

# PROJETO EXECUTIVO

## MEMORIAL TÉCNICO

### ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMAMBAIA

#### IMPLANTAÇÃO DA 2ª ETAPA

REV 01

Piracicaba, 01 de Abril de 2016

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem a autorização dos autores.

#### Termos gerais:

---

Este documento contém as especificações técnicas dos serviços e materiais envolvidos na construção civil das unidades que fazem parte do escopo da Implantação da 2ª etapa da Estação de Tratamento de Esgoto ETE Samambaia no município de São Pedro/SP.

#### Dados do projeto:

---

Cliente:	SAAESP – Serviço Autônomo de Águas e Esgoto de São Pedro
Endereço:	Rua Malaquias Guerra, nº 37 - Centro - CEP 13520-000 - São Pedro/SP
Tel/Fax:	(19) 3481-8111
CNPJ:	05.211.356/0001-98
Título do documento:	Implantação da 2ª etapa da ETE Samambaia no município de São Pedro/SP
Autor(es):	Tiago de Mattos Seydell CREA 5061115692 SP Engenheiro Civil - Consultor Técnico
Data da elaboração:	01/04/2016
Contato:	STS Engenharia t: +51 (19) 99607-4632 <a href="mailto:sts.eng@uol.com.br">sts.eng@uol.com.br</a>

## SUMÁRIO

1	GENERALIDADES.....	4
2	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS DE CONCRETO, FUNDAÇÕES E EDIFICAÇÕES ...	5
2.1	FUNDAÇÕES E RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	5
2.2	ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	6
2.3	FORMAS PARA FUNDAÇÕES E SUPER ESTRUTURA - CIMBRAMENTOS.....	7
2.4	FORNECIMENTO, DOBRA E COLOCAÇÃO DE AÇO CA-50A E CA-60A.....	12
2.5	FORNECIMENTO, TRANSPORTE E LANÇAMENTO DE CONCRETO .....	16
2.6	REVESTIMENTOS, IMPERMEABILIZAÇÕES E PINTURAS. ....	22

## 1 GENERALIDADES

Estas especificações técnicas abrangem o fornecimento de serviços e obras específicos ao Lote 01 – Construção Civil, para a Estação de Tratamento de Esgoto Samambaia, em São Pedro - SP.

Nesta especificação, quando houver material indicado para determinado componente, deve ser entendido como preferencial e de padrão mínimo de qualidade aceitável pelo edital.

## 2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS DE CONCRETO, FUNDAÇÕES E EDIFICAÇÕES

A CONTRATADA deverá manter no canteiro de obras, um engenheiro residente (engenheiro civil) que será o responsável pelo desenvolvimento de todos os serviços e deverá prestar todas as informações necessárias ao corpo técnico da Fiscalização, quando solicitado.

### 2.1 FUNDAÇÕES E RESPONSABILIDADE TÉCNICA.

A solução de fundações preconizada neste Edital é do tipo direta, tendo em vista a baixa profundidade do subsolo e a presença de matacão, o que inviabiliza o uso de estaca cravada (estaca de concreto armado centrifugado) como alternativa de fundação para as unidades da ETE.

A Proponente será responsável pelo detalhamento do projeto de fundações de acordo com a solução referencial prevista neste Edital.

Deverá ser executada escavação até profundidade a ser confirmada pelo especialista em geotecnia e fundações. O solo local escavado poderá ser utilizado para execução da base de solo cimento desde que seja classificado como A1 ou conforme definição do especialista em geotecnia e fundações.

A liberação dos serviços geotécnicos será feita por engenheiro civil especialista em geotecnia e fundações, sob responsabilidade da Proponente.

O relatório de sondagens é apresentado no Anexo deste Edital, sendo que a Proponente deverá tomar conhecimento de seu conteúdo.

A execução do solo cimento será feito em atendimento às seguintes normas:

1. NBR 12253/1992 – Solo – cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento.
2. NBR 12254 – Execução de Sub-base ou base de solo-cimento.
3. Norma DNIT 143/2010 – ES

Deverá haver controle tecnológico da execução da camada de solo cimento independente do executor.

A espessura da camada de solo cimento deve ser considerada a partir da cota de apoio da sapata.

Unidade	Espessura da camada de solo cimento
Suporte da Peneira rotativa; Caixa de areia; Tanque de contato; Calha Parshall de saída; Escada hidráulica Bacia de contenção Prédio de Apoio Casa dos sopradores	1 m
Reator Anaeróbio – Aeróbio;	1 m

## 2.2 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Todas as estruturas de concreto armado deverão ser construídas de acordo com os respectivos projetos estruturais, atendendo às Normas Brasileiras atinentes, inclusive com relação aos agregados, cimento e água, além dos traços adotados.

