

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE REFORMA DE BUNKER EXISTENTE E  
CONSTRUÇÃO DE NOVO BUNKER E ÁREAS COMPLEMENTARES PARA ALA DE  
RADIOTERAPIA DO CEPON, NO MUNICÍPIO DE FLORIANOPOLIS - SC**

---

**Contratante:** FAHECE - Fundação de Apoio ao HEMOSC/CEPON

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

Projeto Estrutural

ITAJAÍ  
NOVEMBRO/2020



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	4
1.2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	5
<b>2</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>6</b>
2.1	ESTRUTURA DO BUNKER.....	6
2.2	ESTRUTURA DOS ANEXO.....	6
2.3	COBERTURA METÁLICA.....	7
<b>3</b>	<b>ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO .....</b>	<b>8</b>
3.1	ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS.....	8
3.1.1	Aditivos.....	8
3.1.2	Água da Mistura .....	9
3.1.3	Pregos .....	9
3.1.4	Cimento Portland Pozolânico .....	9
3.1.5	Madeira .....	10
3.1.6	Agregados Graúdos .....	10
3.1.7	Agregados Miúdos .....	10
3.1.8	Arame Recozido.....	10
3.1.9	Barras e Fios de Aço.....	11
3.1.10	Chapas à Prova D'água para Formas de Concreto.....	11
3.1.11	Concreto.....	11
3.1.12	Dosagem.....	11
3.2	CONCRETO ARMADO.....	12
3.2.1	Responsabilidade.....	12



3.2.2	Vistoria .....	12
3.2.3	Escoramentos .....	12
3.2.4	Formas .....	12
3.2.5	Concretos .....	13
3.2.5.1	<i>Generalidades</i> .....	13
3.2.5.2	<i>Preparo de Concreto</i> .....	14
3.2.5.3	<i>Armadura</i> .....	14
3.2.5.4	<i>Lançamento de Concreto</i> .....	15
3.2.5.5	<i>Adensamento</i> .....	17
3.2.5.6	<i>Remoção das Formas</i> .....	17
3.2.5.7	<i>Cura</i> .....	18
3.2.5.8	<i>Furações</i> .....	19
3.2.5.9	<i>Exame Tecnológico</i> .....	19
3.2.5.10	<i>Reparos no Concreto</i> .....	20
3.2.5.11	<i>Cimbramento</i> .....	20
<b>4</b>	<b>ESTRUTURA METÁLICA .....</b>	<b>22</b>
4.1	MATERIAIS.....	22
4.1.1	Tolerâncias Dimensionais .....	22
4.2	LIGAÇÕES PARAFUSADAS .....	23
4.3	SOLDA ELÉTRICA .....	23
<b>5</b>	<b>ENCERRAMENTO .....</b>	<b>26</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O presente documento tem por objetivo apresentar as soluções adotadas para a construção de novo bunker com áreas complementares, na Ala de Radioterapia do CEPON, no município de Florianópolis - SC.

A edificação é existente e deve passar por uma adequação para receber novos equipamentos, contemplando reforma com reforço estrutural do bunker existente, e ampliação de novo bunker, sala para comando, depósito e consultórios.

A tipologia da edificação existente a receber a reforma e ampliação é de concreto armado, com paredes de fechamento em alvenaria. A cobertura existente possui estrutura e telhas metálicas, não necessitando de alterações.

A área da edificação existente da Ala de Radioterapia é de 1.032,58 m<sup>2</sup>, desta, 131,15 m<sup>2</sup> é de reforma. A área de ampliação é de 250,40 m<sup>2</sup> de edificação e 75,80 m<sup>2</sup> de áreas cobertas externa. Somando as áreas existente com ampliação, a edificação ficará com 1.358,78 m<sup>2</sup>.

O CEPON fica localizado na Rodovia Admar Gonzaga, nº 655, Bairro Itacorubi, em Florianópolis, Santa Catarina.

O projeto contempla as exigências das normas vigentes no país, tais como:

- NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 6120:1980 – Cargas para cálculo de estruturas e Edificações;
- NBR 6122:2010 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 8880:2008 – Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
- NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações.

## **1.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Os materiais empregados neste memorial deverão ser de qualidade equivalente ou superior ao especificado, assim como a mão de obra empregada deverá possuir comprovada capacitação técnica, trabalhando sob a supervisão de um profissional habilitado, engenheiro civil ou arquiteto, seguindo os dispositivos nas normas técnicas pertinentes para acompanhamento da obra desde o início (responsável pela execução). O profissional designado tratará todas as questões pertinentes a execução da obra com o fiscal da obra.

Entende-se por equivalência entre materiais ou equipamentos, a existência de analogia total ou equivalência do desempenho dos mesmos, em idêntica função construtiva e as mesmas características exigidas na especificação ou no serviço que a eles se refiram.

Os desenhos do projeto, lista de materiais e memorial técnico se completam e têm o mesmo grau de importância. Em caso de conflito entre as imagens apresentadas e a especificação técnica dos materiais, deve-se considerar as informações das especificações técnicas.

