através de "janelas", ou por meio de funis ou trombas/mangotes.

7.5.5 Em lançamentos que tenham de ser feitos a seco, deve-se tomar as precauções necessárias para que não haja água no local em que se lança o concreto, nem possa o concreto fresco ser por ela lavado.

7.5.6 Cuidados especiais deverão ser tomados quando o lançamento se der em ambiente com temperatura inferior a 10° C ou superior a 40° C.

7.5.7 Em caso de lançamento submerso, o concreto deverá ter, no mínimo, 350 kg de cimento por m³, ser de consistência plástica e levado dentro da água por tubulação, mantendo-se a ponta do tubo imersa no concreto já lançado.

7.5.8 Após o lançamento, o concreto não deverá ser manuseado para dar-lhe a forma definitiva.

7.5.9 Não se deverá lançar concreto submerso quando a temperatura da água for inferior a 5° C, estando o concreto com temperatura normal, nem quando a velocidade da água

superar 2m/s.

7.5.10 No caso de lançamento de concreto por intermédio de bombas, os equipamentos propulsores serão instalados em posições tais que não causem danos ao concreto já lançado, e os condutos serão colocados de modo a evitar a segregação do concreto nas formas.

7.5.11 O equipamento, sua disposição e sua capacidade deverão ser submetidos à aprovação da Fiscalização.

7.5.12 O lançamento do concreto deverá obedecer a seguinte sistemática:

- a) conferir as medidas, a disposição e o alinhamento das formas;
- b) limpar o interior das formas e vedar as juntas;
- c) molhar as formas até a saturação;
- d) lançar o concreto logo após o amassamento, não sendo permitido entre o fim deste e o lançamento, intervalo superior a uma hora. Em caso de agitação mecânica, esse prazo será contado a partir do fim da agitação. Com o uso de retardadores de pega, este prazo poderá ser aumentado de acordo com as características do aditivo;
- e) colocar o concreto em subcamadas contínuas, aproximadamente horizontais, e com espessura máxima de 0,50 m, a fim de que seja garantido o monolitismo entre subcamadas sucessivas;
- f) lançar o concreto, o mais próximo possível de sua posição final. A maior distância para ser espalhado por arrastamento é da ordem de 1,0 m;
- g) concretar as superfícies inclinadas das partes mais baixas para as mais altas. A consistência do concreto deve ser compatível com a inclinação, a fim de que seja evitada a segregação por gravidade;
- h) quando houver retenção de concreto ou argamassa pela armadura, deve-se providenciar sua remoção imediata e lançá-la no concreto a ser adensado.

7.6 Adensamento

7.6.1 É a operação que consiste em eliminar os vazios da massa de concreto, tornando-a mais compacta e, portanto, mais resistente, menos permeável e mais durável.

7.6.2 Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto (exceto o auto-adensável) deve ser vibrado contínua e energicamente por meio de equipamento apropriado. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto envolva completamente a armadura e atinja todos os recantos da forma, expulsando o ar. Observar o espaçamento e tempo de imersão da agulha do vibrador em função do seu diâmetro.

7.6.3 Devem ser tomadas precauções necessárias para que não se altere a posição da armadura, nem se formem ninhos de agregados.

7.6.4 O adensamento manual só é usado em emergência, quando ficar impossível a utilização do equipamento. Em casos que o adensamento venha a ser manual, serão obedecidas as seguintes descrições:

- a) as camadas de concreto não deverão exceder 20 cm;
- b) serão usadas barras de aço ou de madeira (soquetes);
- c) é exigido um abatimento do concreto da ordem de 70 a 80 mm para pilares e 60 a 70 mm para vigas e lajes;
- d) para o fundo de pilares, recomenda-se um abatimento um pouco maior, de 80 a 100 mm.

7.6.5 O adensamento mecânico deve ser usado mesmo em obras de pequeno porte. O adensamento mecânico com o vibrador de agulha deverá obedecer as seguintes regras gerais:

- a) as camadas devem ter espessura máxima de 50 cm;
- b) a vibração deve ser feita a uma profundidade não superior ao comprimento da agulha do vibrador;
- c) as distâncias entre os pontos de aplicação do vibrador devem ser da ordem de 6 a 10 vezes o diâmetro da agulha ($\pm 1,5$ vezes o raio de ação);
- d) a vibração deve ser evitada em pontos próximos às formas (menos de 10 cm);
- e) Colocar a agulha na posição vertical, mas caso não seja possível, incliná-la até um ângulo de 45°;
- f) sempre que se estiver vibrando uma camada, deve-se fazer com que a agulha atinja a camada subjacente, para assegurar a ligação entre as duas;
- g) o tempo de vibração depende de diversos fatores, como: frequência de vibração, abatimento do concreto, forma dos agregados e densidade da armadura;
- h) deve ser evitado o contato prolongado da agulha do vibrador com as barras da armadura.

