

Oliveira Araújo Engenharia Ltda.  
Avenida Laguna, Quadra 132, Lote 1, Sala 1, Jardim  
Atlântico - Goiânia – GO  
(62) 3218-1812  
[contato@oliveiraaraujo.eng.br](mailto:contato@oliveiraaraujo.eng.br)  
[paulo@oliveiraaraujo.eng.br](mailto:paulo@oliveiraaraujo.eng.br)



**SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO**  
**GURUPI – TOCANTINS**

# **MEMORIAL DESCRITIVO**

## **ESTRUTURA DE CONCRETO**

### **2ª FASE (AUDITÓRIO E GINÁSIO)**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DADOS DA OBRA .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTOS E NORMAS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>ESCAVAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>FUNDAÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>6.1</b>	<b>REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....</b>	<b>5</b>
<b>6.2</b>	<b>CONCEITOS IMPORTANTES.....</b>	<b>5</b>
<b>6.3</b>	<b>ESTACAS HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA – PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS.....</b>	<b>5</b>
6.3.1	Introdução .....	5
6.3.2	Caraterísticas gerais .....	5
6.3.3	Equipamentos .....	6
6.3.4	Perfuração.....	6
6.3.5	Concretagem.....	6
6.3.6	Armadura.....	6
6.3.7	Preparo da cabeça e ligação com o bloco de coroamento.....	7
6.3.8	Concreto.....	7
6.3.9	Controle do processo executivo .....	8
6.3.10	Registro da qualidade .....	8
6.3.11	Prova de cargas .....	9
6.3.12	Aprovação das estacas.....	9
<b>6.4</b>	<b>BLOCOS DE COROAMENTO.....</b>	<b>9</b>
6.4.1	Procedimentos executivos .....	9
6.4.2	Sequência de serviços para execução de blocos de fundação.....	9
6.4.3	Escavação e preparação da base.....	10
6.4.4	Arrasamento das estacas.....	10
6.4.5	Execução de concreto magro.....	11
6.4.6	Locação e posicionamento.....	12
6.4.7	Forma.....	13
6.4.8	Armadura.....	13
6.4.9	Concretagem do bloco .....	15
<b>7</b>	<b>PILAR – PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS.....</b>	<b>19</b>
<b>7.1</b>	<b>ARMADURAS.....</b>	<b>19</b>
7.1.1	Documentos importantes .....	19
7.1.2	Montagem da armadura .....	20
<b>7.2</b>	<b>FORMA.....</b>	<b>22</b>
7.2.1	Normas técnicas.....	22
7.2.2	Projeto de forma e escoramento .....	23
<b>7.3</b>	<b>CONCRETAGEM DOS PILARES.....</b>	<b>23</b>
7.3.1	Concretagem.....	23
7.3.2	Solicitação do concreto .....	23
7.3.3	Lançamento do concreto.....	24
<b>7.4</b>	<b>DESFORMA.....</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>VIGAS E LAJES – PROCEDIMENTOS .....</b>	<b>26</b>
<b>8.1</b>	<b>FORMAS ARMADURAS .....</b>	<b>27</b>
8.1.1	Documentos importantes .....	28
8.1.2	Montagem da armadura.....	28
<b>8.2</b>	<b>FORMA.....</b>	<b>28</b>
8.2.1	Normas técnicas.....	28
8.2.2	Projeto de forma e escoramento .....	28
<b>8.3</b>	<b>CONCRETAGEM DAS VIGAS E LAJES .....</b>	<b>29</b>



8.3.1	Concretagem .....	29
8.3.2	Solicitação do concreto .....	29
8.3.3	Lançamento do concreto .....	30
8.4	<b>DESFORMA</b> .....	<b>32</b>
9	<b>SLUMP TEST</b> .....	<b>32</b>
9.1	<b>MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA</b> .....	<b>33</b>
9.2	<b>ENSAIO DE MÓDULO DE DEFORMAÇÃO</b> .....	<b>34</b>
9.3	<b>DIRETRIZES PARA O USO CORRETO DO VIBRADOR</b> .....	<b>35</b>
9.4	<b>ERROS MAIS COMUNS DURANTE A VIBRAÇÃO DO CONCRETO</b> .....	<b>36</b>
9.5	<b>REPARO E RECUPERAÇÃO DE PEÇA ESTRUTURAL</b> .....	<b>36</b>
9.6	<b>EXECUÇÃO DE JUNTA FRIA</b> .....	<b>36</b>
10	<b>ESTRUTURA METÁLICA</b> .....	<b>37</b>
10.1	<b>MATERIAIS</b> .....	<b>37</b>
10.2	<b>FABRICAÇÃO</b> .....	<b>38</b>
10.3	<b>MONTAGEM</b> .....	<b>38</b>
10.4	<b>PINTURA</b> .....	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo tem por objetivo fixar normas especificações e procedimentos para a construção de estrutura de concreto armado. O conjunto de projetos, detalhes, legendas e memoriais de cálculo complementam as informações e dados deste memorial.