Nenhuma alteração nas plantas, detalhes ou especificações, determinando ou não alteração de custo da obra ou serviço, será executada sem autorização do fiscal da obra.

Em caso de itens presentes neste Memorial Descritivo e não incluídos nos projetos, ou vice-versa, devem ser levados em conta na execução dos serviços de forma como se figurassem em ambos.

Em caso de divergências entre os desenhos de execução dos projetos e as especificações, o fiscal da obra deverá ser consultado, a fim de definir qual a posição a ser adotada.

Em caso de divergência entre desenhos de escalas diferentes, prevalecerão sempre os de escala maior. Na divergência entre cotas dos desenhos e suas dimensões em escala, prevalecerão as primeiras, sempre precedendo consulta ao fiscal da obra.

## **2 DESCRIÇÃO DO PROJETO**

Trata-se da construção de uma área de ampliação de 250,40 m<sup>2</sup>, incluindo um bunker de concreto armado, que deve ser uma estrutura robusta para dar segurança devido ao uso que terá.

As coberturas, tanto do bunker quanto das demais áreas da ampliação serão metálicas. A fundação será direta devido a boa capacidade de carga do solo, que possui rocha logo nos primeiros metros.

### **2.1 ESTRUTURA DO BUNKER**

A estrutura de concreto possui grande espessura, esta determinada a partir de estudos de profissional especializado na área.

Devem ser observadas as diferentes etapas de concretagem. Estas são importantíssimas devido ao grande volume de concreto presente apenas nesta área. As esperas estão detalhadas em projeto. Também devem ser observados os pesos específicos mínimos do concreto a ser utilizado.

### **2.2 ESTRUTURA DOS ANEXO**

Para os anexos, exceto a parte do bunker, serão construídos lajes, vigas e pilares de concreto armado. As lajes serão maciças, tanto no térreo como na cobertura.

Nas lajes adjacentes ao bunker no nível da cobertura, existe uma laje técnica, para qual foi considerado o carregamento acidental de 500 kgf/m<sup>2</sup>, onde nas demais lajes foram considerados 25 kgf/m<sup>2</sup>. No nível térreo foi considerado 300kgf/m<sup>2</sup> em todas as lajes que recebem corredores; nas demais, 250 kgf/m<sup>2</sup>.

As fundações serão diretas com sapatas de concreto armado.

### 2.3 COBERTURA METÁLICA

Para as coberturas metálicas serão utilizados perfis de chapas dobrada em aço ASTM A-36. Serão utilizados pilaretes metálicos, onde neste serão apoiadas as terças e for fim as telhas.

Os beirais serão construídos com treliças metálicas apoiadas na estrutura de concreto armado a construir.

Os corrimões em estrutura metálica deverão ser posicionados em fundações diretas, assentadas abaixo do pavimento de concreto, conforme detalhe. Foi optado por não utilizar chumbadores diretamente no pavimento para obter uma rigidez maior, permitindo menores deslocamentos devido aos impactos laterais durante as manobras, além de conferir maior durabilidade devido a menor necessidade de manutenção.

### **3 ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO**

#### **3.1 ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS**

Os materiais recomendados neste projeto, para serem empregados na obra devem obedecer às especificações brasileiras da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, vigentes no país, tais como:

- NBR 5736 – 1991 Cimento Portland pozolânico;
- NBR 12655 – 2006 Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento;
- NBR 14931 – 2004 Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 7480 – 2007 Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificações;
- NBR 7211 – 2009 Agregados para concreto – Especificações.

Além das características especificadas no caderno de encargo geral, os materiais abaixo relacionados deverão atender também as características ora especificadas.

##### **3.1.1 Aditivos**

Os aditivos que se tornarem necessários para a melhoria da qualidade do concreto e da argamassa só poderão ser empregados por solicitação e aprovação da fiscalização. Neste caso, deve-se especificar o tipo, a qualidade e as características do aditivo, bem como os motivos que justifiquem o seu uso na obra em questão.

A porcentagem de aditivos deverá ser fixada conforme recomendações do fabricante, levando em consideração a temperatura ambiente e o tipo de cimento adotado, sempre com as instruções da fiscalização.

Podem ser usados aditivos a fim de melhorar algumas características do concreto, como por exemplo, a plasticidade, a homogeneidade, o peso específico, a impermeabilização, etc.

É expressamente proibido o uso de aditivos à base de cloretos.



### 3.1.2 Água da Mistura

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser armazenada em caixas estanques e tampadas, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas, ou seja, não deverá apresentar impurezas que possam vir a prejudicar o concreto, como sais, álcalis ou materiais orgânicos em suspensão. Em princípio, a água potável poderá ser utilizada.

Sempre que se suspeitar que a água local ou a disponível possa conter substâncias prejudiciais, análises físico-químicas deverão ser providenciadas.

### 3.1.3 Pregos

Quando houver necessidade, os pregos deverão ser de aço, com bitolas adequadas a sua utilização e isentos de ferrugem.

