

## **SECRETARIA DA ADMINISTRAÇÃO PENITENCIÁRIA**

### **PENITENCIÁRIA MASCULINA PADRÃO**

Processo 0278 – 2009

### **PROJETO EXECUTIVO**

MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE ESTRUTURAS - REVISÃO 1

---

## Índice

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1    | Descrição do objeto .....                              | 3  |
| 2    | Normas Consideradas .....                              | 4  |
| 3    | Estruturas de Concreto .....                           | 6  |
| 3.1  | Cimento .....  | 6  |
| 3.2  | Agregados .....  | 7  |
| 3.3  | Água de amassamento .....                              | 8  |
| 3.4  | Aditivos .....   | 9  |
| 3.5  | Aço para armação .....                                 | 9  |
| 3.6  | Chumbadores e chapas de apoio .....                    | 11 |
| 3.7  | Formas .....   | 11 |
| 3.8  | Dosagem do concreto .....                              | 16 |
| 3.9  | Transporte, lançamento e adensamento do concreto ..... | 17 |
| 3.10 | Cura do concreto .....                                 | 20 |
| 3.11 | Juntas de concretagem .....                            | 21 |
| 3.12 | Juntas de dilatação .....                              | 22 |
| 3.13 | Acabamento das superfícies .....                       | 24 |
| 4    | Estruturas Pré-moldadas de concreto .....              | 25 |
| 5    | Controle Tecnológico do Concreto .....                 | 28 |
| 6    | Estruturas Metálicas .....                             | 33 |
| 6.1  | Materiais .....  | 33 |
| 6.2  | Fabricação .....                                       | 34 |
| 6.3  | Embalagem, transporte e armazenamento .....            | 35 |
| 6.4  | Montagem .....   | 35 |
| 6.5  | Pintura e Proteção Anti-Corrosiva .....                | 37 |
| 7    | Estruturas de Madeira .....                            | 37 |

## **1 Descrição do objeto**

Esta especificação e memorial descritivo têm como objetivo apresentar os requisitos mínimos a serem utilizados para os materiais e a execução de fundações, estruturas e construções diversas em concreto armado e estrutura metálica.

O presente memorial refere-se à construção da Penitenciária Masculina Padrão, no estado de São Paulo.

O projeto estrutural contempla as seguintes construções:

- Administração;
- Triagem / Inclusão / Saúde;
- Raios 1 a 8 com pátio de sol;
- Galerias;
- Muralha;
- Portaria da Muralha;
- Portaria Mirim;
- Subestação;
- Abrigo de lixo;
- Abrigo de gás;
- Reservatório elevado;
- Torres de vigia;
- Pavilhão de Serviços / Cozinha;
- Pavilhão de Serviços / Trabalho;
- Salas de aula;

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

- Residência;
- Espera de visitas.

Os edifícios residência, espera de visitas, abrigo de lixo, abrigo de gás, subestação, portaria mirim e administração foram projetados no sistema convencional em concreto armado. Para o restante das construções o projeto foi desenvolvido em concreto pré-moldado. Nos locais destinados as celas devemos ter uma camada de concreto ciclópico sob a laje de piso em concreto armado.

As fundações serão específicas para cada unidade, pois dependem do tipo do solo do local onde a unidade será implantada.

A cobertura do edifício espera de visitas e pavilhões de serviços serão em estrutura metálica bem como a escada da torre de vigia. A cobertura da portaria deverá ser em estrutura de madeira conforme projeto executivo.

Para classes de concreto e demais premissas de cálculo ver notas no projeto.

## **2 Normas Consideradas**

Serão consideradas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), listadas abaixo:

- NBR-6118:2003 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado – Procedimento
- NBR-6122:1996 – Projeto e Execução de Fundações – Procedimento
- NBR-6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

- NBR-7480:2003 – Barras e fios de aço para armaduras para concreto
- NBR-8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
- NBR-8953:1992 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência – Classificação
- NBR-9062:2001 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado.
- NBR-12655:1996 – Concreto – Preparo, controle e recebimento – Procedimento
- NBR-14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento
- NBR-7190:1997 – Projeto de Estruturas de Madeira
- NBR-8800:2008 – Projeto e execução de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
- NBR-7212:1984 – Execução de concreto dosado em central
- NBR-5738:1994 - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos
- NBR-5739:1994 – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto
- NBR 7211:2009 – Agregado para concreto - especificação
- NBR 9833:2008 - Determinação da Massa Específica e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico
- NBR 14323:1999 – Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio - procedimento

- NBR 14432:2001 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - procedimento

Serão considerados válidos os requisitos de normas estrangeiras quando as normas brasileiras forem consideradas insuficientes.

A este critério deverão ser incluídos os regulamentos e normas federais, estaduais e municipais que forem aplicáveis.

### **3 Estruturas de Concreto**

#### **3.1 Cimento**

O cimento utilizado na execução do concreto deverá obedecer às especificações das Normas Brasileiras.

A escolha do tipo de cimento dependerá da finalidade a que se destina o concreto e, a menos que indicado no projeto, a responsabilidade dessa escolha é da empresa executante da obra.

O cimento a ser utilizado deverá ser do tipo denominado cimento Portland Comum (CP), que satisfaça as exigências das normas da ABNT, no que diz respeito à resistência, finura, pega, etc., e seja, sempre que possível, de uma única procedência.

Na execução de concreto aparente, o cimento utilizado deverá ser de uma única procedência, de modo que sejam evitadas variações de coloração e textura que possam comprometer o aspecto arquitetônico da obra.

Todo o cimento deverá ser armazenado em local seco, ventilado e suficientemente protegido das intempéries e de outros elementos nocivos às suas características intrínsecas.

O seu empilhamento não deve ser maior que dez sacos e a retirada para uso deve seguir a mesma sequência cronológica de entrega.