7.6.6 A revibração do concreto consiste em tornar vibrar o concreto antes que se inicie a pega e depois de passado algum tempo do lançamento e do primeiro adensamento.

7.6.6.1 Quanto mais tempo decorrer até a revibração, dentro de certo limite, desde que o concreto ainda permita a introdução do vibrador, maior o efeito sobre a resistência, além da vantagem de se obter uma correção das consequências da exsudação, como a formação de fissuras de origem plástica, que podem ser eliminadas.

7.7 Retirada das formas e do escoramento

7.7.1 A retirada das formas e do escoramento só poderá ser feita quando o concreto se

achar suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzirem as deformações inaceitáveis, principalmente quando o concreto é solicitado com pouca idade.

7.7.2 Se não for demonstrado o atendimento das condições acima e não se tendo usado cimento de alta resistência inicial ou processo que acelere o endurecimento, a retirada das formas e do escoramento não deve se dar antes dos seguintes prazos:

a) faces laterais:

- paredes, pilares, vigas e arcos: 3(Três) dias

Nota: Na eventualidade da necessidade da retirada prematura de fôrmas o projetista deverá ser consultado.

b) faces inferiores:

- Vigas:

- Com pontaletes: 14 dias
- Sem pontaletes: vão \leq 10 m: 21 dias
vão $>$ 10 m: 28 dias

- Lajes:

- Com pontaletes: 14 dias
- Sem pontaletes: Espessura \leq 10 cm: 7 dias
Espessura $>$ 10 cm: 21 dias

- Arcos: 28 dias

Nota: Quando for permitido o uso do cimento ARI, poderão ser reduzidos os prazos de retirada do cimbramento a critério da Fiscalização.

7.7.3 A retirada das formas deve ser efetuada sem choques e obedecer a um programa elaborado de acordo com o tipo de estrutura. Quando as formas tiverem ligações metálicas internas, devem-se delas cortar e remover as partes que se acharem inseridas na região do cobrimento, conforme item 7.2.7 h desta Norma.

7.7.4 Quando a Fiscalização tiver dúvidas sobre a resistência de uma ou mais partes da estrutura, deverá exigir ensaios não destrutivos, retirada de corpos de prova "in situ" ou a realização de provas de carga.

7.7.5 Em hipótese alguma será permitido o uso de "formas perdidas" de madeira.

7.8 Cura

7.8.1 É o tratamento dado ao concreto durante o período de endurecimento e consiste em evitar a retração hidráulica nas primeiras idades do concreto quando sua resistência ainda é pequena.

7.8.2 A cura deve impedir não só a brusca saída da água evaporável do concreto, como a deposição de elementos agressivos diretamente sobre a superfície das peças nas primeiras idades.

7.8.3 Todo o concreto deverá ser curado e protegido por um método ou combinação de métodos aprovados pela Fiscalização.

7.8.4 O Executante deverá ter todos os equipamentos e materiais necessários para uma adequada cura do concreto, disponíveis e prontos para uso antes do início da concretagem.

7.8.5 A cura será iniciada logo após a pega e mantida durante 7 (sete) a 30 (trinta) dias conforme Tabela 12, desta Norma.

7.8.6 A cura pode ser feita das maneiras descritas abaixo:

a) Molhando-se continuamente as superfícies expostas ao concreto;

Notas: 1) a quantidade de água necessária à cura é indefinida.

2) a água utilizada será potável, sendo proibido o uso de água do mar ou de sub-solo, ricas em sais e outros agentes agressivos.

3) deve estar à temperatura de $\pm 10^{\circ}$ C em relação à da superfície do concreto, para evitar-se o choque térmico.

b) protegendo com tecidos de aniagem, papel ou por camada de areia mantida saturada;

c) lonas plásticas, geotêxtil, papéis betumados impermeáveis, mantidas sobre as superfícies expostas. Devem ser de cor clara para evitar o aquecimento do concreto e a subsequente retração térmica;

d) aplicando emulsões que formam películas impermeáveis sobre a superfície do concreto.

Nota: Neste caso, deve-se tomar cuidado com a aplicação, pois quantidades deficientes não asseguram a impermeabilidade necessária para a cura.