### 3.1.4 Cimento Portland Pozolânico

O cimento pode ser entregue em sacos, contêiner ou a granel, sempre respeitando as especificações apresentadas na NBR 5736.

O cimento fornecido a granel deve ser estocado em silo estanque, já os sacos de cimento devem ser armazenados em locais bem secos e protegidos para preservação de sua qualidade. Devem ser de fabricação recente, não sendo aceitos na obra quando entregues em sacos rasgados, molhados ou avariados durante o transporte, nem quando apresentarem variação superior a 2%, para mais ou menos, dos 50 kg. Também não devem ser aceitos cimentos transportados a granel ou contêiner, quando houver sinais de contaminação.

A embalagem do cimento será em saco normal de papel de 3 (três) folhas. O controle de estocagem deve permitir a utilização conforme a ordem cronológica de entrada no depósito. De modo algum poderá ser empregado cimento armazenado a mais de trinta dias.

Na eventualidade de os agregados em seu todo ou em parte serem quimicamente ativos, a percentagem de alcalinos de cimento não deverá ultrapassar 0,68%. Deverá

ser usado um único tipo de cimento para cada uma das estruturas. A determinação da agressividade dos agregados será feita de acordo com as normas específicas.

Não poderá ser usado cimento proveniente da limpeza de sacos ou embalagens.

#### 3.1.5 Madeira

No caso onde necessita-se o uso da madeira, como no caso das formas, deverão ser empregados o pinho ou outra madeira de qualidade adequada, sem nós ou fendas que comprometam sua resistência e com superfície adequada a deixar o concreto com aparência desejável.

#### 3.1.6 Agregados Graúdos

Os agregados deverão ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, não podendo conter substâncias que possam afetar as propriedades do concreto. A sua granulometria deve estar dentro das classificações necessárias para execuções apresentadas na NBR 7211, sem ultrapassar os limites da quantidade de substâncias nocivas estabelecidos pela mesma.

Os agregados deverão ser separados entre si, quando em estoque, de acordo com as classes de granulometria.

#### 3.1.7 Agregados Miúdos

Deverá ser natural, quartzosa, de grãos angulosos e ásperos ao tato, provenientes do britamento de rochas estáveis e não poderá conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas, terrosas ou de material pulverulento. Se for julgado necessário a areia deverá ser lavada. Seu armazenamento no canteiro da obra deverá obedecer à sua classificação granulométrica.

#### 3.1.8 Arame Recozido

Para amarração e casos similares, o arame usado deverá ser o P de fio de aço recozido, preto nº 16 ou 18 AWG.

### 3.1.9 Barras e Fios de Aço

Deverão ser dos tipos, CA 25, CA 50 e CA 60, conforme especificações em projeto, obedecendo a NBR 7480.

As barras e os fios de aço destinados a armaduras de concreto armado devem estar isentos de defeitos como: esfoliação, corrosão prejudicial (redução na seção efetiva maior do que 10%), manchas de óleo, redução da seção e fissuras transversais. O teor de carbono deve ser inferior a 1,7%. Seu peso, indicado em tabelas usuais, pode ter uma variação de no máximo 6%.

Deverão vir em feixes ao invés de rolos e apresentar elevada resistência e grande aderência. Sua estocagem deve ser em local abrigado das intempéries, sobre estrados. Também recomenda-se cobri-los com plástico ou lona, para proteção contra a umidade e outros agentes agressivos.

### 3.1.10 Chapas à Prova D'água para Formas de Concreto

As chapas deverão ser fabricadas com lâminas especialmente selecionadas, garantindo-se que sejam fortes e rígidas em todos os sentidos. Deverão ser tratadas quimicamente e colocadas com cola tal que impeça a penetração da água e evite seu inchamento. As chapas poderão ser de pinho ou laminados.

### 3.1.11 Concreto

A execução do concreto deverá obedecer, rigorosamente, ao projeto e especificações, bem como às Norma Técnicas da ABNT pertinentes. Não será permitido amassar-se volume superior a 350 litros de cada vez. Deverá ser rejeitado e inutilizado o concreto que apresentar vestígios de endurecimento ou começo de pega e que não seja colocado dentro do prazo de 30 minutos a partir da hidratação.

### 3.1.12 Dosagem

O concreto será dosado de modo a apresentar uma resistência característica à compressão igual ou superior ao fck especificado em projeto. Para tal, deverão ser realizados ensaios para comprovação.

## 3.2 CONCRETO ARMADO

### 3.2.1 Responsabilidade

A Contratada (construtora) assumirá inteira responsabilidade pela execução da estrutura, dessa forma, deverá fazer prévia verificação qualitativa e quantitativa dos materiais que lhe forem fornecidos. Na execução deverão ser seguidas todas as Normas Técnicas da ABNT referentes ao assunto.

### 3.2.2 Vistoria

Nenhum trecho de estrutura poderá ser concretado sem prévia vistoria por parte da Fiscalização.