## 2 DADOS DA OBRA

**Obra:** Centro de Atividade – SESC Gurupi/TO;  
**Proprietário:** Sesc Serviço Social do Comercio;  
**Endereço:** Rua 03, Loteamento Park Filó Moreira.  
**2ª Fase:** Ginásio e Auditório

## 3 DOCUMENTOS E NORMAS DE REFERÊNCIA

- a) Documentos de Referência
  - Projeto de locação;
  - Projeto de Fundação;
- b) Normas técnicas e práticas complementares
  - Práticas de projeto, Construção de Edifícios em estrutura de concreto armado e estrutura metálica;
  - Normas da ABNT e INMETRO;
  - Normas regulamentadoras do Ministério do trabalho;
  - Instruções e Resoluções dos Órgãos do sistema CREA-CONEA.

## 4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

- Para o início da execução do serviço o terreno deve estar limpo e arrasado até as cotas definidas para o início da execução das fundações. O arrasamento acontecerá em etapas em função das cotas da cortina e dos pontos de fundação da edificação;
- Definir a referência de nível (RN) e locação da obra, que poderá ser uma lateral alinhada do terreno ou um ponto locado pela topografia e citado no projeto de arquitetura;
- **Os pontos referenciados no projeto:**
  - ✓ EST-232-A01-EX-001-MET-GER-LOC-R00- Ginásio;
  - ✓ EST-232-A01-EX001-CAR-GER-LOC-GER-R00- Auditório;
  - ✓ EST-232-EX-005-FUN-TER-FOR-R01- Vestiário;
  - ✓ EST-232-EX-001-MET-GER-LOC-R00- Alambrado.
- Tratam dos eixos “x” e “y”, dos elementos, sejam eles componentes da fundação ou da estrutura. Devem ser locados com equipamentos adequado, denominado estação total, considerando as cotas acumuladas partindo do ponto de referência. Os pontos locados devem ser transcritos para o gabarito, permitindo a identificação, até que seja executada a primeira etapa dos pilares;
- Os pontos dos elementos de fundação (Estacas Hélice Continua), devem ser locados individualmente, e protegidos conforme **DETALHE PIQUETE DE LOCAÇÃO**, em função da constante movimentação de equipamentos, durante o processo de execução das fundações. Os pontos de locação devem ser conferidos no momento da escavação, levando em consideração que o item 8.5.7 da NBR 6122 (ABNT 2019) – Desaprumo de estacas;
- Sempre que houver desvio superior a 1:100 entre o eixo projetado e o eixo executado da estaca as avaliações de segurança do projeto deverão ser revisadas para as novas condições.

## 5 ESCAVAÇÃO

**Definição:** A escavação é o processo de criação de valas e furos, por meio de cortes no terreno, de acordo com o projeto desenvolvido. As escavações têm a função de receber a fundação através das aberturas efetuada no solo.

**Equipamentos:** Deve ser utilizado equipamentos adequados, que possibilitem a execução simultânea de cortes e aterros, tais como, tratores conjugados a carregadores frontais, retroescavadeira, escavadeira de lança, caminhões basculantes.

**Execução:** O desenvolvimento da operação de corte se processará sob a previsão da utilização adequada ou rejeição dos materiais extraídos. Mantendo em nota a espera estes materiais para uso no reaterro, os materiais excedentes serão descartados. Verificar as cotas no projeto Arquitetônico pranchas 15, 16, 17, 18, 19 e 20. As escavações para execução dos blocos e das valas para as vigas baldrame, (Vigas do subsolo) e das cortinas serão executados manualmente.

## 6 FUNDAÇÃO

### 6.1 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- ABNT NBR 3738:2016, Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova;
- ABNT NBR 5739:2018, Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
- ABNT NBR 6118:2014, Projeto de estrutura de concreto – procedimento;
- ABNT NBR 6122:2019, Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 6484:2001, Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio;
- ABNT NBR 6489:2019, Prova de carga direta sobre o terreno de fundação – Procedimento;
- ABNT NBR 7212:2012, Execução de concreto dosado em central – Procedimento;
- ABNT NBR 8036:1983, Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimentos;
- ABNT NBR 12131:2006, Estacas – Prova de cargas estático – Método de ensaio;
- ABNT NBR NM 67:1998, Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.
- ABNT NBR 15575:2016, desempenho de edificações habitacionais.