As espessuras previstas nos projetos básicos deverão ser obedecidas, sempre vedado o emprego de elementos passantes pelas estruturas para fixação de formas, sob qualquer pretexto, e os recobrimentos mínimos preconizados deverão ser atendidos fielmente.

Os concretos utilizados nas obras deverão ter resistências mínimas de  $F_{ck} = 30 \text{ Mpa}$  ou  $F_{ck} = 25 \text{ Mpa}$ , conforme especificado em projeto, que poderão ser bombeados ou não. Também serão empregados concretos não estruturais, para enchimento e lastro.

Especificações mínimas:

- 1 Cobrimento das armaduras: 4,5 cm para contato direto com esgoto ou 3 cm, quando não há contato direto com o esgoto;
- 2 É obrigatório respeitar os cobrimentos das armaduras, utilizando pastilhas em argamassa de cimento e areia, confeccionadas com o mesmo traço da argamassa do concreto a ser utilizado, e com cura saturada em água por no mínimo 7 dias.
- 3 Executar controle tecnológico do concreto no mínimo por 7 dias.
- 4 Executar cura úmida do concreto por no mínimo 7 dias.

- 5 Após o término de cada concretagem prever um corte jateando água com equipamento de alta pressão (corte verde). Apicoar, lavar e saturar sem empoçamento o concreto por 2 horas antes da nova concretagem.
- 6 Utilizar formas, travamentos, espaçadores de armaduras (núcleo perdido) que garantam uma perfeita estanqueidade e alinhamento das formas.
- 7 Executar teste de estanqueidade, com água limpa, por no mínimo 14 dias. Somente após o teste, executar os aterros externos.
- 8 Tratar as possíveis fissuras que apareçam no teste de estanqueidade.
- 9 Especificação do concreto a ser utilizado visando um baixo calor de hidratação minimizando o efeito de retração, sua trabalhabilidade, adensamento, slump, estanqueidade, tratamentos de fissuras, tipo de cura, pinturas, impermeabilização, sistema de forma, deverão ter consultoria de profissionais da área.
- 10 Executar compactação mecânica no solo e 5 cm de concreto magro sob a base das peças em contato com o solo.
- 11 Implantação conforme o layout da ETE.
- 12 Nas obras de tanques, poços e afins, junto com a laje de fundo, concretar no mínimo 50 cm de parede.
- 13 Os insertes metálicos, eletrodutos e furações das demais instalações deverão ser locados em planta e em elevação contando com projetos específicos e liberados pelos profissionais antes da concretagem.
- 14 Executar impermeabilização de acordo com o previsto neste edital.
- 15 Regiões de aterro deverão ser executados com compactação mecânica em camadas de 20 cm e 95% do Proctor Normal, acompanhado pelo especialista em geotecnia e fundações.

Relação mínima de normas técnicas a serem obedecidas:

NBR 6118/2007 – Projeto de estruturas de concreto;

NBR 6120/1980 – Cargas para cálculo de estruturas de edificações;

NBR 6123/1988 – Forças devidas ao vento em edificações;

NBR 7480/1996 – Barras e fios de aço destinados à armaduras para concreto armado.

NBR 5738/1994 – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto.

NBR 5739/1994 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

## 2.3 FORMAS PARA FUNDAÇÕES E SUPER ESTRUTURA - CIMBRAMENTOS

As formas para estruturas aparentes, poderão ser executadas com chapas compensadas plastificadas. Alternativamente poderá ser feito o uso de formas metálicas, desde que com qualidade similar.

As formas nas fundações, poderão ser executadas em tábuas de madeira comum.

O tipo, formato, dimensão, qualidade e resistência de todos os materiais utilizados para o cimbramento das formas serão de responsabilidade do Executante, e estarão sujeitos à aprovação do CONTRATANTE. O cimbramento poderá ser metálico ajustável ou madeira encunhada, e deverá ter segurança a flambagem, sendo contraventado quando necessário, segundo a NBR-6118. As madeiras empregadas no cimbramento e nas adaptações para fixação das formas terão as mesmas características destas, com elevado módulo de elasticidade, pequeno peso específico, sem ser excessivamente dura.