### 3.2.3 Escoramentos

Os escoramentos deverão ser feitos de modo a não sofrerem, sob a ação de seu peso próprio, do peso da estrutura e das cargas acidentais que atuam durante a execução da estrutura, deformações prejudiciais ao formato das peças ou que possam causar esforços não previstos ao concreto.

Deverão ser consideradas no projeto do escoramento a deformação, a flambagem dos materiais e as vibrações sujeitas. Para outras considerações a NBR 14931 deve ser consultada.

### 3.2.4 Formas

As formas deverão ter as amarrações e os escoramentos necessários para não sofrerem deslocamentos ou deformações quando do lançamento do concreto, fazendo com que, por ocasião da desforma, a estrutura reproduza o determinado em Projeto.

Deverão ser executadas de modo a oferecer resistência à carga proveniente do concreto que nelas será lançado, a carga de ferragem e as sobrecargas eventuais, durante o período da construção.

A madeira utilizada deve apresentar-se isenta de nós fraturáveis, furos ou vazios deixados pelos nós, fendas, rachaduras, curvaturas ou empenamentos. A forma deve ser suficientemente estanque, de modo a impedir a perda de pasta de cimento.

Os materiais de execução das formas deverão ser compatíveis com o acabamento desejado (chapas de madeira ou metálica).

O madeiramento deverá ser armazenado em local abrigado, com suficiente espaçamento entre pilhas, visando a prevenção de incêndios.

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

É recomendável a utilização de formas de madeira plastificada de 12 mm, com reutilização de no máximo 4 vezes e espessura de no mínimo 4 cm.

### 3.2.5 Concretos

#### 3.2.5.1 Generalidades

A composição do concreto deverá ser determinada pelo engenheiro executor ou empresa de concreto usinado, através de estudos de dosagem experimental, objetivando atender aos requisitos de trabalhabilidade e resistência característica especificado pelo projetista. O concreto deverá ser dosado a fim de minimizar sua segregação no estado fresco, levando-se em conta as operações de mistura, transporte, lançamento e adensamento.

Será exigido o emprego de material de qualidade uniforme e correta utilização dos agregados graúdos e miúdos, de acordo com as dimensões das peças a serem concretadas. Também deverá ser fixado o fator água-cimento, tendo em vista a resistência e a trabalhabilidade do concreto, compatível com as dimensões e acabamentos das peças.

Todos os materiais recebidos na obra ou utilizados em usina deverão ser previamente testados para a comprovação de sua adequação ao traço adotado.

Por meio de laboratório, deverão ser feitos os ensaios de controle tecnológico do concreto e seus componentes de acordo com as Normas Técnicas da ABNT referentes ao assunto, antes e durante a execução das peças estruturais. O controle da resistência do concreto deve obedecer ao disposto na NBR 7215, que trata da resistência à compressão do cimento Portland.

Os concretos dosados em central deverão ser de procedência aprovada pela Fiscalização, uniformes e de traço conhecido, sempre verificados.

#### 3.2.5.2 Preparo de Concreto

Quando executado na obra, o amassamento deverá ser contínuo e durar no mínimo um minuto depois que todos os componentes estejam na betoneira.

Os agregados deverão ser medidos em caixas de dimensões preestabelecidas, previamente à colocação na betoneira e, por último, após misturadas a seco, o cimento deverá ser adicionado. Só então se lançará a água, na proporção adequada. O traço deverá ser dosado de modo a dar a resistência prevista nos cálculos e especificadas em projeto.

#### 3.2.5.3 Armadura

As armaduras deverão ser executadas por mão-de-obra treinada, sob os cuidados de um supervisor, e ocupar exatamente as posições indicadas nos detalhamentos.

As amarras deverão ser feitas com arame recozido nº 18 ou nº 16 AWG.

Para evitar que as armaduras encostem nas formas e garantam o cobrimento e o acabamento desejado, deverão ser providenciadas o calçamento das armaduras com espaçadores, para garantir o cobrimento mínimo preconizado em projeto.

De modo geral, as barras de aço deverão apresentar suficiente homogeneidade quanto às suas características geométricas, sem apresentar defeitos, como: bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão.

As barras de aço deverão ser depositadas em pátios cobertos com pedrisco, colocadas obre travessas de madeira e agrupadas nas várias partidas, por categoria,

por tipo e por lote. O critério de estocagem deverá permitir a utilização em função da ordem cronológica de entrada.

As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à aderência (barro, óleos, graxa ou outros elementos inconvenientes). Deve ser vedada a utilização de armaduras que apresentem camadas oxidadas.

Quando do prosseguimento dos serviços de armação decorrentes das etapas construtivas da obra, deve ocorrer a limpeza da ferragem de espera com escovas de aço, retirando excessos de concreto e de nata de cimento. Em casos onde a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, as mesmas deverão ser devidamente protegidas.

Após o término dos serviços de armação, deve-se evitar ao máximo o trânsito de pessoas através das ferragens colocadas. No entanto, passarelas de tábuas que oriente a passagem e distribua o peso sobre o fundo das formas e não diretamente sobre a ferragem deverão ser executadas.