### 6.2 CONCEITOS IMPORTANTES

**Bloco de coroamento:** é o elemento estrutural que transfere a carga dos pilares para os elementos de fundação profunda.

**Estaca hélice contínua monitorada:** estaca de concreto moldada *in loco*, executada mediante a introdução no terreno, por rotação de um trado helicoidal contínuo no terreno e injeção de concreto pela própria haste.

### 6.3 ESTACAS HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA – PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

#### 6.3.1 Introdução

Este Anexo descreve os procedimentos executivos para:

- a) complementar a seção anterior;
- b) especificar os insumos;
- c) detalhar as diretrizes construtivas.

#### 6.3.2 Características gerais

- Executar de acordo com o projeto específico, e as normas referenciadas para estacas moldadas “in loco”.

- Escavar o furo até a profundidade indicada no projeto de fundação, ver pranchas EST-232-A01-005-FUN-GER-R001 a EST-232-A01-005-FUN-GER-R00.
- Não se deve executar estacas com espaçamento inferior a 5 vezes o diâmetro em intervalo inferior a 12 horas. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro.

### 6.3.3 Equipamentos

Os equipamentos deverão apresentar as características mínimas da tabela abaixo, além de torque compatível com o diâmetro da estaca e a resistência do solo a ser perfurado para que se minimize o confinamento durante a perfuração.

Tabela 1 Características mínimas da mesa rotativa e do guincho

Torque (kNm)	Arranque (kN)	Dimensões das estacas (cm)
< 80	400	Ø até 50cm com comprimento até 17,0 m
80 a 150	400	Ø até 80cm com comprimentos até 27,0 m
≥ 160	700	Ø até 120cm com comprimentos até 30,0 m

### 6.3.4 Perfuração

- O equipamento de escavação deve ser posicionado e nivelado para assegurar a centralização e verticalidade da estaca. O diâmetro do trado deverá ser verificado para assegurar as premissas de projeto;
- A haste é dotada de ponta fechada por uma tampa metálica recuperável;
- A perfuração se dá de forma contínua por rotação, até a cota prevista em projeto;
- O uso de prolongador é possível somente em condições especiais e desde que o solo, no trecho do prolongador, se mantenha estável.

### 6.3.5 Concretagem

- O concreto é bombeado pelo interior da haste com sua simultânea retirada. A ponta da haste é fechada por uma tampa para evitar entrada de água ou contaminação do concreto pelo solo. Esta tampa é aberta pelo peso do concreto no início da concretagem;
- A pressão do concreto deve ser sempre positiva para evitar a interrupção do fuste. Essa pressão é controlada pelo operador durante toda a concretagem.
- A concretagem é executada até a superfície do terreno.
- Se a concretagem da estaca for feita com o trado girando, este deve rotacionar no sentido da perfuração.

### 6.3.6 Armadura

#### 6.3.6.1 Considerações importantes

- Aço CA 50, resistência de escoamento de  $f_{yk} = 500$  MPa;
- Aço CA 60, resistência de escoamento de  $f_{yk} = 600$  MPa.
- Arame recozido para amarrações, com baixo teor de carbono, maleável.
- Fio único, em embalagem, com bitola de 1,65 mm (BWG 16).
- Fio duplo torcido, em embalagem, com fios de bitola de 1,15 mm.
- Espaçadores, distanciador circular tipo "rolete" com diâmetro conforme o cobrimento especificado para armadura.
- Garantir o cobrimento;
- Posicionar e centralizar as armaduras;
- Guiar as armaduras na descida dentro do concreto.

## 6.3.6.2 Documentos importantes

### a) Normas Técnicas

- ABNT NBR 7480:2007 - Aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado Especificação;
- ABNT NBR 7477:1982 - Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado – Método de ensaio.
- ABNT NBR 7438:2016: Materiais metálicos- Ensaio de dobramento.

### b) Notas

- O fornecimento do aço para armaduras deve estar em conformidade com o item 4.7 da ABNT NBR 7480;
- A inspeção e recebimento do aço na obra, ver item 6 da norma acima citada;
- Os ensaios do aço fornecido para as armaduras estão definidos no item 6.6.1 – Ensaio de tração; 6.6.2 – Ensaio de dobramento, descritos na ABNT NBR 7438; 6.6.3 – Ensaio de determinação do coeficiente de conformação superficial;
- Aceitação e rejeição ver item 7 da ABNT NBR 7480.

## 6.3.6.3 Colocação da Armadura

A colocação da armadura, em forma de gaiola deve ser feita imediatamente após a concretagem. Sua descida pode ser auxiliada por peso ou vibrador. A armadura deve ser enrijecida para facilitar a sua colocação.