Não poderá ser utilizado, na confecção de concretos estruturais, nenhum lote de cimento que se apresente parcialmente hidratado.

### **3.2 Agregados**

Os agregados deverão atender às especificações da ABNT.

Os diferentes agregados deverão ser armazenados em compartimentos separados, de modo a não haver possibilidade de se misturarem agregados de tamanhos diferentes. Igualmente, deverão ser tomadas precauções, de modo a não permitir mistura com materiais estranhos, que venham a prejudicar sua qualidade.

Os agregados que estiverem cobertos de pó ou materiais estranhos e que não satisfaçam às condições mínimas de limpeza deverão ser novamente lavados, ou, então, rejeitados.

A areia deverá ser natural, quartzosa, de grãos angulosos e ásperos ao tato, ou artificial, proveniente do britamento de rochas estáveis. Não deverá, em ambos os casos, conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas, terrosas ou de material pulverulento. A areia deverá ser lavada sempre que for necessário.

Deverá ser sempre evitada a predominância de uma ou duas dimensões (formas achatadas ou alongadas), bem como a ocorrência de mais de quatro por cento de mica.

Como agregado graúdo, poderá ser utilizado o seixo rolado da vasa de rios ou pedra britada de rocha estável, com arestas vivas, isento de pó-de-pedra, materiais orgânicos, terroso e não-reativos com os álcalis de cimento.

O agregado graúdo deverá ser completamente lavado antes de ser entregue na obra, seja qual for sua procedência.

Os grãos agregados devem se fizer necessário, serão feitos os ensaios de caracterização, para comprovação de qualidade e características do agregado.

Eventuais variações de forma e granulamento deverão ser compensadas na dosagem do concreto.

A resistência própria de ruptura dos agregados deverá ser superior à resistência do concreto.

### **3.3 Água de amassamento**

Deverá ser limpa e potável, isto é, tal que não apresente impurezas que possam vir a prejudicar as reações da água com os compostos de cimento, como sais, álcalis, óleos, materiais orgânicos em suspensão ou outras substâncias que possam prejudicar o concreto ou o aço.



### **3.4 Aditivos**

A utilização de aditivos adicionados ao concreto com o objetivo de acelerar ou retardar a pega e o desenvolvimento da resistência nas idades iniciais, reduzir o calor de hidratação, melhorar a trabalhabilidade, reduzir a relação água/cimento, aumentar a compacidade e impermeabilidade ou incrementar a resistência aos agentes agressivos e às variações climáticas, será permitida desde que atendam às especificações das Normas Brasileiras e sejam previamente aprovados pela fiscalização.

São rigorosamente proibidos os aditivos que contenham cloreto de cálcio ou quaisquer outros halogenetos.

### **3.5 Aço para armação**

Os aços para armaduras destinadas às estruturas de concreto armado deverão obedecer às especificações da ABNT. As barras e fios deverão seguir as prescrições da NBR-7480.

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

A fiscalização fará uma inspeção preliminar, onde deverá ser verificado se a partida está de acordo com o pedido e se apresenta homogeneidade

geométrica, assim como, isenção de defeitos prejudiciais, tais como: bolhas, fissuras, esfoliações, corrosão, graxa, lama aderente.

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

Será retirada, para ensaio, uma amostra de cada partida do material que chegar à obra. A amostragem deverá obedecer a NBR-7480:1996.

Os resultados dos ensaios serão analisados pela fiscalização, a quem compete aceitar ou rejeitar o material, de acordo com a especificação correspondente.

As barras, antes de serem cortadas, deverão ser endireitadas, sendo que o trabalho de retificação, corte e dobramento deverá ser efetuado com todo o cuidado, para que não sejam prejudiciais as características mecânicas do material.

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

As tolerâncias de corte e dobramentos ficarão a critério da fiscalização.

A montagem das armaduras deverá obedecer às prescrições da NBR-6118.

A armadura deverá ser montada na posição indicada no projeto e de modo a que as barras se mantenham firmes durante o lançamento do concreto, observando-se as distâncias das barras entre si e às faces internas das formas. Permite-se, para isso, o uso de arame ou dispositivo de aço (caranguejo, etc.), desde que não sejam apoiados sobre concreto

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

magro. Todos os cobrimentos deverão ser observados, de acordo com o projeto. Para tal, poderão ser usados espaçadores plásticos ou de argamassa.

Na montagem das peças dobradas, a armação deverá ser feita utilizando-se arame recozido, ou, então, pontos de solda, a critério da fiscalização.

Só será permitida a substituição das barras indicadas nos desenhos por outras de diâmetro diferente com autorização expressa da fiscalização, sendo que, para esse caso, a área de seção das barras, resultante da armadura, deverá ser igual ou maior do que a área especificada nos desenhos.

### **3.6 Chumbadores e chapas de apoio**

Exceto em casos especiais, os chumbadores e as chapas de ancoragem estarão de acordo com a ASTM A-36 e as luvas serão com tubos ASTM-A53.

Os chumbadores, inclusive as porcas e arruelas, serão galvanizadas de acordo com a ASTM A-153.

O material das chapas deverá estar de acordo com a ASTM A-36 e as grapas serão em aço CA-50.

Quando indicado no projeto, as chapas dos insertos serão galvanizadas ou pintadas com tinta anticorrosiva.

### **3.7 Formas**

A execução das formas deverá atender ao disposto na NBR-14931:2003.

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

As formas dos elementos estruturais poderão ser feitas de tábuas de madeira, em bruto ou aparelhadas; madeira compensada (resinada ou plastificada); madeira revestida de placas metálicas; de chapas de aço ou ferro.

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

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

As formas deverão estar de acordo com as dimensões indicadas nos desenhos do projeto. Qualquer parte da estrutura que se afastar das dimensões e / ou posições indicadas nos desenhos deverá ser removida e substituída.