7.8.7 O tempo de cura deverá estar condicionado à atividade do cimento empregado, bem como às condições de exposição, aeração e insolação a que ficará exposta. É recomendável adotar os tempos mínimos apresentados na Tabela 12 a seguir:

Tabela 12- Tempo mínimo de cura

Tipo de cimento	Tempo de cura em dias
Portland comum	7 a 10
Alto forno	10 a 15
Pozolânico	20 a 30

7.9 Acabamento superficial

7.9.1 O acabamento do concreto fresco deverá ser feito com réguas de madeira apoiada nas guias mestras e, em seguida, executado um acabamento final com desempenadeira de madeira.

7.9.2 Nas cúpulas dos reservatórios, deverá ser executado um acabamento superficial por aplicação de uma mistura de cimento, areia, água e aditivo polimérico (PVA ou acrílico), com espessura máxima de 0,5 cm.

Notas: 1) Este acabamento deverá ser executado em conjunto com o desempenho do concreto fresco.

2) Em hipótese alguma será permitido o uso de revestimento de argamassa (chapisco e emboço) no concreto endurecido.

7.9.3 Todas as superfícies de concreto deverão ter acabamento liso, limpo e uniforme, e apresentar a mesma cor e textura das superfícies adjacentes.

Nota: Para evitar variações de coloração e textura, será empregado cimento de uma só marca e agregados de uma única procedência.

7.9.4 Não será permitida a introdução de vergalhões de fixação das formas através do concreto aparente, sem dispositivos apropriados de isolamento, previstos em projeto.

7.9.5 Concreto poroso e defeituoso deverá ser retirado e refeito, de conformidade com as determinações da Fiscalização.

Nota: O ônus pela retirada e reparo do concreto será de responsabilidade do Executante.

7.9.6 Todo serviço de reparo deve ser executado após inspeção da concretagem pela Fiscalização.

Nota: Todos os reparos deverão ser efetivados no prazo estabelecido pela Fiscalização.

7.9.7 Na superfície aparente da concretagem, a critério da Fiscalização, poderá ser feito o acabamento por fricção.

7.9.7.1 Esse será executado com pedra de carborundo, de aspereza média, esmerilhando as superfícies previamente umedecidas, até se formar uma pasta.

Notas: 1) A operação deverá eliminar os sinais deixados pela forma, partes salientes e irregularidades.

2) A pasta formada pela fricção deverá, em seguida, ser cuidadosamente varrida e retirada.

7.9.8 Fica proibida a execução de argamassa ou qualquer outro tipo de revestimento em estruturas concebidas em concreto aparente, sobretudo em estruturas hidráulicas, a exceção de reparos necessários, que devem ser aprovados previamente pela Fiscalização.

7.10 Juntas de concretagem

7.10.1 As juntas de concretagem também chamadas juntas secas ou de construção, ocorrem quando devido à paralisação prevista ou imprevista na concretagem, o concreto da última camada lançada iniciou a pega, não permitindo, portanto, que uma nova camada seja lançada e vibrada conjuntamente com ela.

7.10.2 Devem ser preferivelmente, localizadas nas seções de tensões tangenciais mínimas, ou seja, onde forem menores os esforços de cisalhamento, em posição normal aos esforços de compressão, como por exemplo:

- a) nos pilares devem ser localizadas na altura do fundo das vigas;
- b) nas vigas biapoiadas devem ser localizadas nos terços do vão;
- c) nas lajes devem ser localizadas no terço central entre os apoios;
- d) nos blocos devem ser localizadas na base do pilar;
- e) nas paredes bi-engastadas devem ser localizadas acima do terço inferior;
- f) nas paredes em balanço devem ser localizadas a uma distância do engastamento igual à largura da parede, no mínimo.

Nota: Não é permitida interrupção de concretagem entre a nervura e a mesa das vigas T e das lajes nervuradas.

7.10.3 As juntas devem ser verticais ou horizontais.

7.10.4 Nas peças de maior responsabilidade, deve ser indicada em projeto a posição e a direção do plano da junta, bem como a eventual necessidade de redentes e barras de ligação.

7.10.5 No caso de juntas de concretagem que ocorram em pontos críticos das peças estruturais, no que diz respeito às solicitações, deverá ser utilizado um adesivo estrutural para garantir melhor aderência e estanqueidade.

Notas: 1) no seu emprego devem ser obedecidas cuidadosamente as instruções do fabricante, devendo o novo concreto ser aplicado antes que o adesivo comece a endurecer.

2) para a obtenção dos índices mecânicos que permitam a especificação para a execução de processo de emenda, recomenda-se ensaios de cisalhamento em corpos de prova prismáticos ou através de descolagem de placas adjacentes coladas sobre lajes, arrancadas pela ação de macaco tórico, disposto entre topos das peças em ensaio de aderência.