## 6.3.7 Preparo da cabeça e ligação com o bloco de coroamento

- No caso de estacas com concreto inadequado abaixo da cota de arrasamento ou estacas cujo topo resulte abaixo da cota de arrasamento prevista, deve-se fazer a demolição do comprimento e recompô-lo até a cota de arrasamento.
- O material a ser utilizado na recomposição das estacas deve apresentar resistência não inferior à do concreto da estaca.
- Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (Potência <1000 Watts) para seções de até 900 cm<sup>2</sup>. O uso de marteletes maiores fica limitado a estacas cuja área de concreto seja superior a 900 cm<sup>2</sup>. O acerto final do topo das estacas demolidas deverá ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.

## 6.3.8 Concreto

### 6.3.8.1 Considerações iniciais

O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a) consumo de cimento não inferior a 400 kg/m<sup>3</sup>;
- b) abatimento ou "slump test" igual a  $22 \pm 3$  cm segundo ABNT NBR 7223;
- c) fator água / cimento  $\leq 0,6$ ;
- d) agregado: areia e pedrisco;
- e) porcentagem de argamassa em massa:  $\geq 55\%$ ;
- f) traço tipo bombeado.

### 6.3.8.2 Documentos importantes

#### a) Normas Técnicas

- ABNT NBR 12655:2015 Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Especificação;
- ABNT NBR 16697:2018, Cimento Portland – Requisitos;
- ABNT NBR 5738:2015, Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova;
- ABNT NBR 5739:2018, Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
- ABNT NBR 7211:2009, Agregados para concreto – Especificação;

b) Notas

- Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a ABNT NBR 5738 e ensaiados de acordo com a ABNT NBR 5739;
- Podem ser utilizados aditivos plastificantes, incorporadores de ar, aceleradores, retardadores desde que atendam às ABNT NBR 10908, ABNT NBR 11768 e ABNT NBR 12317;
- É permitido o uso de agregados miúdos artificiais de acordo com a ABNT NBR 7212.

### 6.3.9 Controle do processo executivo

Todas as fases de execução da estaca devem ser monitoradas eletronicamente a partir de sensores instalados na perfuratriz, registrando-se:

- a) nivelamento do equipamento e prumo do trado;
- b) pressão no torque;
- c) velocidade de avanço do trado;
- d) rotação do trado;
- e) cota de ponta do trado;
- f) a pressão de concreto durante a concretagem;
- g) velocidade de extração do trado.

Observação: Pelo menos 1% das estacas, e no mínimo uma por obra, deverá ser exposta abaixo da cota de arrasamento e, se possível, até o nível d'água, para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.

### 6.3.10 Registro da qualidade

Deve ser preenchida a ficha de controle diariamente para cada estaca, devendo constar as seguintes informações:

- a) identificação da obra e local, e nome do contratante e executor;
- b) data e horário do início e fim da concretagem;
- c) identificação ou número da estaca;
- d) cota do terreno;
- e) diâmetro da estaca;
- f) comprimento executado da estaca;
- g) desaprumo e desvio de locação;
- h) características do equipamento;
- i) especificação dos materiais e insumos utilizados;
- j) consumo de materiais por estaca;
- k) inclinação do trado;
- l) volume de concreto real e teórico;
- m) torque durante perfuração;
- n) rotação do trado;
- o) velocidade de avanço do trado;
- p) pressão de injeção do concreto;
- q) velocidade de extração do trado;
- r) anormalidades de execução;
- s) observações pertinentes.



## 6.3.11 Prova de cargas

Conforme item 9.2.2.1 – Quantidade de prova de carga: “É obrigatório a execução de provas de cargas estáticas de desempenho, no decorrer do estaqueamento, em obras que tiverem um número de estacas superior ao valor especificado na coluna (B) da Tabela 6”. No projeto desenvolvido, foi determinado o total de 467 pontos de fundação, onde é necessário cinco ensaios de prova de carga.