As formas deverão ter resistência suficiente para suportar pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, mantendo-se rigidamente na posição correta e não sofrendo deformações; ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de nata de cimento durante a concretagem, untadas com produto que facilite a desforma e não manche a superfície do concreto. As calafetações e emulsões que se fizerem necessárias somente poderão ser executadas com materiais aprovados pela fiscalização.

As formas deverão ser confeccionadas de acordo com a norma NBR-6118, e serão classificadas em função do acabamento que proporcionarem à superfície do concreto, ou seja:

- Formas para estruturas enterradas (fundações): na face em contato com o concreto serão utilizadas tábuas em estado bruto, livre de nós, ou painéis compensados resinados de madeira laminada.
- Formas para estrutura em concreto revestido: quando a superfície do concreto for revestida com argamassa ou outro material, na face em contato com o concreto serão utilizados painéis compensados resinados de madeira laminada.
- Formas para estrutura em concreto aparente: quando a superfície do concreto for aparente, na face em contato com o concreto serão utilizados painéis compensados plastificados de madeira laminada.

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

As formas, desde que não tenham acabamento plastificado, deverão ser saturadas com água, em fase imediatamente anterior à do lançamento do concreto, mantendo as superfícies úmidas e não encharcadas.

Para tratamento das formas será permitido o uso de parafusos, tirantes de aço passantes ou núcleo perdido, desde que estes recebam um tratamento final.

Na execução dos escoramentos, deverão ser utilizados pontaletes de pinho 3"x 3", vigotas de peroba de secção quadrada, ou retangular, com menor dimensão igual ou superior a 2", ou ainda escoras metálicas com dimensões adequadas aos esforços previstos.

Todo cimbramento deverá prever aparelhos de descimbramento, convenientemente colocados, de forma que a retirada se faça sem choques ou outras causas que possam determinar esforços não previstos na estrutura escorada.

Todas as formas, bem como os respectivos travamentos e escoramentos, deverão ser executados de modo a não sofrerem qualquer tipo de deslocamento, ou deformação, durante e após a concretagem, e sempre que necessário, com a previsão de contra-flechas para compensar as deformações provocadas pelos esforços de carregamento do concreto fresco.

As peças de escoramento deverão ser sempre apoiadas sobre cunhas ou outros dispositivos adequados, cuidando-se para que seus apoios não sofram qualquer tipo de deslocamento, e convenientemente contraventadas, sempre que necessário.

Os espaçamentos para criação de juntas de dilatação deverão ser preenchidos com materiais adequados a cada caso específico e previamente aprovados pela fiscalização.

Só será permitido o uso de produtos anti-aderentes aprovados pela fiscalização e que não deixem resíduos que comprometam o aspecto do concreto aparente, ou prejudique a aderência dos materiais de revestimentos. A aplicação desses produtos deverá ser feita de modo a não deixar excessos em nenhum ponto, sempre antes da colocação das armaduras, evitando-se todo e qualquer contato com as peças que necessitem aderência.

A retirada das formas após o lançamento só poderá ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que

sobre ele atuem e não conduzir a deformações inaceitáveis, devendo estar de acordo com a NBR-14931:2003.

Esses prazos poderão ser modificados, a critério da fiscalização, desde que tenham sido atendidas as medidas de cura do concreto e verificada a sua resistência.

Na execução de formas para concreto aparente, além das normas estabelecidas anteriormente, deverá ser observado que o acabamento para concreto aparente deverá ser entendido como liso, devendo, para tanto, ter suas formas executadas com chapas resinadas e plastificadas ou tábuas de pinho aparelhadas e untadas com líquido desmoldante adequado, ambas de primeira qualidade e isentas de quaisquer defeitos incompatíveis com essa classificação.

Para execução de reservatório elevado poderá ser utilizado o processo de formas deslizantes ou trepantes metálicas devendo a CONTRATADA providenciar todo o material, mão-de-obra e equipamentos necessários à manutenção do plano executivo de deslizamento e do ritmo de elevação da obra.

Na execução de toda e qualquer cortina de concreto aparente, cuja amarração de formas seja feita por intermédio de ferros passantes em tubos plásticos, os orifícios resultantes dessa amarração, bem como a disposição dos espaçadores embutidos, deverão obedecer a um alinhamento perfeito, tanto na horizontal quanto na vertical.

Os materiais a serem embutidos no concreto, tais como: tubulações, eletrodutos, chumbadores, luvas, drenos, cantoneiras, juntas tipo Fugenband, dispositivos de fixação de instalações posteriores, etc., deverão ser colocados e fixados rigidamente nas formas, de modo a não serem deslocados durante o lançamento e vibração do concreto.

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

A posição e nível dos elementos embutidos devem ser verificados por topografia, antes do lançamento do concreto na forma e conferidos 24 horas após a concretagem.

As peças a serem embutidas deverão estar limpas e livres de graxa, pintura, ferrugem, etc. de maneira a não prejudicar sua aderência com o concreto. Os chumbadores não poderão apresentar os filetes das roscas amassados ou corroídos.

Após a concretagem, todos os embutidos, destinados a quaisquer fixações, deverão ser limpos cuidadosamente de restos de concreto, engraxados e protegidos contra corrosão ou qualquer dano, até a época da instalação dos equipamentos ou estrutura.

A tolerância na locação de chumbadores de um mesmo grupo é de  $\pm 3\text{mm}$ .

### **3.8 Dosagem do concreto**

A Contratada submeterá à aprovação da fiscalização a dosagem do concreto a ser utilizada para atingir e respeitar os limites previstos nos critérios de durabilidade, a resistência característica da compressão (fck) indicada nos projetos. Para isso, deverá apresentar um certificado de garantia comprovado que tal dosagem cumpre esse requisito.

A dosagem do concreto deverá ser experimental, de acordo com a NBR-12655:1996.