Os cimbramentos das 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) contraventamentos adequados;
- d) apoios sobre estruturas de madeira ou placas metálicas adequadas para descarregamento dos esforços solicitantes;
- e) escadas de acesso para eventuais “janelas” de concretagem e para as áreas elevadas nas formas de pilares, paredes e vigas estreitas e profundas;
- f) madeira e demais materiais constituintes adequados ao tipo de esforços solicitantes previstos para a estrutura geral;
- g) sarrafos chanfrados de 25mm nos cantos.

Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não devera 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 sobrejuntas em toda a volta das emendas. 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. Os escoramentos serão apoiados sobre cunhas, caixas areia ou outros dispositivos incompressíveis. Caso o tempo entre a execução das formas e escoramentos, e a concretagem da estrutura ultrapasse 2 (dois) meses, deverão ser tomadas medidas construtivas para adequação das madeiras ao teor de umidade seja correspondente ao estado seco do ar. O cimbramento metálico constituído de tubos deve ser galvanizado imune de ação das intempéries cal e cimento. Deverá apresentar duplo sistema de ajuste, sendo o graduado a cada 10 ou 15cm e o milimétrico por meio de rosca. Deverá ser resistente, tendo capacidade de carga de acordo com sua altura.

### **Formas de madeira para fundação**



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 do **CONTRATANTE**. As madeiras para execução das formas terão, como características fundamentais, elevado módulo de elasticidade, pequeno peso específico, sem ser excessivamente dura, possuindo ainda:

- 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 25mm nos cantos.

Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não devera 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 sobrejuntas em toda a volta das emendas. 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. Os escoramentos serão apoiados sobre cunhas, caixas areia ou outros dispositivos incompressíveis, e deverão ser tomados os seguintes cuidados especiais:

- 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;
- c) usar revestimento de tijolos ou concreto magro, como forma vertical, para estruturas abaixo do nível do solo ou contíguas a um parâmetro 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 10cm, 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) 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 placas a construir com outros já existentes, a fim de impedir a ligação entre estes;

- f) em formas paralelas, se permitido pelo projeto, utilizar ferros redondos para unir as faces opostas das formas em sistemas especiais de travas, também usados como tirantes, dispensando cunhas, gravatas e escoras, como reforço à rigidez; se não for permitido o uso de ferros passantes, por razões técnicas, poderá ser adotado sistema de “porca perdida” ou outro que seja devidamente aprovado pela fiscalização;
- g) 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;
- h) remover os resíduos combustíveis, limitar o emprego de fontes de calor e ter cuidado com instalações elétricas como prevenção a incêndio.

Caso sejam empregadas formas metálicas, estas terão como características:

- a) leveza e resistência;
- b) alinhamento preciso do conjunto e rigidez ao receber esforços verticais e horizontais;
- c) tratamento anticorrosivo, suportando uso contínuo por prazo indefinido;
- d) Flexibilidade podendo ser utilizadas para concretagem de estruturas circulares, com raio mínimo de curvatura de 1,5m;
- e) painel de ajuste, a fim de complementar qualquer folga inferior a 150mm 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.

### Formas de madeira para estrutura

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 do **CONTRATANTE**. As madeiras para execução das formas terão, como características fundamentais, elevado módulo de elasticidade, pequeno peso específico, sem ser excessivamente dura, possuindo ainda:

- 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 25mm nos cantos.

Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não devera 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 sobrejuntas em toda a volta das emendas. 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 transmitida. Os escoramentos serão apoiados sobre cunhas, caixas areia ou outros dispositivos incompressíveis, e deverão ser tomados os seguintes cuidados especiais:

- a) usar obrigatoriamente desmoldante em toda a superfície das formas em contato com o concreto;
- b) projetar e executar as formas de modo que permita o maior número de utilização das mesmas peças;
- c) usar revestimento de tijolos ou concreto magro, como forma vertical, para estruturas abaixo do nível do solo ou contíguas a um parâmetro de terra em que, devido a consistência do terreno, haja risco de desmoronamento;
- d) sobrepor as formas remontadas ao concreto endurecido da camada anterior, pelo menos em 10cm, 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) 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 placas a construir com outros já existentes, a fim de impedir a ligação entre estes;
- f) em formas paralelas, se permitido pelo projeto, utilizar ferros redondos para unir as faces opostas das formas em sistemas especiais de travas, também usados como tirantes, dispensando cunhas, gravatas e escoras, como reforço à rigidez; se não for permitido o uso de ferros passantes, por razões técnicas, poderá ser adotado sistema de “porca perdida” ou outro que seja devidamente aprovado pela fiscalização;
- g) 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;
- h) remover os resíduos combustíveis, limitar o emprego de fontes de calor e ter cuidado com instalações elétricas como prevenção a incêndio.