## 6.3.12 Aprovação das estacas

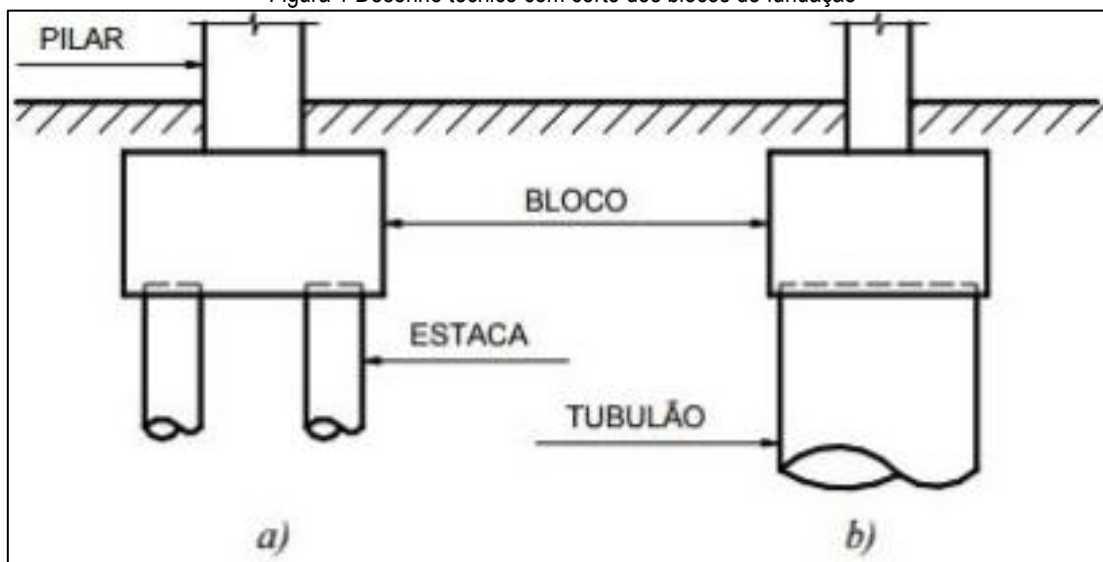
- Os serviços são aceitos desde que atendam, simultaneamente, às exigências de materiais e de execução;
- Se o controle do concreto apresentar resultados de ensaios dentro do estipulado no projeto e normas acima relacionadas;
- A sua excentricidade, em relação ao projeto, seja de até 10% do diâmetro do círculo que a inscreva;
- O desaprumo seja no máximo de 1% de inclinação do comprimento total;
- Valores diferentes dos estabelecidos devem ser informados ao projetista para verificação das novas condições.

## 6.4 BLOCOS DE COROAMENTO

### 6.4.1 Procedimentos executivos

Os blocos de fundações sobre estacas podem ser para qualquer número, dependendo principalmente da capacidade da estaca e das características do solo. Nos edifícios de vários pavimentos, como as cargas podem ser altas (ou muito altas), a quantidade de estacas é geralmente superior a duas. Há também o caso de blocos sobre um tubulão, quando o bloco atua como elemento de transição de carga entre o pilar e o fuste do tubulão. O bloco de fundações trabalha à flexão nas duas direções, mas com trações essencialmente concentradas nas linhas sobre as estacas.

Figura 1 Desenho técnico com corte dos blocos de fundação



### 6.4.2 Sequência de serviços para execução de blocos de fundação

- Escavação e preparação da base;
- Arrasamento das estacas;
- Execução de lastro em concreto magro;

- Locação e posicionamento;
- Montagem da forma de madeira;
- Montagem da armadura;
- Concretagem da peça estrutural;
- Desforma.

## 6.4.3 Escavação e preparação da base

Para início do processo de execução de blocos de fundação, temos primeiro que fazer a locação e escavação, conforme mostrado nas fotos abaixo. Quando temos blocos de grande volume, pode-se utilizar a escavação mecanizada para o maior volume, e em seguida fazer a escavação manual para garantir a cota correta para o apoio da base.

Figura 2 Escavação de blocos de fundação – Fonte Universidade TRISUL.



## 6.4.4 Arrasamento das estacas

Após a escavação, devemos arrasar as estacas na cota desejada. As estacas devem ser arrasadas até a cota de 5 cm acima do fundo do bloco ou conforme recomendado em projeto.

O arrasamento geralmente é feito com martelete, empregando equipamento leve para o acerto final nos últimos 30 cm.

## 6.4.5 Execução de concreto magro

O fundo da escavação do bloco deve ser recoberto com uma camada de concreto magro, nas espessuras definidas em projeto (em torno de 5 cm), fck 15 MPa. A camada de concreto magro deve ser nivelada na cota de fundo de bloco e preferencialmente 40 a 60 cm maior que as dimensões em planta do bloco para que elementos de fixação das formas sejam instalados.