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

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010



O traço adequado deverá resultar em um concreto com trabalhabilidade compatível com as características das peças a serem concretadas, considerando-se suas dimensões, densidade e espaçamento das armaduras.

O concreto poderá ser preparado na própria obra, em central ou betoneira, ou fornecido por empresa especializada em concreto pré-misturado.

### **3.9 Transporte, lançamento e adensamento do concreto**

As operações de transporte, lançamento e adensamento do concreto deverão obedecer às prescrições da NBR-14931:2003.

O sistema de transporte adotado deverá evitar depósitos intermediários do concreto e, quando isto não for possível, deverão ser tomadas as precauções que se fizerem necessárias para evitar, ao máximo, a segregação de seus elementos componentes. Assim a descarga da betoneira diretamente sobre o meio de transporte e a descarga deste diretamente no local de destino, deverão ser adotadas, sempre que possível.

O transporte do concreto, do local de mistura ao local de lançamento, deverá ser feito com a maior rapidez possível, dentro dos 30 minutos que se seguirem à confecção da mistura, empregando-se métodos que evitem ao máximo a segregação dos agregados e perdas sensíveis de material, por vazamento ou evaporação, especialmente em se tratando de nata de cimento, argamassa e água.

O transporte horizontal do concreto deve ser feito com carrinhos de mão, carros de duas rodas, pequenos veículos motorizados com capacidade de

até 1 (um) metro cúbico, caminhões agitadores e vagonetes sobre trilhos.

O transporte inclinado do concreto deve ser feito por meio de correias transportadoras ou calhas chicanas, que evitem a segregação dos materiais.

O transporte vertical do concreto deve ser feito por meio de guindaste equipado com caçamba de descarga pelo fundo ou por elevador.

O transporte de concreto por bomba deve ser feito observando-se os seguintes cuidados:

- limpar os tubos antes e depois de cada concretagem;
- lubrificar os tubos, antes de sua utilização, com argamassa, a qual não poderá ser utilizada na concretagem;
- o diâmetro interno da tubulação de bombeio deve ser, no mínimo, três vezes maior que o diâmetro máximo do agregado.

A fiscalização deverá ser notificada, no mínimo, setenta e duas horas antes do lançamento do concreto, para poder vistoriar o estado das formas, armações, espaçamento das pastilhas, verificar se no canteiro há material e equipamento suficientes para a execução do serviço e realizar o controle tecnológico do concreto.

Sendo satisfatória a vistoria, será autorizada a operação, desde que já sejam conhecidos os resultados dos testes, a serem realizados, e a respectiva relação água/cimento.

O lançamento do concreto, exceto quando autorizada pela fiscalização, só poderá ser feito durante as horas do dia, subordinado à temperatura ambiente, que não poderá ser inferior a 10°C nem superior a 32°C, e

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

levando-se em consideração o estado do tempo. Esta operação não poderá ser feita em caso de chuva. Quando a chuva se iniciar durante a operação de concretagem, a fiscalização poderá autorizar a continuação do trabalho, desde que não venha a prejudicar o concreto, removendo as partes afetadas pela chuva até então incidentes sobre este.

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

A não ser que sejam tomadas precauções especiais, descritas no ACI 347, a queda livre máxima admissível do concreto durante o lançamento será de 2,0m.

Para pilares, paredes e outras estruturas onde a altura de concretagem ultrapasse 2,0m, deverão ser tomadas as medidas necessárias para garantir a não segregação do agregado graúdo, tais como, abertura de janelas, uso de trombas e funis, etc., devendo tais medidas serem aprovadas pela fiscalização.

Todo o concreto lançado nas formas deverá ser adensado por meio de vibração. O número e tipo de vibradores, bem como sua localização, deverão ser aprovados pela fiscalização.

A vibração deverá ser feita com aparelhos de agulha de imersão, com frequência de 5.000 a 7.000 rpm, tomando-se o cuidado de não prejudicar as formas nem deslocar as armaduras nelas existentes. O contato com as formas e com a armadura deve ser evitado ao máximo.

Cada camada de concreto deverá ser levada à máxima densidade possível, de maneira a não conter bolsões ou vazios no seu interior. O

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

concreto deverá ser lançado em camadas de espessura tal que, ao ser vibrada, seja garantida a uniformidade de adensamento. O vibrador deverá ser operado numa posição quase vertical, deixando que o cabeçote penetre sob a ação de seu próprio peso, sempre que as dimensões das peças o permitir.

A seqüência de aplicação de vibração deverá ser linear em um único sentido, mantendo-se uma distância uniforme entre os pontos de imersão, distância variável unicamente em função da capacidade de cada vibrador, devendo-se cruzar levemente os sucessivos bolsões de influência do aparelho. Os vibradores serão de tipo de imersão, operando por ação elétrica ou pneumática. Deverá ser evitada a vibração excessiva, causando segregação da nata de cimento e afloramento de água. O conjunto de equipamentos de vibração deverá ser dimensionado em quantidade, potência e dimensões necessárias para adensar adequadamente o concreto.

As eventuais falhas na superfície dos elementos concretados, ocorridas por má execução dos serviços de adensamento, ou não, deverão ser cuidadosamente reparadas. Nos casos de execução de concreto aparente, tais correções deverão ser feitas de modo que sejam mantidas a mesma coloração e textura, através da adição de cimento branco, quando necessário.

### **3.10 Cura do concreto**

As superfícies do concreto deverão ser protegidas contra a secagem prematura, logo após o seu lançamento.

O concreto, depois de lançado, deverá ser conservado úmido por um período de tempo nunca inferior a sete dias. A cura pela água poderá ser

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

executada por irrigação, lençol de água, camada de areia úmida, ou panos de saco, molhados e espalhados em toda a superfície. A cura deverá ser iniciada logo após a verificação do início de pega nos trechos concretados. A água deverá ser do mesmo tipo da empregada na concretagem. O período de cura deverá ser aumentado em até 50% quando a temperatura ambiente for muito elevada ou o clima estiver muito seco.