Caso sejam empregadas formas metálicas, estas terão como características:

- a) leveza e resistência;
- b) alinhamento preciso do conjunto e rigidez ao receber esforços verticais e horizontais;
- c) tratamento anticorrosivo, suportando uso contínuo por prazo indefinido;
- d) Flexibilidade podendo ser utilizadas para concretagem de estruturas circulares, com raio mínimo de curvatura de 1,5m;
- e) painel de ajuste, a fim de complementar qualquer folga inferior a 150mm 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.

## 2.4 FORNECIMENTO, DOBRA E COLOCAÇÃO DE AÇO CA-50A E CA-60A

Correspondem ao fornecimento, transporte horizontal e vertical, cortes, ajustes, dobras e montagens de barras de aço para a formação das armaduras metálicas a serem instaladas no interior das formas para constituição das estruturas de concreto armado. A definição do aço é estabelecida pelo projeto estrutural e deve conter pelo menos as seguintes características, conforme expresso na NBR 7480:

- a) Categoria: Determinada através da resistência característica de escoamento, a tração (CA-25, CA-40, CA-50, CA-60);
- b) Classe: Relativa ao processo de conformação das barras de fios;
  - Classe A: Obtidos por laminação a quente. Apresentam patamar de escoamento bem definido no ensaio de tração;
  - Classe B: Obtidos por processo de encruamento a frio. Não apresentam patamar de escoamento definido no ensaio de tração;
- c) Coeficiente de conformação superficial: Estabelecido sempre que o seu valor for maior que o definido para a sua categoria.

Todas as barras de aço a serem empregadas nas obras deverão atender as especificações da NBR 6118 e NBR 7480, e antes de se iniciar o fornecimento deverão ser realizados ensaios de características das propriedades físicas e mecânicas do aço, conforme os métodos NBR 6152, NBR 6153 e NBR 7480. A critério da Fiscalização pode-se aceitar certificados de análise, fornecido pelo fabricante, que comprove o atendimento as especificações. Somente após análise dos valores encontrados nos ensaios de características e confrontados com os estabelecidos pela NBR 7480 é que se autorizará o fornecimento.

As partidas serão recebidas com a presença da Fiscalização, que executará inspeção visual de modo a verificar o aspecto e a homogeneidade da partida, devendo ser rejeitadas as partidas cujas barras apresentem falta de homogeneidade de características, escamas, oxidação, esfoliações, graxas e lama aderentes. A partida deve ser composta pelo fornecedor de forma a bem definir os lotes em toneladas, para amostragem de acordo com a TABELA 1, apresentada a seguir. O número de exemplares por lote para ensaio e contraprova, no caso de não se aprovar o lote, deve ser o prescrito no item 6.3 da NBR 7480, sendo que para os primeiros 5 lotes será adotado o Plano 2 de amostragem (item 6.3.2) NBR 7480, e os fios e barras, cordoalhas e telas soldadas devem atender às prescrições da NBR 7480 e NBR 7481, respectivamente.

*TABELA - Lotes em toneladas para amostragem de Aço*

BITOLA (mm )	CATEGORIA DO AÇO			
	CA-25	CA-40	CA-50	CA-60
3,2	--	--	--	1,6
4,0	--	--	--	2,0
5,0	6,3	4,0	3,2	2,5
6,3	8,0	5,0	4,0	3,2
8,0	10,0	6,3	5,0	4,0
10,0	12,5	8,0	6,3	5,0
12,5	16,0	10,0	8,0	6,3
16,0	20,0	12,5	10,0	--
20,0	25,0	16,0	12,5	--
25,0	31,5	20,0	16,0	--
32,0	40,0	25,0	20,0	--
40,0	50,0	31,5	25,0	--

A Fiscalização deve aprovar o local da descarga assegurando a separação dos lotes, de acordo com o plano de amostras definido na NBR 7480, para aquela partida, sendo importante que o depósito permita a fácil identificação dos lotes. Os lotes devem ser demarcados e sinalizados, seu lugar não pode ser alterado sem prévia autorização e presença da Fiscalização. 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. Material depositado por longos períodos e sujeito a ação de intempéries deve ser inspecionado e se necessário submetido aos ensaios de caracterização, após se efetuar a limpeza das barras, eliminação de oxidação, carepas e outros materiais estranhos que possam comprometer a aderência da barra ao concreto. Para efeito de controle de

Qualidade, 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. As amostras deverão ser compostas com exemplares de 2,20 m de comprimento, amarrados em feixes e perfeitamente identificados, contendo data da amostragem, categoria, classe, bitola e procedência do aço. Os exemplares serão submetidos aos ensaios estabelecidos pela NBR 7480 e os seus valores deverão atender aos limites especificados pela mesma, com relação a ensaio de desbitolagem (massa real), item 4.5, ensaio de tração (tensão de escoamento e ruptura, alongamento e de coeficiente de estricção), observando-se que as barras soldadas devem atender as mesmas exigências especificadas para as barras não soldadas e a ruptura deve ocorrer fora da seção soldada.