7.10.6 Em casos especiais, para obter uma melhor emenda recomenda-se a aplicação de um filme de adesivo epóxico no local do contato, antes do lançamento do novo concreto.

7.10.7 Deve-se prever a limitação da parte superior de cada camada de concreto, feita com uma régua horizontal, de espessura igual à cobertura da armadura, que deverá ser retirada antes do lançamento da camada seguinte.

7.10.8 A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de agregado parcialmente expostos, a fim de se garantir boa aderência do concreto seguinte. Pode-se empregar quaisquer dos métodos seguintes:

- a) jato de ar e água após início do endurecimento;
- b) jato de areia úmida, após 12 horas de interrupção;
- c) apicoamento (ou picotagem) da superfície da junta, após 12 horas de interrupção no mínimo.

7.10.9 As superfícies devem ser mantidas úmidas e antes da concretagem deve-se proceder uma lavagem com água para remover todos os restos de concreto solto e poeira.

7.10.10 O concreto deverá ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando-se forma quando necessário.

7.11 Armadura

7.11.1 Não é permitido o uso, na obra, de aços diferentes daqueles especificados no projeto, sem aprovação prévia do projetista.

7.11.2 Quando previsto o emprego de aços de diferentes especificações, deve-se tomar precauções necessárias para evitar a troca involuntária.

7.11.3 Não é permitida a utilização de barras de aço que apresentem esfoliações, camadas ou fissuras, observadas principalmente nos locais de dobramento dos ganchos.

7.11.4 As barras devem ser limpas de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação.

7.11.5 Para proteger as barras de espera da corrosão, deve-se pintá-las com água de cal, nata de cimento ou polímero inibidor de corrosão.

7.11.6 As armaduras devem ser isoladas de eletrodutos metálicos.

7.11.7 O dobramento deverá ter os raios de curvatura previstos no projeto, respeitados os mínimos do item 9.4 da NBR 6118 da ABNT. Deve ser feito sempre a frio e nunca junto às emendas com solda.

7.11.8 As emendas devem ser feitas segundo as prescrições do item 9.5 da NBR 6118 da ABNT.

7.11.9 As emendas soldadas devem ser feitas por processos de eficiência garantida e controlada por ensaios de tração.

7.11.10 As barras soldadas devem suportar tensão mínima igual ou superior a 1,25 vezes a tensão limite de escoamento da barra não soldada de igual característica.

7.11.11 Devem ser previstas plataformas de serviços nos locais de passagem de pessoal e carrinhos, com o fim de evitar deslocamento da armadura.

7.11.12 O arame de amarração deve ser apropriado, de modo a garantir rigidez à armadura, sendo consagrado o uso do arame recozido nº 18, em fio duplo.

7.11.13 A armadura deverá ser colocada no interior das formas de modo que, durante o lançamento, se mantenha na posição indicada no projeto, conservando-se inalteradas as distâncias entre si e as faces internas das formas.

7.11.14 O concreto não poderá ser lançado antes que a Fiscalização tenha inspecionado e aprovado a colocação da armadura.

7.12 Pastilha, calços, espaçadores e separadores

7.12.1 Merece especial atenção a colocação de pastilhas, calços, espaçadores e separadores necessários para manter a armadura em posição.

7.12.2 As pastilhas, calços, espaçadores e separadores preferentemente, devem ser de plástico rígido, de superfície áspera e fixados às barras da armadura por pressão.

7.12.3 As pastilhas de argamassa forte de cimento e areia, mesmo que capazes de resistir ao esmagamento devido ao peso da armadura, não devem ser utilizadas.

Nota: As pastilhas de argamassa têm-se mostrado um ponto fraco por onde se inicia a corrosão do concreto e da armadura nas obras de saneamento, pois:

- a) não se adaptam à forma da barra da armadura e, via de regra, se esmagam ou se trincam;
- b) têm superfície lisa, às vezes com película, que dificulta a aderência ao concreto;
- c) quando no concreto ocorre a retração ou contração por queda de temperatura, deforma-se criando uma linha de percolação e propiciando o ataque da armadura pelos agentes agressivos.

7.13 Peças embutidas

7.13.1 As ancoragens, as tubulações ou as juntas de vedação devem estar convenientemente firmes à forma ou à armadura, para não se deslocarem na concretagem.

7.13.2 Devem ser limpas de graxa, óleo e poeira para garantia de boa aderência ao concreto.

7.13.3 As peças que atravessam paredes de reservatórios ou outras estruturas para as quais se deseja impermeabilidade devem ter superfície áspera ou corrugada e deverão ser pintadas com adesivo estrutural imediatamente antes da concretagem.