O uso de processo de aceleração de cura poderá ocorrer quando aprovado pela fiscalização, desde que o processo seja devidamente controlado, não dispensando as medidas de proteção contra a secagem prematura do concreto.

### **3.11 Juntas de concretagem**

As juntas de concretagem deverão ser criadas quando a concretagem tiver que ser interrompida por mais de 12 horas. Deverão ser definidas e programadas pelo executor e submetidas à prévia autorização da fiscalização.

Todas as juntas deverão ser convenientemente tratadas antes da retomada da concretagem, através de apicoamento manual ou "corte verde", para retirada da nata superficial.

No local da junta de concretagem devem ser colocados ferros de 6,3 mm num espaçamento de 5 a 10 cm, com 40 cm para cada lado da junta.

A superfície da junta de concretagem, no início do endurecimento do concreto, deverá ser energicamente escovada com escova de aço, aplicando-se jato de água no final da pega, de modo a remover a pasta e o agregado miúdo, para expor o agregado graúdo.

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

Imediatamente antes do início da concretagem, a superfície da junta deve ser perfeitamente limpa com ar comprimido e jato d'água, de modo que todo o material solto seja removido e a superfície da junta fique abundantemente molhada, não sendo permitida a formação de poças de água.

A superfície da junta deve receber, antes do reinício da concretagem, o lançamento de uma camada de argamassa de cimento e areia com traço 1:3 e mesmo fator água-cimento usado no concreto, com espessura aproximada de 1 cm, de modo a garantir a não ocorrência de descontinuidade na textura do concreto, ou seja, impedir a formação de uma faixa de concreto poroso ao longo da junta.

Se a superfície de uma camada for relativamente inacessível, ou se, por qualquer outra razão, a fiscalização considerar indesejável alterar a superfície de uma camada, antes do fim da pega, não será permitido o corte da superfície por meio de jato de água sobre pressão, e será requerido o posterior corte por apicoamento, ou outro processo mecânico.

A utilização de adesivos estruturais, quando for o caso, deverá ser aprovada pela fiscalização.

### **3.12 Juntas de dilatação**

As juntas de dilatação e de retração deverão ser construídas de acordo com as indicações do projeto.

Juntas de dilatação são intervalos abertos entre trechos de superestrutura, ou entre a superestrutura e os encontros, que permitem que a superestrutura se dilate ou se contraia com as variações de

temperatura. Estes intervalos, exceto nas juntas abertas, são preenchidos por vários tipos de dispositivos, que serão identificados como juntas de dilatação.

O preenchimento das juntas de dilatação e de retração salvo indicação em contrário em projeto ou da fiscalização, deverá ser executado com materiais apropriados de qualidade comprovada, de acordo com as orientações do fabricante.

As juntas de contração, quando indicadas em projeto, serão executadas por pintura asfáltica a frio, da face de concreto já executada, de maneira a impedir a aderência entre concreto novo e velho, devendo ser seguidas as instruções do fabricante.

“Veda-junta” ou “Mata-junta” serão aplicados onde indicados em projeto, e será constituída por junta elástica pré-moldada de PVC, do tipo fungeband, sendo executados de acordo com as especificações do fabricante. Deverão ser fornecidas em comprimento que exija a mínima soldagem de campo. Os locais soldados deverão resistir igualmente aos esforços de tração suportados pelo material não soldado. Durante a instalação, deverão ser tomados cuidados especiais para apoiar e posicionar o veda-junta, a fim de assegurar o perfeito embutimento das abas no concreto e eliminar quaisquer defeitos que possam resultar em vazamentos na junta.

As metades simétricas deverão ser igualmente divididas entre os lançamentos de concreto adjacentes às juntas, isto é, o eixo do veda-juntas deve coincidir com a abertura da junta.

O Construtor deverá aprovar, junto à fiscalização, dispositivo que garanta o posicionamento da junta de PVC durante o lançamento do concreto.

### **3.13 Acabamento das superfícies**

Na execução de concreto aparente será levado em conta que o mesmo deverá satisfazer aos requisitos exigidos para os elementos de concreto armado, como também condições para um rigoroso controle a fim de assegurar-se a uniformidade de coloração, homogeneidade de textura, regularidade das superfícies e resistência ao pó e às intempéries em geral.

As faces ou superfícies de concreto produzidos sem formas, serão acabadas por sarrafeamento, seguido de desempenamento como segue:

- Acabamento com Desempenadeira de Madeira - será uma superfície de concreto obtida através do uso de desempenadeira de madeira em superfícies horizontais imediatamente após o nivelamento e antes que se verifique o início de pega. O uso da desempenadeira não será excessivo, pois os finos poderão ser trazidos para a superfície. Em superfícies verticais, quando indicado, significa que será usada desempenadeira de madeira em superfícies verticais cujas formas foram retiradas 24 horas após a concretagem.
- Acabamento com Desempenadeira de Aço - será a superfície obtida com o uso de uma desempenadeira de aço, após o nivelamento e o desempeno da superfície com desempenadeira de madeira, logo após o lançamento do concreto para que se obtenha uma superfície densa e lisa, que possa ser pintada se necessário. O desempeno não será iniciado antes que as superfícies tenham dado pega o suficiente para sustentar as placas de apoio dos joelhos dos operários sem sofrer danos. O desempeno deverá eliminar todas



as irregularidades e deixar a superfície do concreto com um acabamento liso, duro e livre de marcas e manchas.

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

Nenhum serviço de reparo deverá ser levado a cabo sem que a superfície aparente de concretagem tenha sido anteriormente inspecionada pela fiscalização.

Poderão ser aplicados revestimentos químicos, oleosos ou resinosos de acordo com as condições de exposição e tráfego, para a proteção contra ácidos, sais ou álcalis.