Não é permitido o uso, na obra, de aço diferentes daqueles especificados no projeto, sem aprovação prévia do projetista. Quando previsto o emprego de aço de diferentes especificações, deve-se tomar precauções necessárias para evitar a troca involuntária. Não é permitida a utilização de barras de aço que apresentem esfoliações, camadas ou fissuras, observadas principalmente nos locais de dobramento dos ganchos. As barras devem ser limpas de qualquer substância prejudicial à aderência retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação. Para proteger as barras de espera da corrosão, deve-se pintá-las com água de cal, nata de cimento ou polímero inibidor de corrosão. As armaduras devem ser isoladas de eletrodutos metálicos. e o dobramento deverá ter os raios de curvatura previstos no projeto, respeitados os mínimos dos itens 6.3.4.1 e 6.3.4.2 da NBR 6.118/80, devendo ser obedecido com extremo rigor os cobrimentos mínimos das armaduras estabelecidos na NBR 6.118/80 e nas especificações técnicas dos projetos estruturais. Deve ser feito sempre a frio e nunca junto às emendas com solda. As emendas e transpasses, devem ser feitas segundo as prescrições de 6.3.5 da NBR 6.118/80.

No caso de emendas soldadas, estas devem ser feitas por processos de eficiência garantida e controlada por ensaios de tração. As barras devem suportar tensão mínima igual ou superior a 1,25 vezes a tensão limite de escoamento da barra não soldada de igual características. Devem ser previstas plataformas de serviços nos locais de passagem de pessoal e carrinhos, com o fim de evitar deslocamento da armadura. O arame de amarração deve ser apropriado de modo a garantir rigidez à armaduras, sendo consagrado o uso do arame recozido no.18, em fio duplo. Não é permitido o uso de arames passantes em estruturas que se destinem ao armazenamento de líquidos em seu interior, tanto para água bruta, tratada quanto para efluentes líquidos de qualquer natureza. 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. O concreto não poderá ser lançado antes que a Fiscalização tenha inspecionado e aprovado a colocação da armadura.

A colocação de pastilhas, calços, espaçadores e separadores necessários para manter a armadura em posição devem ser previamente aprovadas pela fiscalização. As pastilhas podem ser de argamassa forte de cimento e areia, desde que capazes de resistir ao esmagamento devido ao peso da armadura, terem superfícies rugosa, sem películas que dificultem a aderência com o concreto. Podem ser obtidas em obra com o auxílio de



formas de madeira, de isopor (caixas de ovos), de plástico ( para fazer gelo), tubos de PVC, etc. Tratando-se de um material que deve proteger a armadura, garantindo um cobrimento mínimo a esta, a argamassa para sua confecção deve ser comparável em qualidade (resistência, permeabilidade, hidrosopia e dilatação térmica) ao concreto da obra, sendo destacado que têm-se conseguido pastilhas de argamassa de boa qualidade utilizando o mesmo traço do concreto, simplesmente tirando o agregado graúdo e parte da água amassamento. A qualidade final da pastilha deve ser obtida através de cura prolongada e adequada à sombra. As pastilhas, preferentemente, devem ser de plástico rígido, de superfície áspera e fixadas às barras da armadura por pressão.

As peças embutidas, tais como ancoragens, tubulações ou juntas de vedação devem estar convenientemente firmes a forma ou armadura, para não deslocarem na concretagem. Devem ser limpas de graxa, óleo e poeira para garantia de boa aderência ao concreto. As peças que atravessam paredes de reservatórios ou outras estruturas para as quais se deseja maior impermeabilidade, devem ter superfície áspera ou corrugada e deverá ser pintada com adesivo estrutural imediatamente antes da concretagem. As peças metálicas embutidas parcialmente e destinadas a fixação de equipamentos, devem ter a sua parte exposta protegida da corrosão, logo após a cura do concreto.