#### 3.2.5.4 Lançamento de Concreto

O concreto só deve ser lançado depois que todo o trabalho de formas, instalação de peças embutidas e preparação das superfícies, estejam inteiramente concluídas. Todas as superfícies e peças embutidas que tenham sido incrustadas com argamassa proveniente de concretagem, deverão ser limpas antes que o concreto adjacente seja lançado.

O concreto deve ser depositado nas formas, tanto quanto possível e praticável, diretamente em sua posição final e não deve fluir de maneira a provocar sua segregação.

Quando levado por calhas para dentro das formas, a inclinação das mesmas deve ser estabelecida experimentalmente e em função da consistência do concreto. Recomenda-se, para concretos normais, a faixa de variação de inclinação entre 1:1,5 e 1:1 (horizontal: vertical).

As extremidades inferiores das calhas deverão ser dotadas de anteparo para evitar segregação. É terminantemente proibido quedas livres na concretagem maiores que 2 metros, acima disto, deve-se empregar funil para o lançamento.

Antes do lançamento, as formas deverão ser limpas de toda matéria orgânica que possa acarretar prejuízo ao concreto. Durante o lançamento deve haver cuidados para não deformar a armadura.

A colocação de concreto nas formas deve ser feita em camadas horizontais e com rapidez, devendo-se comprimir e vibrar mecanicamente as diversas camadas. Durante a concretagem de elementos estruturais de grande vão deve-se monitorar e corrigir deslocamentos no sistema de formas.

No caso do lançamento do concreto em superfícies inclinadas, deve-se iniciar na parte mais baixa e, progressivamente, sempre de baixo para cima. O lançamento do concreto deve ser efetuado em subcamadas de altura compatível com o alcance do vibrador, não podendo, entretanto, exceder 50 cm. O espalhamento do concreto para formar estas subcamadas pode ser efetuado por meios manuais ou mecânicos, mas nunca por vibração.

O concreto deve ser profusamente molhado durante todo o dia anterior ao lançamento, garantindo o estado de permanente umidade por pelo menos 7 dias.

Cada camada de concreto deve ser consolidada até o máximo praticável em termos de densidade. Deve ser evitado vazios ou nichos, de tal maneira, que o concreto seja perfeitamente confinado junto às formas e peças embutidas.

Para aumento da vedação e facilidade na retirada das formas, estas deverão ser molhadas até a saturação antes do lançamento. O lançamento deve ser contínuo e conduzido de forma a não haver interrupções superiores ao tempo de pega do concreto e só deve ser interrompido por força maior e, quando o for, deve ser feito sempre nos apoios. Neste caso, deverão ser tomadas precauções para garantir a suficiente ligação do concreto antigo ao novo no reinício da concretagem. As peças



recém fundidas não poderão receber cargas num prazo mínimo de 28 dias, tempo em que o concreto, geralmente, demora para atingir sua resistência.

A utilização de bombeamento para o concreto somente deve ser utilizada com a disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra suficientes para que haja perfeita compatibilidade e sincronização entre os tempos de lançamento, espalhamento e vibração do concreto.

O lançamento por meio de bomba só pode ser efetuado em obediência ao plano de concretagem, de modo a não haver retardo na operação de lançamento, evitando o acúmulo de depósito de concreto em alguns pontos. A operação de lançamento também não deve ocorrer de forma apressada ou atrasada.

#### 3.2.5.5 Adensamento

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser vibrado ou socado continuamente com equipamento adequado à sua trabalhabilidade. O adensamento deve ser executado de modo que o concreto preencha todos os vazios das formas.

Durante o adensamento, deve ser tomada as precauções necessárias para que não se formem nichos ou haja segregação dos materiais. Deve ser evitada a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, trazendo prejuízo à aderência.

O vibrador deve ser mantido na massa de concreto até que a nata apareça na superfície, momento em que este deve ser retirado e mudado de posição.

Os vibradores deverão trabalhar com uma frequência mínima de 7000 ciclos por minuto para o caso de imersão e com 8000 ciclos por minuto para o caso de formas.

#### 3.2.5.6 Remoção das Formas

O prazo mínimo para retirada das formas é de 3 dias para as faces laterais de colunas, pilares e vigas, 8 dias para as lajes, 14 dias para as faces inferiores das vigas, se forem deixadas escoras convenientemente espaçadas, e 28 dias para o descimbramento total, contando-se sempre dias completos (24 horas).

Para o começo da contagem de tempo, pode-se tolerar até 2 horas após o início do lançamento, admitindo-se a otimização da idade de remoção das formas em função da determinação dos tempos de início de pega do concreto.

A retirada das escoras e das formas deve ser feita sem choque. Deverão ser removidas de acordo com o plano de desforma e de maneira a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura. Não deverão ser retirados até que o concreto tenha adquirido resistência suficiente para: suportar a carga imposta ao elemento estrutural, evitar deformações maiores que as toleradas e resistir a danos na superfície durante a remoção.