Todos os revestimentos, ou outras formas de proteção, serão aplicados de acordo com as especificações dos fabricantes e dentro dos requisitos especificados nos desenhos.

#### **4 Estruturas Pré-moldadas de concreto**

Os elementos pré-moldados poderão ser fabricados em canteiro ou em local especializado na fabricação de peças pré-moldadas, desde que sejam atendidas as normas e as especificações dos materiais de acordo com este memorial.

Antes do lançamento do concreto é necessário conferir dimensões, nivelamento e prumo, em conformidade com as tolerâncias. As formas deverão seguir alguns itens para manter a qualidade das peças:

- Ser estáveis para que as dimensões das peças obedeça às tolerâncias de norma;
- Apresentar pouca aderência com o concreto e fácil limpeza;
- Apresentar facilidade de desmoldagem. Caso sejam usados desmoldantes estes devem ser aplicados de modo homogêneo evitando excessos ou falta;
- Ser estanques para que não haja fuga de nata de cimento com prejuízo na resistência e no aspecto das peças, podendo ser utilizados selantes ou cantoneiras;
- Podem ser de aço, madeira ou plástico reforçado com fibra de vidro.
- Devem ser evitados cantos vivos, pois estes são suscetíveis a danos durante o manuseio dos elementos.

As armações deverão seguir os mesmos cuidados e critérios que forma indicados para as estruturas em concreto convencional.

Nas estruturas pré-moldadas é comum trabalhar com concretos com maior resistência, menor relação água/cimento e menor índice de consistência por essa razão o adensamento deve ser executado com muito cuidado para que prejudique a qualidade das peças.

A cura dos elementos poderá ser executada por aspersão, por imersão, térmica ou com película impermeabilizante.

As peças pré-moldadas poderão ser deformadas e transportadas para a área de estocagem após o concreto ter adquirido a resistência mínima indicada em projeto. Não é recomendável fazer a desmoldagem com concretos com menos de 10 MPa pois poderão ocorrer problemas como a deformação excessiva, fissuração e quebras de bordas e cantos.

O içamento das peças poderá ser feito por diversos dispositivos entre eles:

- Internos - laços ou chapas chumbados, orifícios, laços ou argolas rosqueadas posteriormente, e dispositivos especiais;
- Externos – balancins, prensadores transversais, braços mecânicos e ventosas.

Os pontos de içamento das peças foram previstos em projeto e deverão ser obedecidos no transporte das peças. Deverão ser tomadas precauções no transporte a fim de evitar deformações, choques ou qualquer ação que prejudique a integridade das peças.

A estocagem e o armazenamento deverão ser feitos em área plana, longe de umidade e com capacidade de suporte uniforme. O armazenamento das peças pré-moldadas deverá ser feito de modo a evitar qualquer dano as peças, tomando-se especial a distância entre apoios a fim de evitar o empenamento das peças. Os elementos deverão ser armazenados de preferência na posição correspondente a utilização definitiva.

## **5 Controle Tecnológico do Concreto**

Todo o processo de estudo da dosagem, preparo, recebimento, controle tecnológico e aceitação do concreto deverá estar de acordo com a NBR-12655.

O fornecedor do concreto deverá garantir a resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ) do concreto através de controle tecnológico da dosagem, conforme estabelecido pelas normas NBR-7212 e NBR-12655.

Deverão ser realizadas, em laboratório, no mínimo os ensaios abaixo indicados:

- Amostragem do concreto fresco, segundo a NBR-5750
- Moldagem e cura de corpos de prova segundo a NBR-5738
- Ensaio de consistência segundo a NBR-7223
- Ensaio de compressão de corpos de prova segundo a NBR-5739

### **5.1 Agregados**

Devem ser obedecidas as prescrições das normas NBR-6118 e NBR-7211 da ABNT. Os ensaios devem ser feitos no mínimo antes do início dos serviços, sempre que houver mudança na origem dos agregados e a cada 100 m<sup>3</sup> de agregado recebido.

### **5.2 Cimento**

Devem ser obedecidas as prescrições das normas da ABNT.

Os ensaios devem ser feitos, no mínimo, antes do início dos serviços, sempre que houver mudança de fornecedor e a cada partida recebida.

### **5.3 Água de amassamento**

A água destinada ao amassamento do concreto deverá estar isenta de teores prejudiciais e de substâncias estranhas. São consideradas satisfatórias as águas potáveis e as que tenham PH entre 5,8 e 8,0 e respeitem os seguintes limites máximos:

- matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido): 3mg/l
- resíduo sólido: 5000 mg/l
- sulfatos (expressos em íons de SO<sub>4</sub>): 300 mg/l
- cloretos (expressos em íons Cl): 500 mg/l
- açúcar: 5 mg/l

### **5.4 Aço**

As barras, fios, e telas de aço para armadura deverão ser ensaiados de acordo com as normas da ABNT, devendo os resultados serem submetidos a fiscalização.

### **5.5 Consistência do concreto**

A consistência do concreto, medida através de ensaios de abatimento (Slump Test), deverá ser definida em função do tipo de peça e da concentração de armadura, dentro dos seguintes intervalos (valores médios de consistência do concreto):

- Lastro de Concreto sob fundações e pavimentações: 0 a 2 cm;

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

- Concreto para pavimentação: 2 a 5 cm;
- Peças de Concreto de grandes massas, sem armação ou com baixa taxa de armação (sapatas, blocos de fundação, muros de arrimo, bases para equipamentos, etc.): 2 a 5 cm;
- Peças de Concreto de grandes dimensões, com média a alta taxa de armação (lajes, vigas, pilares, paredes): 3 a 7 cm;
- Peças de Concreto de seção transversal de pequenas dimensões e com alta taxa de armação (paredes delgadas, pilares esbeltos, vigas e lajes de pequenas dimensões): 5 a 10 cm;
- Concreto submerso: 12 a 16 cm;
- Concreto para ser transportado por bombeamento: 6 a 16 cm.