7.13.4 As peças metálicas embutidas parcialmente e destinadas à fixação de equipamentos devem ter a sua parte exposta protegida da corrosão, logo após a cura do concreto.

8 Reparos no Concreto

8.1 Superfície

8.1.1 Reparos no concreto são medidas adotadas para corrigir defeitos na superfície do concreto e falhas de concretagem, observadas após a desforma ou no ensaio de operação da estrutura.

8.1.2 A Fiscalização inspecionará a superfície do concreto e indicará os reparos a serem executados, podendo mesmo ordenar a demolição imediata das partes defeituosas para garantir a qualidade estrutural, a impermeabilidade, a durabilidade e o bom acabamento do concreto.

Nota: A execução de qualquer reparo é permitida, somente, depois da inspeção e liberação da fiscalização.

8.1.3 Todo reparo decorrente de falha construtiva será executado, com metodologias e materiais definidos por esta norma (graute, epóxi, etc.), sem ônus para a COPASA MG, devendo ser efetivado no prazo estabelecido pela Fiscalização e com aprovação da mesma.

8.2 Cobrimento

8.2.1 No caso de cobrimento insuficiente e exposição da armadura, adotar a sistemática a seguir:

- a) demarcação da área a reparar;
- b) remoção, de no mínimo, 2 cm do concreto ao redor da armadura e limpeza do local;
- c) aplicação de adesivo estrutural como ponte de aderência, na espessura máxima de 1,0 mm, sobre a superfície perfeitamente seca;

- d) aplicação de argamassa para reparos estruturais, especialmente dosadas, por gunitagem ou rufo (chapeamento);
- e) proteção da superfície contra ação de chuva, sol e vento;
- f) aplicação de segunda demão de argamassa para uniformizar a superfície, após 24 horas da aplicação da primeira demão;
- g) alisamento da superfície com desempenadeira metálica;
- h) proteção da superfície contra intempéries, usando-se verniz impermeabilizante, cobertura plástica ou camada de areia e molhando-a ininterruptamente durante 5 dias.

Nota: No caso de paredes e tetos, a espessura da camada de argamassa, em cada aplicação não deve exceder a 1,0 cm.

8.3 Segregação do concreto e/ou porosidade

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

8.3.2 A solução deve ser adotada, tendo-se em vista a extensão da falha, sua posição (no piso, na parede e no teto da estrutura) e sua influência na resistência ou na durabilidade da estrutura.

8.3.3 Para a recomposição da parte removida será adotado o mesmo procedimento usado no item 8.2 desta Norma.

8.3.4 Em função das dimensões obtidas, a Fiscalização deverá adotar a metodologia de reparo segundo a Tabela 14, abaixo:

Tabela 13- Metodologia de reparo

Região a ser reparada		Metodologia a ser utilizada
Profundidade	Área	
Até 3,0 cm	Qualquer	Argamassa para reparos especiais seca (tixotrópica) e socada sobre uma ponte de aderência epoxídica em sua primeira camada.
3 a 5,0 cm	Qualquer	Argamassa para reparos especiais seca (tixotrópica) e socada em camadas sobrepostas
5 a 8,0 cm	Qualquer	Argamassa para reparos especiais seca (tixotrópica) e socadas em camadas sobrepostas.
5 a 8,0 cm	> 600 cm ²	Concreto ou Graute com forma tipo cachimbo
> 8,0 cm	Qualquer	Concreto ou Graute com forma tipo cachimbo

8.4 Juntas de concretagem

8.4.1 As juntas de concretagem que apresentarem vazamentos serão reparadas nas faces internas e externas da estrutura.

8.4.2 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 8,0 cm. Recompôr o local com argamassa especial para reparos seca (tixotrópica) socada segundo critério estabelecido pelo fabricante.

8.5 Junta "fria"

8.5.1 Caso ocorram juntas frias, as mesmas deverão ser reparadas de acordo com os itens 8.3 e 8.4 desta Norma.

8.6 Vazamentos

8.6.1 Deve ser adotada a seguinte sistemática:

- a) demarcação, na parte externa e na parte interna, da área de infiltração;
- b) remoção da parte defeituosa;
- c) mesma sequência dada no item 8.4 desta Norma.

8.6.2 Dependendo da extensão da falha e de seu grau de porosidade, como opção, podem ser aplicadas várias demãos de pintura impermeabilizante à base de silicato ou de resina plástica, diretamente sobre a superfície interna.

8.7 Trincas ou fissuras

8.7.1 É necessário verificar se há movimento na trinca ou fissura e qual a amplitude desse movimento para escolha do material adequado para vedação.