#### 3.2.5.7 Cura

A cura deve ser iniciada logo após o término da concretagem, o concreto deve ser mantido úmido por, no mínimo, 7 dias. Ela deve ser cuidadosamente executada em todas as superfícies expostas, com o objetivo de impedir a perda de água destinada à hidratação do cimento. As formas, no caso de pilares e vigas, devem ser molhadas.

Durante o período de endurecimento do concreto, suas superfícies deverão ser protegidas contra chuvas fortes, secagens, mudanças bruscas de temperatura, choques e vibrações, as quais podem produzir fissuras ou prejudicar a aderência com a armadura.

Para impedir a secagem prematura do concreto, suas superfícies deverão ser abundantemente umedecidas com água por um período mínimo de 7 dias após o lançamento. Como alternativa, pode ser aplicado um agente químico de cura (aditivo), desde que as propriedades mecânicas e de trabalhabilidade não sejam consideravelmente alteradas e as recomendações para tal sejam respeitadas.

Enquanto o concreto não atingir endurecimento satisfatório, o mesmo deve ser curado e protegido de agentes prejudiciais para: evitar a perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada, assegurar a formação de uma capa superficial durável.

O método de cura dependerá das condições no campo e do tipo de estrutura.

#### 3.2.5.8 Furações

Deve se ter especial cuidado com as formas, pois os locais onde passarão as tubulações já estão previstos, ou seja, as furações necessárias já estão locadas.

Furações nas lajes também são previstas, devendo-se apenas tomar as precauções necessárias.

Aberturas e orifícios feitos para os trabalhos temporários devem ser preenchidos e acabados com material de qualidade similar ao do concreto utilizado nos elementos estruturais.

#### 3.2.5.9 Exame Tecnológico

Todo concreto produzido deve ser submetido a medidas do abatimento no tronco do cone, tolerando-se a variação de 1 cm em relação ao valor referido na liberação da composição do concreto.

Para o concreto destinado a peças em contato com o solo, adicionalmente, deve ser medido a temperatura inicial no lançamento, a massa específica e o teor de ar, tolerando-se, respectivamente, as seguintes variações em relação aos índices previstos no plano de concretagem e na liberação da composição do concreto: 2 °C, 30 kg/m<sup>3</sup> e 2%.

O controle da resistência do concreto deve ser feito de acordo com as recomendações da NBR 6118, exigindo-se ainda, quatro corpos de prova a cada 30 m<sup>3</sup> de concreto. As rupturas deverão ser feitas aos 7 e 28 dias. Os corpos de prova deverão atingir as condições requeridas do concreto.

Antes do início das concretagens, a Contratada (Construtora) deverá entregar um relatório fornecido por firma com idoneidade técnica reconhecida e aprovada pela Fiscalização da dosagem de concreto a ser empregada na obra.

Os corpos de prova, destinados ao ensaio de compressão axial numa mesma idade, não deverão ser moldados com amostras de concreto de um mesmo caminhão-betoneira, mas de amostras representativas dos caminhões, escolhidos ao acaso, de

modo a completar o número total de corpos de prova. Caso seja exigido pela Fiscalização, materiais de aparência duvidosa, também deverão ser ensaiados.

Quando o volume de concreto utilizado no período de 24 horas for inferior ao mínimo necessário ao atendimento da condição anterior, deverão ser moldados 2 corpos de prova para cada idade de ensaio e para cada caminhão-betoneira. Neste caso, se o concreto se destinar à execução de várias peças, exigindo tempo prolongado de descarga de cada caminhão betoneira, deverão ser moldados 2 corpos de prova para cada peça concretada, no momento do lançamento do concreto.

#### 3.2.5.10 Reparos no Concreto

Após a desforma deve ser examinado cuidadosamente as superfícies do concreto, assim como, o levantamento dos possíveis defeitos.

Sempre que possível, os reparos deverão ser iniciados logo após a retirada das formas, enquanto o concreto estiver jovem.

#### 3.2.5.11 Cimbramento

Os cimbramentos deverão suportar, sem deformações, as sobrecargas provenientes dos materiais de construção e dos serviços realizados sobre os mesmos. Havendo recalques ou distorções indevidas, a concretagem deve ser suspensa e todo o concreto afetado deve ser retirado. Antes do reinício dos trabalhos, o escoramento deve ser reforçado até alcançar sua forma original.

Os cimbramentos devem ser, suficientemente, bem escorados, encunhados, contraventados e apoiados, a fim de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques.

O descimbramento só pode ser iniciado decorrido o prazo necessário para obter-se a resistência adequada do concreto, definida nas especificações do projeto e comprovadas pelo resultado dos corpos de prova. Deve ser iniciado pelo seu afrouxamento, com a retirada das cunhas de madeira dura, a fim de evitar-se choques ou impactos violentos nas peças de concreto. As formas deverão ser providas de escoramento e travamento, convenientemente dispostos, de modo a evitar

deformações superiores a 5 mm. Em nenhum caso, entretanto, as escoras (caso sejam de madeira) terão seção menor que 38 cm<sup>2</sup> ou diâmetro menor que 7 cm. As escoras com mais de 3 metros deverão ser contraventadas.