#### Concreto para fundações e super estrutura

O cimento a ser empregado em qualquer serviço ou item das unidades e nas estruturas deverá ser do tipo Portland comum (CP-II ou superior) de qualidade assegurada, devendo contar com aprovação prévia da fiscalização;

**Para utilização de concreto usinado, deverá ser precedida a autorização de fiscalização com relação às características técnicas do mesmo; para qualquer unidade deverá ser feito controle tecnológico do concreto, prevendo-se que a resistência mínima seja igual ou superior a  $f_{ck} > 30,0$  MPa ou  $f_{ck} > 25,0$ , conforme especificado em projeto.**

As formas de concreto das paredes laterais, canais de distribuição e/ou outras em contato com líquidos não poderão ser executadas com arames de fixação passantes sob qualquer pretexto, e as concretagens das unidades somente poderão ser realizadas após devida autorização da fiscalização;

Todos os materiais e insumos (aços, arames, agregados, água, pregos, formas, aditivos e/ou outros) deverão obedecer às respectivas Normas Brasileiras, independentemente de total transcrição e/ou citação nos projetos;

**Não serão realizados trabalhos de impermeabilização em áreas de concretagens que tenham resultado em falhas, nichos ou bicheiras, sem que haja expressa autorização da fiscalização e sempre após os devidos registros de ocorrências e reparos viáveis, conforme o**

A(s) concretagem(ns) de laje(s) de fundo deverá(ão) ser feita em uma única jornada, preferencialmente com emprego de concreto usinado, não se admitindo juntas secas nas

áreas de contato direto com líquidos de processo; estas áreas deverão, se e caso ocorram, ser devidamente tratadas com emprego de adesivo epoxílico, devidamente aprovado pela fiscalização.

Nos pisos de concreto simples e nas calçadas externas deverão ser empregados concreto simples de consumo mínimo 200 kg.cim/m<sup>3</sup> de concreto. Deverão ser previstas juntas de dilatação.

## 2.5 FORNECIMENTO, TRANSPORTE E LANÇAMENTO DE CONCRETO

Para se obter um concreto dentro das especificações, levando-se em consideração a peça a concretar, o local de aplicação, os aspectos de estanqueidade e durabilidade frente aos agentes agressivos, os parâmetros: tipo de cimento, consumo mínimo de cimento e fator água/cimento máxima, deverão ser obedecidos os valores definidos nas respectivas Normas Técnicas Brasileiras.

*Parâmetros estabelecidos em função das condições e local de exposição*

LOCAL	CIMENTO	CONSUMO MÍNIMO	FATOR A/C MÁXIMO
Estrutura em contato com água bruta tratada e sem gases agressores e estruturas em contato com o solo	Todos os tipos, exceto o ARJ	350 kg/m <sup>3</sup>	0,55 l/kg
Estrutura para tratamento de água	CP II CP III(AF) CPIV(POZ) CPV(RS) resistente a sulfatos (RS)	350 kg/m <sup>3</sup>	0,50 l/kg
Estrutura em contato com esgoto e seus gases	CPII CP III(AF) CPIV(POZ) CPV(RS) resistentes a sulfatos (RS)	400 kg/m <sup>3</sup>	0,45 l/kg
Parede diafragma	todos os tipos exceto em casos de lençol freático agressivo (considerar como esgoto)	400 kg/m <sup>3</sup>	--
Tubulões (base concreto auto-adensável fgfgf concreto comum	todos os tipos	--	--
Outras estruturas	todos os tipos	270 kg/m <sup>3</sup>	--



Outros parâmetros que devem ser levados em consideração na definição do concreto a ser utilizado:

- indicação da consistência do concreto conduza a uma trabalhabilidade adequada às condições de lançamento e adensamento disponíveis;
- fixação da impermeabilidade necessária às condições ambientais da estrutura;
- fixação da resistividade necessária às condições ambientais da estrutura;
- resistências mecânicas necessárias;
- resistência aos ataques químicos de água tratada clorada.

Após definição do tipo de concreto a execução do mesmo obedecerá a todas as condições gerais estabelecidas nas especificações e relacionadas a boa técnica de execução e ao atendimento das Normas Brasileiras NBR 6118, NBR 12654 e NBR 12655. Dever-se-á também obedecer as condições específicas, relativas à execução de estruturas hidráulicas bem como todas as estruturas auxiliares em contato permanente com a água, no tocante 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 impermeabilizantes 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 e durabilidade. A resistência do concreto armado ou protendido a ambientes agressivos está intimamente ligada aos principais fatores: cobrimento das armaduras com especial atenção para a face inferior da laje de cobertura, onde a agressividade do meio é maior; fator água/cimento. Quanto maior a quantidade de água, maior a porosidade do concreto; tipo de cimento e consumo mínimo por m<sup>3</sup>: qualidade dos agregados, sendo que os de origem cristalina são em geral, os mais resistentes; adensamento adequado; cura. Uma cura bem feita evita o fissuramento do concreto; qualidade da superfície e estanqueidade das formas. Formas lisas e estanques resultam numa superfície menos porosa do concreto; 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 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. A falta de trabalhabilidade provocada pela adoção de baixos fatores água/cimento poderá ser compensada com aprovação da Fiscalização e sem ônus para o **CONTRATANTE**, pelo uso de aditivos que após ensaios de desempenho fique comprovada esta característica e não se constate influência negativa do mesmo sobre a qualidade final do concreto. 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.