8.7.2 Quando a trinca ou fissura pode ser transformada em junta elástica, adota-se a sequência:

- a) demarcação da área a tratar;
- b) abertura da trinca ou fissura, de tal modo que seja possível introduzir o material de vedação;
- c) introdução de cunhas de aço inoxidável, durante a amplitude máxima da trinca a fim impedir-se o fechamento;
- d) aplicação de material de plasticidade perene, fortemente aderente ao concreto. Esses materiais são elastômeros, cuja superfície de contacto com o ar se polimeriza, obtendo resistência física e química, mantendo, entretanto, a flexibilidade e a elasticidade;
- e) retirada das cunhas por ocasião da aplicação do selante.

8.7.3 Quando deve ser mantida a continuidade monolítica da estrutura, adota-se a seguinte sistemática:

- a) repetem-se a), b) e c) do item 8.7 desta Norma;
- b) aplica-se uma película de adesivo estrutural;
- c) aplica-se argamassa especial, semi seca, que permita adensamento por percussão, na qual se adiciona aglutinante de pega rápida e adesivo expensor.

8.7.4 Quando não há tensões a considerar e é desejado apenas vedar a trinca (Passiva), adota-se a seguinte sistemática:

- a) executam-se furos com broca de diamante ao longo da trinca, espaçados de 10 cm e executados até 5 a 6 cm de profundidade, sem atingir a armadura;
- b) cobre-se a trinca com um material adesivo, posicionando-se os tubinhos de injeção;
- c) injeta-se material selante adesivo (epóxi) com bomba elétrica ou manual, apropriada.

8.7.5 Injeções de espuma e de gel de poliuretano em fissuras ou trincas (passivas e ativas) para obtenção de estanqueidade em estruturas que trabalham com carga de água, carga de esgotos, carga de resíduos entre outros.

Antes da injeção deve se determinar a espessura da trinca ou da fissura, o grau de movimentação destas, a suas profundidades nas peças de concreto, as espessuras das peças de concreto a serem tratadas, as condições de acesso, a situação da unidade quando se refere à carga de água, esgoto etc.

- a) a área da fissura mapeada deve ser limpa e livre de partículas soltas, poeira, óleos e outros contaminantes com o uso de jato de água e/ou ar.
- b) executam-se furos inclinados a 45° com o espaçamento entre si igual a metade da espessura da peça a ser tratada e cuja profundidade seja calculada para cruzar e atingir a fissura a receber o material selante.
- c) instalação dos bicos de injeção.
- d) injeção de espuma de poliuretano a “contra carga” para eliminar o fluxo de água e posteriormente injeção de gel de poliuretano para selar a fissura ou a injeção de gel de poliuretano sem o fluxo de água. (Unidade sem carga e/ou fissura sem percolação de água) para o selamento da fissura. Geralmente são usadas bombas de injeção pneumáticas e em casos mais simples, bombas elétricas.

Obs. alguns fabricantes já produzem o poliuretano pré-dosado proporcionando a injeção única à “contra carga” ou com a unidade vazia.

- e) retirada de bicos e execução de acabamento com o uso de epóxi ou argamassa especial para reparos.

9 Medidas de proteção

9.1 Na fase de projeto

9.1.1 Projeto estrutural bem analisado, levando-se em conta todos os esforços oriundos de recalques diferenciais, deformação lenta, variação térmica, expansão e contração durante a hidratação, ficando excluída a possibilidade de trincas ou fissuras visíveis.

9.1.2 Projeto de fundações baseado em relatórios de sondagens com informações completas do subsolo, de modo a não solicitar o solo além da taxa admissível, evitando-se concentração de tensões e recalques excessivos.

9.1.3 Determinação dos agentes agressivos, de seu grau de agressividade e da ação simultânea de ações destrutivas como altas ou baixas temperaturas, correntes de fuga, abrasão, vibração, aeração diferencial e variação alternada das condições de exposição do concreto.

9.1.4 Especificação de tipos de cimento especiais e de aditivos apropriados, face aos agentes agressivos e ações destrutivas atuantes sobre o concreto.

9.1.5 Cobrimento suficiente da armadura em face das condições de exposição e dos agentes agressivos atuantes sobre o concreto.

9.2 Na fase de concretagem

9.2.1 Uso de pozolanas para inibição da reação do cimento com agregados de estabilidade duvidosa.

9.2.2 Drenagem permanente das águas agressivas ou rebaixamento do lençol freático permanentemente ou até ser providenciada a necessária proteção anticorrosiva.