O abatimento (Slump) necessário para cada entrega de concreto deverá ser especificado pelo engenheiro preposto da Construtora.

A proporção adequada do agregado para que seja obtido o abatimento (Slump) desejado será determinada em misturas experimentais utilizando-se os mesmos materiais a serem utilizados na obra.

Se, para determinada massada, o abatimento medido ultrapassar em 5 cm o limite superior indicado, o concreto dessa massada não poderá ser utilizado. Para valores intermediários, e a critério da fiscalização, a massada poderá ser aceita.

No caso de concretos de consistência seca (concretos rígidos), a medida da consistência deverá ser feita pelo ensaio de VEBE ou pelo ensaio de REMOLDAGEM modificado, com utilização do aparelho de POWERS.

## **5.6 Resistência do concreto**

Após a entrega do concreto na obra, serão executados ensaios para que seja verificada a sua qualidade para fins de aceitação.

Para execução dos ensaios deverão ser moldados corpos de prova, numa frequência de pelo menos um ensaio por dia de trabalho ou cada 25 m<sup>3</sup> de concreto lançado.

Cada ensaio de resistência à compressão será composto de um mínimo de 2 (dois) corpos de prova para 7 (sete) dias e 2 (dois) corpos de prova para 28 (vinte e oito) dias de idade para concretos normais ou 2 (dois) corpos de prova para 3 (três) dias e 2 (dois) para 7 (sete) dias quando for usado concreto de alta resistência inicial.

Os ensaios de resistência à compressão atenderão aos seguintes métodos: NBR-5738 (Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos de concreto) e NBR-5739 (Ensaio à compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto).

Se necessário, a critério da fiscalização, serão realizados ensaios para determinação do teor de ar incorporado ao concreto, de acordo com a NBR-9833 - Determinação da Massa Específica e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico

A estrutura poderá ser dividida em lotes, para os quais deverão ser retirados os corpos de prova.

Os corpos de prova deverão ser identificados por sistema de codificação a ser estabelecido em comum acordo entre a CONSTRUTORA e a fiscalização, o qual deverá indicar claramente os seguintes dados:

- Estrutura e lote a que pertencem;

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

- Número da amostra e idade, em dias, que com o qual seus exemplares deverão ser rompidos;
- Número de exemplar, bem como o numero de ordem do corpo de prova dentro do exemplar, ou a indicação se for corpo de prova reserva;
- Data da moldagem dos corpos de prova;
- Data na qual os corpos de prova deverão ser rompidos.

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

- Identificação da estrutura
- Identificação dos lotes em que a mesma foi dividida, com indicação das peças concretadas, o volume de cada lote e respectivas datas
- Identificação das amostras retiradas de cada lote com a indicação das datas de moldagem e de ruptura de seus exemplares
- Identificação dos exemplares de cada amostra com a indicação dos corpos de prova que constituem cada exemplar, bem como os valores da resistência a ruptura desses corpos de prova e o valor adotado para resistência a ruptura do exemplar
- Para cada lote da estrutura, o valor estimado da resistência característica do concreto com a idade que tiver sido especificada.

Os resultados de ensaios efetuados deverão ser apresentados em certificados, contendo todas as informações necessárias: tipo de controle, idade do concreto, número do lote/amostra, identificação do traço, presença/tipo de aditivos, resistência característica, resistência de dosagem, data da moldagem do corpo de prova, local/peça concretada,



resultado do ensaio de abatimento, número de exemplares, valor de resistência dos dois corpos de prova de cada exemplar, estudo estatístico e resistência à compressão estimada.

## **6 Estruturas Metálicas**

### **6.1 Materiais**

As seguintes especificações de materiais deverão ser seguidas:

- Perfis laminados e chapas – Aço ASTM – A 36 ou ASTM – A572.
- Chumbadores - Aço ASTM – A 36 ou SAE 1020.
- Porcas e Parafusos de Alta Resistência – ASTM A325.
- Porcas e Parafusos Comuns (ligações secundárias) – ASTM A 307.
- Eletrodos – E 70XX.

A Contratada deverá fornecer para aprovação, os desenhos de Detalhamento e Montagem. Estes desenhos deverão conter todas as informações necessárias à fabricação da Estrutura, tais como: listas de perfis, chapas, chumbadores parafusos, soldas, planos de montagem - se pertinentes, além de outras julgadas necessárias para a perfeita execução das Estruturas Metálicas e demais serviços complementares.

Os desenhos de Detalhamento e Montagem deverão estar em perfeita conformidade com os documentos constantes desta especificação e a aprovação dos mesmos não isentará a Contratada de sua total responsabilidade sobre eles.

## **6.2 Fabricação**

A fabricação deverá ser executada de modo a se obter um produto de qualidade obedecendo às prescrições das normas citadas nesta Especificação.

Todos os materiais, incluindo os de consumo tais como: eletrodos, tintas, parafusos etc. serão de fornecimento da Contratada e deverão estar em conformidade com os documentos aprovados.

Poderá a Contratante ou fiscalização, solicitar comprovação da qualidade dos materiais empregados, tais como certificados de propriedades mecânicas, etc.

Todos os componentes da estrutura deverão ser marcados por puncionamento com as marcas dos desenhos de Detalhamento. As estruturas deverão ser embarcadas com uma demão de fundo e uma de acabamento, ficando a cargo da Montagem a segunda demão de acabamento.

Qualquer peça julgada incorreta ou mal executada, dentro das tolerâncias das Normas serão passíveis de substituição ou correção, a critério da Contratante ou fiscalização nomeada antes do embarque e sem ônus para a mesma.

A fiscalização da Contratante terá livre acesso à Fábrica e inspecionará todas as etapas de fabricação, pintura, eventuais pré-montagens, embalagens e transporte.