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. A Fiscalização se reserva o direito de manter laboratório próprio de controle de qualidade da obra e de realizar ensaios adicionais sob sua própria responsabilidade e custo, 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 a **CONTRATANTE**. A escolha dos laboratórios será em comum acordo entre o **CONTRATANTE** 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, moldados e ensaiados segundo NBR 5738, NBR 5739
- determinação do índice de consistência (slump-test) para cada coleta de amostras de concreto, destinada a ensaios de compressão, de acordo com a NBR 7223
- ensaios de caracterização dos constituintes do concreto, quando o mesmo for elaborado na obra obedecendo as recomendações de tipos e periodicidades citados nesta normalização e na NBR 12654
- o plano de amostragem do concreto para determinação da resistência a compressão e consistência obedecerá as recomendações contidas na NBR 12655

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.

O estudo de dosagem será precedido pela análise dos constituintes do concreto de acordo com a NBR 12654, e a dosagem do concreto deverá atender as recomendações da NBR 12655. Em nenhuma hipótese será permitida dosagem empírica. No estudo de dosagem deverá sempre ser considerado os fatores: resistência, durabilidade, proteção as armaduras, estanqueidade e trabalhabilidade compatível com a aplicação do concreto. No cálculo da resistência de dosagem se levará em conta as condições de preparo do concreto, nível de controle, equipamentos e pessoal existente na obra, para definição de acordo com a NBR 12655 dos parâmetros de desvio-padrão a serem adotados no seu dimensionamento, conforme expressão a seguir:

$$f_{cj} = f_{ck} / 1,65 \cdot S_d \quad - \text{onde}$$

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

$f_{ck}$  = resistência característica do concreto a compressão

Sd = desvio-padrão da dosagem

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 as classes C10 até C80)

O cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento e medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados → SD = 4,0 MPa

- Condição B (aplicável as 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 volume. A umidade do agregado é determinada pelo menos três vezes durante o serviço da mesma turma de concretagem. O volume de agregado miúdo é corrigido através de curva do inchamento estabelecida especificamente para o material utilizado. → SD = 5,5 MPa

- Condição C (aplicável as 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.

NOTA Para os concretos da Classe C, enquanto não se conhece o desvio-padrão, adotar-se-á consumo mínimo de cimento de 350 kg/m<sup>3</sup>

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. 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. O procedimento de ajuste do traço experimental é desnecessário 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. O ajuste do traço experimental consiste na definição, nas condições de campo, da consistência e resistência real do concreto. O estudo de dosagem e o ajuste de traço deverão ser encaminhados a Fiscalização para aprovação final. Definido e aprovado o estudo de dosagem deverá o mesmo ser obedecido rigorosamente, podendo sofrer alterações somente após aprovação da Fiscalização. Sempre que se fizer necessárias alterações na dosagem, devido a mudanças nos materiais constituintes do concreto ajuste da consistência e resistência a compressão ou proporcionamento dos agregados, deverá

ser efetuado novo estudo de dosagem e encaminhado a Fiscalização para nova aprovação.

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 3 processos gerais:

- mistura do concreto em betoneira estacionária na obra;
- mistura do concreto em central de concreto na obra;
- mistura do concreto em central de concreto fora da obra, por empresa prestadora de serviços de concretagem.

a) Operação de mistura com betoneira estacionária na obra deve obedecer as especificações da NBR 12655 e as descritas abaixo:

- no projeto do canteiro devem estar indicados os locais do equipamento de mistura do concreto, dos silos e depósitos de materiais que devem estar próximos entre si;
- este local deve ser escolhido de modo a tornar mínimo o momento de transporte do concreto aos diversos pontos de lançamento;
- antes de iniciar a operação de concretagem o tambor rotativo da betoneira deverá se encontrar perfeitamente limpo e sem resquícios de materiais das betoneiras anteriores;
- a ordem de operação de mistura é a seguinte:

- aferir e conferir os dispositivos de medição dos materiais;
- verificar a organização do pessoal se as funções estão bem definidas e se os operadores da betoneira e os encarregados da colocação dos materiais estão bem treinados.