Figura 3 Desenho ilustrativo com o concreto magro realizado – Fonte Universidade TRISUL

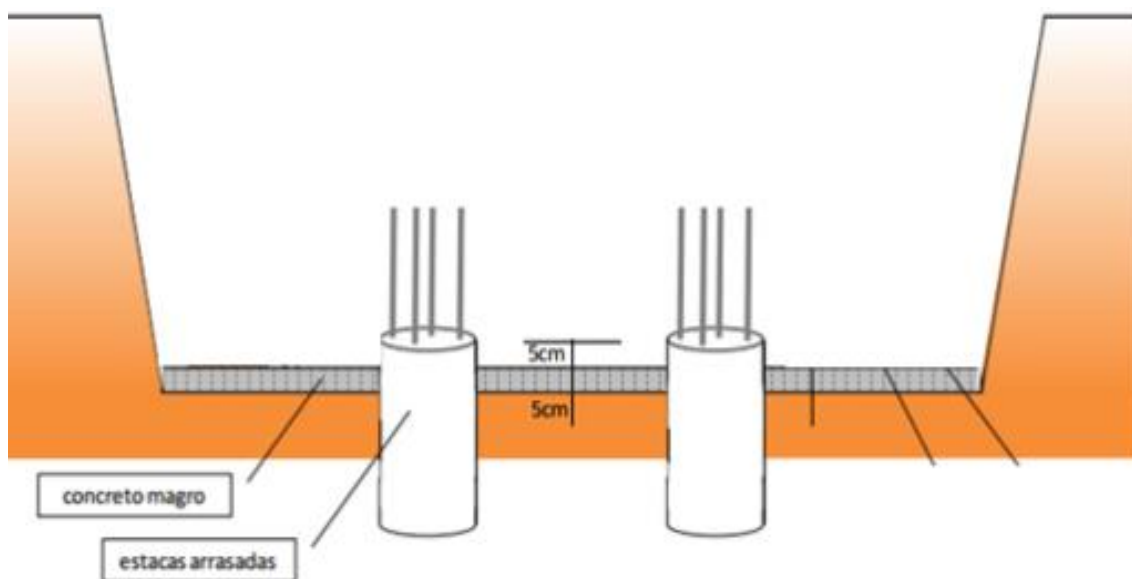


Figura 4 Concretagem do lastro - Fonte Universidade TRISUL



Para concretagem do lastro, deve-se seguir o traço recomendado pelo projetista. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:



- consumo de cimento não inferior a 250 kg/m<sup>3</sup>;
- abatimento ou "slump test" igual a  $10 \pm 2$  cm segundo ABNT NBR 7223;
- fator água / cimento  $\leq 0,6$ ;
- agregado: areia e pedrisco;
- porcentagem de argamassa em massa:  $\geq 55\%$ .

## 6.4.6 Locação e posicionamento

O próximo passo é a locação dos blocos de fundações. A locação é feita utilizando o gabarito de obra e esticando os arames nos eixos do pilar. Atentar-se, pois alguns dos projetos mostram somente o eixo dos pilares, sendo assim, deverá fazer a conta da distância entre o eixo X e Y até a face de cada uma das extremidades. Observar também que, quando o bloco de fundação está associando dois ou mais pilares, os eixos do bloco passam pelo Centro de Cargas do conjunto. A conferência dos pontos de locação dos cantos dos blocos deve ser por equipamentos topográficos. Após esta conferência, a equipe de carpintaria poderá ser liberada para montagem e travamento da forma dos blocos de fundações.

Figura 5 Forma dos blocos posicionada e arames dos eixos esticados – Fonte Universidade TRISUL



## 6.4.7 Forma

### 6.4.7.1 Normas técnicas

- ABNT NBR 15696: 2009, Fôrmas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
- ABNT NBR 7190:1997, Projeto de estrutura de madeira;
- ABNT NBR 7678:1983, Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- ABNT NBR 14931: 2004, Execução de estrutura de concreto – Procedimento

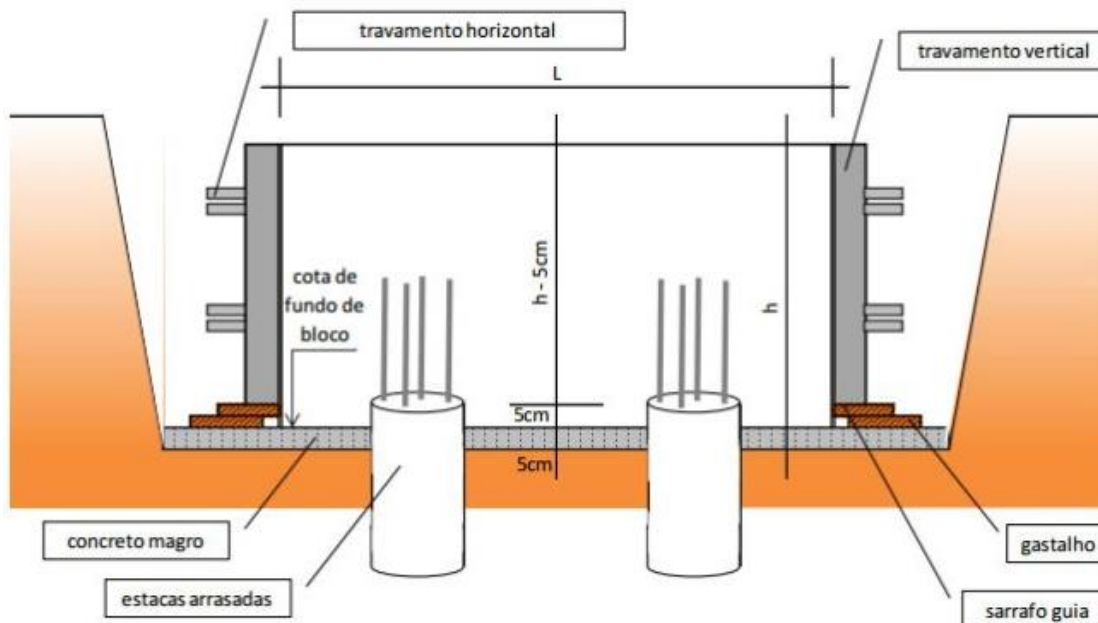
### 6.4.7.2 Projeto de formas e escoramento