### **6.3 Embalagem, transporte e armazenamento**

Após a Fabricação de um lote de peças, conforme o cronograma de Montagem e ocorrendo a sua liberação pela fiscalização, o mesmo deverá ser preparado para embarque e armazenamento com os cuidados para evitar danos.

Peças de pequeno porte ou parafusos e porcas deverão ser embalados em caixas ou amarrados convenientemente com identificação clara.

Qualquer material danificado deverá ser reparado ou substituído a critério da fiscalização, antes da montagem, sem ônus ou atrasos nos cronogramas estabelecidos.

### **6.4 Montagem**

A Montagem se processará conforme os desenhos pertinentes indicados nos itens anteriores e complementados pelas normas citadas nesta Especificação.

Todos os parafusos de Alta Resistência deverão ser apertados e torqueados com chave calibrada, conforme o prescrito nas normas NBR 8800 e AISC - "Specification for Structural Joints Using A 325 or A 490".

Os parafusos comuns - A 307 das ligações secundárias e conexões com barras rosqueadas deverão sofrer aperto manual até que não haja rotação da porca.

Deverá a Contratada fornecer, instalar e remover todas as estruturas provisórias de travamento necessárias para a montagem.

Os reparos de pintura deverão ser executados no campo com o mesmo esquema de proteção aplicado na fábrica.

Os chumbadores embutidos no concreto deverão ser fornecidos previamente de tal forma a não gerarem atrasos no cronograma ou serviços de terceiros.

A montagem será iniciada após a verificação da perfeita locação dos eixos, chumbadores e nivelamento das bases, para que se tenha uma perfeita montagem da estrutura. Não se permitirão alargamentos de furos durante a execução da montagem.

A instalação de chumbadores e embutidos no concreto não serão de responsabilidade da Contratada, porém todas as facilidades deverão ser fornecidas ao empreiteiro civil, tais como gabaritos etc.

Deverá a Contratada aprovar ou solicitar as correções devidas em tempo hábil antes da continuidade dos serviços de montagem.

Estará a cargo da Contratada, o fornecimento de todos os materiais de consumo como eletrodos, grautes, tintas, bem como equipamentos de segurança e toda a mão de obra necessária à montagem da edificação.

A Contratante ou fiscalização, nomeada pela mesma, terá livre acesso ao Canteiro de obras devendo observar o trabalho da Contratada no que concerne à Perfeita obediência aos itens desta Especificação, podendo a qualquer tempo:

- Recusar serviços julgados incorretos ou imperfeitos,
- Solicitar ensaios em soldas e comprovação de apertos de parafusos.
- Solicitar atestados de qualificação de soldadores conforme AWS.

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

- Solicitar levantamentos topográficos e outros julgados necessários.

Nenhum ônus caberá a Contratante por conta destes ensaios ou correções solicitadas pela fiscalização.

## **6.5 Pintura e Proteção Anti-Corrosiva**

A Pintura e Proteção Anti-Corrosiva deverá ser executada somente onde especificado pela arquitetura:

- Tratamento de Superfície com jateamento de areia padrão Sa 2 ½
- Pintura de Fundo: 1 (uma) demão de epóxi poliamida com 125 micras de filme seco.
- Acabamento: 2 (duas) demãos de epóxi poliamida com 125 micras de filme seco.

Todas as superfícies que ficarem inacessíveis à manutenção após a montagem, sejam na fábrica ou no campo, deverão receber além da demão de fundo, duas demãos de acabamento. As partes danificadas na montagem deverão sofrer limpeza mecânica padrão visual St 3, com posterior primer e acabamento conforme esta Especificação

## **7 Estruturas de Madeira**

Para as estruturas em madeira em geral deve-se seguir rigorosamente a norma NBR7190 de agosto de 1997 – Projeto de Estruturas de Madeira – da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Esta Especificação deverá ser complementada, onde aplicável, pelo disposto nas últimas edições das seguintes Normas e Códigos:

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

AITC (American Institute of Timber Construction)

DIN-1052 (Deutsche Industrie Normen)

Os telhados devem ser executados com madeira classificada como C60 – página 16 da NBR7190 – Tabela 9 – Classes de Resistência das dicotiledoneas. Deve-se também seguir as especificações abaixo:

- Valores na condição padrão de referência:  $U = 12\%$ ;
- Resistência de compressão paralela as fibras: 60 MPa;
- Resistência de cisalhamento paralela as fibras: 8 MPa;
- Valor médio do modulo de elasticidade a compressão paralelo as fibras: 24.500 MPa;
- Densidade básica: 800 kgf/m<sup>3</sup>;
- Densidade aparente: 1000 kgf/m<sup>3</sup>.

Para colunas em madeira adotado é o Eucalypto da espécie Eucalyptus citriodora ou Eucalyptus saligna, com resistência admissível a flexão superior (madeira verde) a 1500 kgf/cm<sup>2</sup> e módulo de elasticidade a compressão (madeira verde) 210000 kgf/cm<sup>2</sup>, com resistência admissível a flexão superior (madeira verde) a 1500 kgf/cm<sup>2</sup> e módulo de elasticidade a compressão (madeira verde) 210000 kgf/cm<sup>2</sup>.

Para as ligações utilizar chapas metálicas de no mínimo 6,0 mm de espessura em aço ASTM A588.

Usar parafusos prisioneiros fabricados em aço ASTM A588 – galvanizados a fogo. As porcas e arruelas devem ser fabricadas com aço ASTM A490.

Tatiana de Cássia Badia  
Engenheira Civil  
CREA 5061088010

Eventualmente poderão ser utilizados pregos. Todas as ligações e demais peças metálicas deverão ser galvanizadas a fogo após a sua fabricação. No caso de peças soldadas na obra, as ferragens deverão ser protegidas com pintura própria a base de zinco.