9.2.3 Uso de forma e escoramentos robustos para excluir a possibilidade de deslocamento ou recalque da forma na fase de concretagem.

9.2.4 Dosagem do concreto com relação água-cimento requerido.

9.2.5 Uso de equipamentos adequados para mistura, transporte, lançamento e adensamento do concreto.

9.2.6 Cura aprimorada do concreto, sendo este um item cuja não observância pode tornar inúteis todas as outras medidas.

9.2.7 Desforma cautelosa, observando os prazos mínimos estipulados no item 7.7.

9.3 Na fase de pós-concretagem

9.3.1 Drenagem ou rebaixamento das águas agressivas superficiais ou subterrâneas.

9.3.2 Neutralização, por qualquer processo, dos agentes químicos e biológicos das águas do subsolo, como por exemplo:

a) diafragmas ou cortinas de interceptação;

- b) gelatinização do lençol freático circunjacente à estrutura;
- c) injeção de argila biologicamente ativa.

Nota: Nas quatro primeiras semanas após a concretagem, não deve ser permitida a atuação de agentes e de ações agressivas do meio sobre o concreto.

9.3.3 Nas obras enterradas, quando possível, o tratamento deve constar de:

- a) reparos de falhas na superfície do concreto;
- b) pintura impermeabilizante no concreto na área externa em contato com a umidade do terreno.
- c) reaterro compactado, deixando-se junto da estrutura de concreto uma massa impermeável de cerca de 1,00 m de espessura, constituída de argila.

9.4 Na fase de pinturas e aplicações

9.4.1 São aplicações destinadas a proteger a superfície da estrutura de concreto armado das intempéries, umidade, agentes agressivos ácidos e básicos, pelo revestimento dessa superfície com pinturas e membranas de revestimentos.

9.4.2 As especificações mínimas requeridas são:

- a) boa aderência ao concreto e às demãos anteriores da mesma aplicação;
- b) resistência a meios ácidos ou básicos;
- c) aplicação e material de custo razoável;
- d) evaporação dos solventes sem remanescência de óleos na superfície quando para uso em depósito de líquidos alimentícios ou de água potável.

9.4.3 No caso de pinturas elásticas devem ser observados:

- a) são constituídas à base de borracha clorada dissolvida em hidrocarbonetos, por isso, não aderem muito bem ao concreto liso, com eficiência duvidosa;
- b) indicadas para impermeabilização de fissuras ou trincas e estruturas sujeitas às pequenas deformações;
- c) são aplicadas depois de decorridos 30 dias da concretagem em três ou mais demãos sobre a superfície do concreto bem seca, limpa de poeira e graxa. A primeira demão deve constituir uma base diluída em solvente apropriado e que garanta boa aderência à segunda demão;
- d) aplicar as demãos sucessivamente, depois que a anterior esteja seca.

9.4.4 No caso de pinturas à base de epóxi, devem ser observados:

- a) apresentam muito boa aderência ao concreto, são muito resistentes aos ácidos e à abrasão;

- b) apresentam elasticidade suficiente para acompanhar o movimento de fissuras e trincas;
- c) indicadas para serviços muito importantes ou de pequena extensão, pois é de execução sofisticada e dispendiosa;
- d) o concreto deve ter 30 dias de idade, no mínimo;
- e) a superfície do concreto deve estar lixada, limpa de poeira e sem umidade, depois de ter sido lavada com uma solução própria para remoção de graxas e neutralização do concreto.

9.4.5 Tratamento impermeabilizante à base de óleo de linhaça, conforme indicado a seguir:

- a) requer o mesmo preparo indicado na seção anterior. O concreto deve ter 30 dias de idade, no mínimo;
- b) é indicada para proteção do concreto aparente sujeito à intempéries.

9.4.6 No caso de pintura de silicone deve ser observado o indicado a seguir:

- a) a superfície do concreto deve ser lixada e depois deixada bem limpa de poeira e graxas. A aplicação é feita por pintura ou por aspersão do silicone;
- b) é indicada para concreto aparente sujeito à intempéries, atuando como hidrófugo, cuja ação permanece por 2 anos.

9.4.7 Em aplicações e pinturas diversas, entre os vários tratamentos existentes, citam-se:

- a) saponificação;
- b) vulcanização;
- c) nata de cimento;
- d) membranas plásticas;
- e) membranas metálicas;
- f) aplicação de ceras e graxas parafínicas;
- g) pinturas à base de óleo, de verniz, de betume ou de alcatrão.

10 Recebimento da Obra

10.1 Recomendações a serem observadas na contratação

10.1.1 Deve-se prever nos documentos contratuais que o recebimento definitivo de uma estrutura de concreto de engenharia sanitária fique condicionado aos ensaios de carregamento, de estanqueidade e impermeabilidade da estrutura.