Deve compor o conjunto de projetos executivos, ser elaborado por profissional legalmente habilitado, tendo como referência a NBR 15696, o projeto de fundação (Blocos de coroamento) e as demais normas pertinentes ao tema.

### 6.4.7.3 Montagem da forma

A montagem da forma estando liberada, deverá ser feita sobre o concreto magro. O posicionamento das laterais deverá ser feito através de gastalho e sarrafo guia, garantindo assim o posicionamento exato, considerando os projetos de fôrmas e de fundação.

Figura 6 Desenho técnico com posicionamento dos painéis laterais e travamentos – Fonte Universidade TRISUL



## 6.4.8 Armadura

### 6.4.8.1 Considerações importantes

- Aço CA 50,  $f_{yk} = 500$  MPa;
- Aço CA 60,  $f_{yk} = 600$  MPa.
- Arame recozido para amarrações, com baixo teor de carbono, maleável.
- Fio único, em embalagem, com bitola de 1,65 mm (BWG 16).
- Fio duplo torcido, em embalagem, com fios de bitola de 1,15 mm.
- Espaçadores, distanciador circular tipo “rolete” com diâmetro conforme o cobrimento especificado para armadura.

- Garantir o cobrimento;
- Posicionar e centralizar as armaduras;
- Armaduras de arranque ou espera do pilar que nasce no bloco, esta armadura deve estar posicionada no ponto referente ao centro geométrico e com as faces alinhada aos eixos “x” e “y” de referência aos eixos de locação.

## 6.4.8.2 Documentos importantes

### a) Normas Técnicas

- ABNT NBR 7480:2007 aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado – Especificação;
- ABNT NBR 7477:1982, determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado – Método de ensaio.
- ABNT NBR 7438:2016 Materiais metálicos – Ensaio de dobramento.