## **4 ESTRUTURA METÁLICA**

### **4.1 MATERIAIS**

Os materiais utilizados em projeto foram:

- Aço para chapas metálicas
  - Soldas
  - ASTM-A36;
  - E 70XX;
- 
- A matéria prima deverá ser nova, limpa, livre de ferrugem, graxa barro, tinta e detritos em geral;
  - A fabricação deve atender ao projeto fornecido. Não é permitida a substituição de perfis e nem alterações de dimensões ou tipo de conexões indicadas;
  - As conexões em geral deverão ser projetadas para resistir aos esforços indicados no projeto e nunca inferior a 50% da capacidade da seção do perfil para o tipo de solicitação projetada;
  - As medidas deverão ser confirmadas no local da obra;
  - As peças fabricadas deverão ser marcadas com códigos apropriados para evitar erros e defeitos na montagem;
  - Poderá ser requerida a execução parcial de testes de matéria prima, caso não sejam atendidos os requisitos especificados de resistência. A substituição de toda a matéria prima e os custos dos testes ficarão a cargo do fornecedor, não se justificando atrasos por este motivo;
  - Não será permitida a execução de furos com maçaricos;
  - Não é permitida a execução de cortes a maçarico no canteiro.

#### **4.1.1 Tolerâncias Dimensionais**

Todas as peças deverão atender aos limites de tolerância especificado abaixo.

- Comprimento das peças até 10,00m: 1,5mm
- Comprimento das peças com mais de 10,00m: 3,0mm

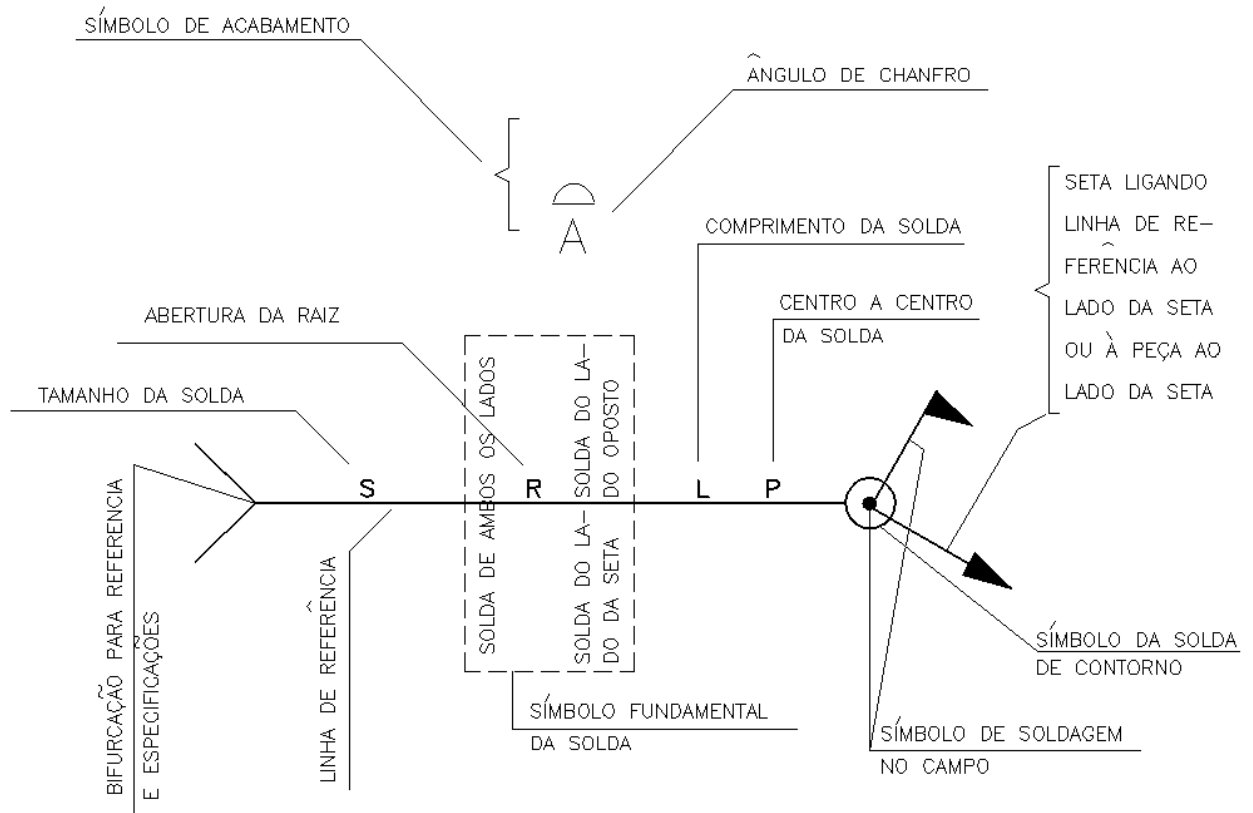
- Desalinhamento: 1/1000
- Prumo: h/500

#### 4.2 LIGAÇÕES PARAFUSADAS

- As conexões parafusadas deverão ter no mínimo dois parafusos, exceto para conexões secundárias;
- O diâmetro dos furos de conexões parafusadas será de no mínimo o diâmetro do parafuso mais 1/16”;
- O diâmetro dos furos para chumbadores será o especificado nos desenhos de projeto.