- conferir ordem de colocação dos materiais na betoneira:

1: parte do agregado graúdo + parte da água;

2: cimento + parte da água + areia;

3: restante do agregado graúdo;

4: ajuste do abatimento adicionado no máximo o restante da água, operação executada antes de decorrer  $\frac{1}{4}$  do tempo total da mistura.

OBS Em caso de utilização de aditivo deverá o mesmo ser adicionado previamente na água de amassamento.

- o tempo de duração mínimo da mistura após a última adição será de 60 segundos para betoneira com capacidade de até 1,0 m<sup>3</sup>, devendo este tempo ser aumentado em 15 segundos para cada acréscimo de 1,0 m<sup>3</sup> na capacidade nominal da betoneira ou conforme especificação do fabricante;
- o tempo mínimo de mistura somente poderá ser reduzido mediante ensaios de uniformidade e após aprovação da Fiscalização;
- os ensaios de uniformidade serão feitos diretamente pela Fiscalização e o Executante deverá permitir o fácil acesso para retirada das amostras.

b) Operação de mistura do concreto em central de concreto na obra, deve obedecer todas as especificações da NBR 7212 e as descritas abaixo:

- 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 por outro em condições de preencher sua função.

Em princípio, a concretagem em camada ou estrutura deve ser contínua, devendo ser apresentado pela **CONTRATADA** um plano de concretagem indicando a ordem mais favorável das juntas de concretagem, a ordem de concretagem das partes da estrutura, o volume a concretar e duração da concretagem, os equipamentos de mistura, transporte, lançamento, adensamento e pessoal necessário, o traço mais adequado a cada parte da estrutura, assim como os traços especiais, como por exemplo, os destinados aos locais de armadura muito densa, as posições de janelas para concretagem em paredes e pilares, o intervalo mínimo entre duas concretagens de partes contíguas, e o plano de desforma da estrutura.

Nas concretagens demoradas em que haja risco de abalo e partes da estrutura com concreto em início de endurecimento, deve-se estudar a conveniência de usar aditivo retardador e pega ou interrupção da concretagem. Nas concretagens em geral, devem ser adotadas as seguintes recomendações:

- a) intervalar as concretagens de partes contíguas de, no mínimo 24 horas;
- b) indicar a execução de forma de vigas e lajes, somente 24 horas após 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.

## 2.6 REVESTIMENTOS, IMPERMEABILIZAÇÕES E PINTURAS.

Impermeabilização no respaldo do embasamento com argamassa de cimento e areia 1:3 com adição de hidrófugo (argamassa polimérica) conforme fabricante. Além do capeamento horizontal deverão ser capeadas as laterais por 20 cm, com a superfície desempenada e pintada com tinta betuminosa. Será tomada toda precaução contra infiltração de pontos de água na camada aplicada.

Todas as aplicações de impermeabilizantes e verniz, deverão ser obedecidas as especificações técnicas dos respectivos fabricantes para as condições de aplicação, situação construtiva e métodos de emprego.

Unidade	Especificações do revestimento
Reator Anaeróbio – Aeróbio;	<p>Faces internas em contato com o líquido: Impermeabilização com elastômero bi componente, à base de poliuretana de origem vegetal, com limpeza através de hidrojateamento.</p> <p>Faces externas:</p> <p>Revestimento da superfície através de cimento especial cristalizante com adesivo líquido de alta performance à base de resina acrílica, em uma demão.</p> <p>Faces externas em contato com o solo</p> <p>Impermeabilização com tinta betuminosa em fundações, baldrame e muros de arrimo.</p>

### Pisos e contra pisos

Contra piso de concreto esp = 7cm, com revestimento cerâmico (onde especificado em projeto)

Piso de concreto esp= 12cm, com tela eletrosoldada e acabamento desempenado.

Piso de concreto esp= 20cm, armado com tela eletrosoldada, na “Sala de Cloro/Casa de Cloro”

Calçada lateral em concreto esp = 6cm

Responsável Técnico: Tiago de Mattos Seydell  
CREA 5061115692 SP  
Engenheiro Civil - Consultor Técnico

Responsável Legal: Sérgio Jorge Patrício  
Cargo: Diretor Presidente  
RG: 4.607.095-3  
CPF: 196.771.978-00  
Tel/Cel: (19) 3481-8111