10.2 Recomendações a serem observadas no ensaio

10.2.1 Os métodos de ensaio devem ser compatíveis com as hipóteses de cálculo, e os carregamentos a serem aplicados nos ensaios devem ser fixados pelo projetista.

10.2.2 Os ensaios de estanqueidade devem ser feitos logo que a estrutura esteja em condições de receber carga, devendo para isso, estarem executadas as instalações para entrada e esgotamento da água a ser usada no ensaio.

10.2.3 As válvulas e quaisquer outros dispositivos e equipamentos devem ser operados por pessoal habilitado de modo a evitar manobras bruscas.

10.2.4 O enchimento e o esvaziamento devem ser feitos lentamente, devendo-se observar continuamente o comportamento da estrutura, os eventuais vazamentos das paredes e da laje de fundo.

10.2.5 É necessário que durante o enchimento e o esvaziamento, as operações sejam acompanhadas pelo Executante e pela Fiscalização.

10.2.6 Deve-se considerar, como pessoal auxiliar mínimo, um operador na entrada d'água, outro na saída da drenagem de fundo e mais um no controle dos vazamentos.

10.2.7 Qualquer vazamento anormal deve ser acusado e o ensaio imediatamente paralisado até que se tenha um parecer técnico do especialista.

10.2.8 No caso de estruturas de concreto sujeitas às agressões especiais e que necessitam ser revestidas, é vantajoso executar os ensaios antes da aplicação do revestimento, pois:

- a) revestimentos só devem ser executados sobre estruturas construtivamente perfeitas;
- b) facilita a execução de derivações, tomadas, tubulações de entrada e de descarga;
- c) as partes defeituosas serão postas em evidência por eventuais vazamentos;
- d) caso se produzam fissuras permanentes, pode-se eliminá-las mais facilmente;
- e) o concreto satura-se de água, o que limitará os riscos de fissuração por retração.

10.2.9 No caso de obras enterradas, sempre que possível e autorizados pelo calculista, os ensaios devem ser feitos antes do reaterro, por trechos ou partes tornados estanques por meio de tampões provisórios.

10.3 Recomendações a serem observadas no carregamento inicial de tanques e reservatórios

10.3.1 Encher os compartimentos, ou o reservatório, lenta e regularmente, de modo que os níveis máximos previstos sejam atingidos em 24 horas ou mais;

10.3.2 Manter os compartimentos em carga máxima durante 8(oito) dias, no mínimo;

10.3.3 No caso de compartimentos em bateria, enchê-los simultaneamente para que não haja sensíveis diferenças de nível entre os mesmos;



NORMA TÉCNICA

Projeto e Execução de Estruturas em
Concreto para Obras de Saneamento

N.º: T.175/3
Aprov.: 30/05/18
Subst.: T.175/2
Pag.: 65/65

10.3.4 No caso de compartimentos em bateria com níveis de operação diferentes, deve-se enchê-los simultaneamente ao nível máximo que cada um pode comportar, a fim de submeter toda a área de fundação ao carregamento máximo;

10.3.4 Esvaziar os compartimentos de modo alternado e inopinado, de modo a se verificar o comportamento das paredes intermediárias.

10.4 Constatações de vazamentos

10.4.1 Os vazamentos somente devem ser considerados 8(oito) dias após o enchimento da estrutura, no mínimo;

10.4.2 No caso de reservatórios de água, estes vazamentos não devem ser superiores a 250 cm³/dia/m² de superfície de contato da água com a estrutura;

10.5 Aceitação da obra

10.5.1 A estrutura será aceita quando atender o item 16 da NBR 6118 e os itens 10.1, 10.2, 10.3 e 10.4 desta Norma.

11 Disposições Finais

11.1 Cabe às áreas de Projeto, Obra e Operação da COPASA MG e às demais áreas afins o acompanhamento da aplicação desta Norma.

11.2 Esta Norma entra em vigor a partir desta data, revogadas as disposições em contrário.

11.3 Esta Norma, como qualquer outra, é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Divisão de Cooperação Técnica e Desenvolvimento Tecnológico - DVDT.

11.4 Coordenador da equipe de revisão desta Norma:

Identificação Organizacional			Nome do Responsável
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DMT	-	DVEX	Cleber Torres

11.5 Responsáveis pela aprovação:

Identificação Organizacional			Nomes dos Responsáveis
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DTE	SPDT	DVDT	 Wilton José Fonseca Ferreira
DTE	SPDT	-	 Patrícia Rezende de Castro