#### 4.3 SOLDA ELÉTRICA

- Simbologia:



- As superfícies a serem soldadas deverão estar limpas e livres de escórias, ferrugem, óleo, graxa, umidade, restos de tinta e outras impurezas;
- Deverá ser utilizada, na execução das costuras de soldas, a sequência apropriada, a fim de minimizar as deformações das peças conectadas e as tensões residuais;
- Serão rejeitadas soldas com bolhas, inclusão de escorias, diminuição da seção adjacente a costura, costuras irregulares e superabundantes;
- Nas soldas de topo, a espessura da solda não deve ser menor que a da peça base e nem exceder 3 mm;
- Nas soldas de aços especiais, de baixa liga e alta resistência, os eletrodos devem ser compatíveis com a qualidade do material base;
- Toda costura de solda defeituosa, incompleta e/ou mal executada deverá ser removida e reexecutada.
- Espessura mínima de solda de ângulo e penetração parcial:

ESPESSURA DA PEÇA BASE	ESPESSURA MÍNIMA DE SOLDA DE ÂNGULO E PENETRAÇÃO PARCIAL
ATE 1"/4 INCLUSIVE	1"/8 ( 3mm )
ATE 1"/4 ATE 1"/2	3"/16 ( 5 mm )
ATE 1"/2 ATE 3"/4	1"/4 ( 6 mm )
OBS : NÃO NECESSITA SER MAIOR QUE A MENOR ESPESSURA DA PEÇA BASE	

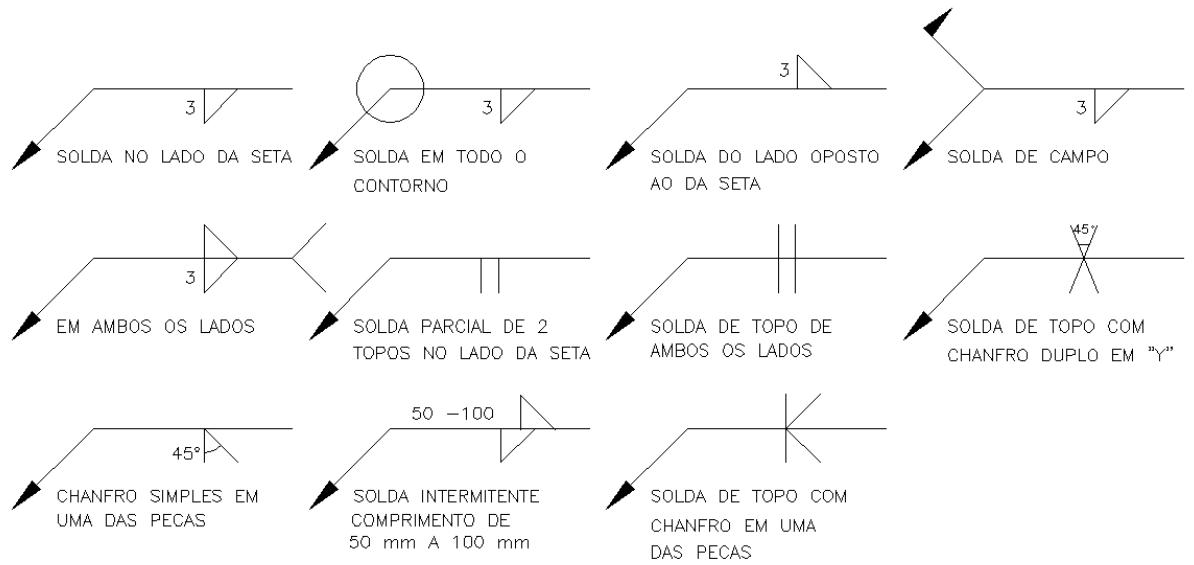
- Espessura máxima de solda:

ESPESSURA DA PEÇA BASE	ESPESSURA DA SOLDA
ATE 1"/4	1"/4
> 1"/4	ESPESSURA DA PEÇA – 1"/16

- Comprimento de solda: o comprimento efetivo de qualquer solda de ângulo não deve ser menor que 4 vezes a espessura da solda e nem menor que 40 mm.

Legenda de solda exemplos:





- As emendas de perfis soldadas ou parafusadas deverão resistir aos esforços indicados no projeto ou a 100% de capacidade da sua seção transversal, caso não haja essa indicação.

Este documento é composto por 26 páginas, numeradas de 01 a esta de número 26.

Itajaí – SC, 12 de novembro de 2020.

---

Engº Civil Sérgio Luiz do Amaral Lozovey  
CREA-SC 013.708-0