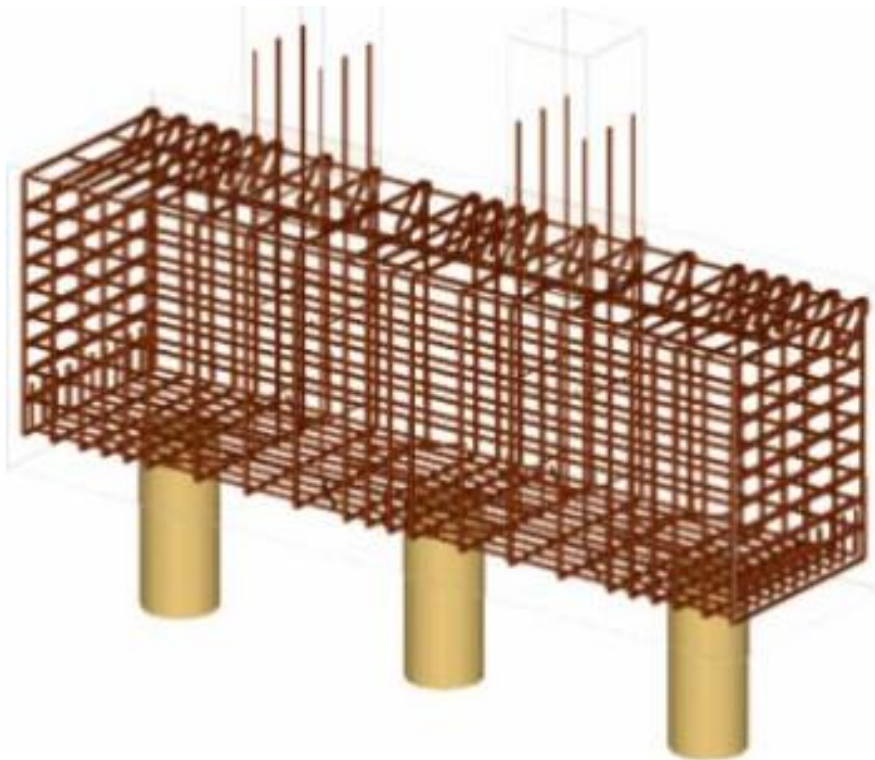
### b) Notas

- O fornecimento do aço para armaduras deve estar em conformidade com o item 4.7 da ABNT NBR 7480.
- A inspeção e recebimento do aço na obra, ver item 6 da norma acima citada.
- Os ensaios do aço fornecido para as armaduras estão definidos no item 6.6.1 – Ensaio de tração; 6.6.2 – Ensaio de dobramento, descritos na ABNT NBR 7438; 6.6.3 – Ensaio de determinação do coeficiente de conformação superficial.
- Aceitação e rejeição ver item 7 da ABNT NBR 7480.

## 6.4.8.3 Montagem de armadura

A montagem da armadura do bloco deve ser feita seguindo projeto específico para cada um dos blocos de fundações. Atentar-se para limpeza da armadura e a utilização correta dos espaçadores plásticos, a fim de garantir o cobrimento da armadura conforme projeto.

Figura 7 Perspectiva da armadura do bloco – Fonte Universidade TRISUL





Em alguns casos quando o bloco de fundação é de pequena dimensão, a armadura pode ser montada do lado de fora e colocado dentro da forma após a liberação. Quando temos blocos de fundações de grandes volumes, a montagem da armadura é feita peça por peça, dentro da forma.

Figura 8 Armadura para blocos de fundações – Fonte Universidade TRISUL



## 6.4.9 Concretagem do bloco

Após a montagem e conferência da armadura, deve-se programar a concretagem dos blocos de fundações, verificando os itens abaixo:

- Dimensões em planta de fundações;
- Altura máxima e mínima dos elementos;
- Resistência característica do concreto a ser utilizado conforme projeto;
- Conferência da alteração em termos de tipos de aço, espaçamentos, posicionamento e bitolas, caso tenha ocorrido alguma modificação;
- Antes do lançamento do concreto, o bloco deve estar isento de materiais finos (sujeiras) e deverá ter sido molhado, a fim de que não haja absorção de água do concreto fresco.

Para a liberação de uma concretagem é necessário estar atento para os pontos a seguir:

- a) verificar se as estruturas concretadas anteriormente já se encontram consolidadas e escoradas o suficiente para esse novo carregamento;
- b) dependendo do tipo de concreto (usinado ou feito no canteiro), verificar as condições de acesso dos equipamentos (caminhão-betoneira, carrinhos e jericas, bombas etc.);
- c) garantir a existência de fontes de água e de tomadas de energia para ligação dos adensadores, régua e iluminação, se for o caso;

- d) estudar e promover condições para a movimentação ininterrupta das jericas, com caminhos diferentes para ir e vir, se possível;
- e) garantir que os materiais para a elaboração de controle tecnológico (moldes) estejam em perfeitas condições (limpos e preparados);
- f) verificar se os eixos das fôrmas foram conferidos, se estão travadas e escoradas, e se os pés dos pilares foram fechados após a limpeza;
- g) conferir as armaduras, principalmente as negativas e se foram colocados os espaçadores em quantidade suficiente;
- h) requisitar a presença de equipes de carpinteiros, armadores e eletricitas para estarem de prontidão durante a concretagem para eventuais serviços de reparos e reforços nas fôrmas, armaduras e instalações;
- i) prever a possibilidade de interrupção da concretagem e a necessidade da criação de juntas frias;
- j) conferir o nível das mestras e dos gabaritos de rebaixo, das prumadas e aberturas, cuidando para que não haja deslocamento dos ferros negativos pela passagem dos carrinhos e pessoas;
- k) estabelecer um plano prévio de concretagem, os intervalos entre os caminhões e/ou betonadas e reprogramar em função do ritmo;
- l) acercar-se das condições de segurança interna e externamente à obra, verificando as proteções de taludes, valas, trânsito de veículos próximos, vizinhos e transeuntes (aplicar as recomendações da NR-18);

#### 6.4.9.1 Solicitação do concreto

O concreto deve atender as características e especificações definidas no projeto e a ABNT NBR 12655 e atender:

- especificação do concreto (tipo de cimento, traço, teor de argamassa etc.);
- resistências características (no mínimo aos 28 dias);
- módulo de elasticidade;
- consistência;
- dimensão máxima do agregado graúdo;
- consumo mínimo de cimento;
- fator água-cimento;
- aditivos;
- volume;
- horário da saída do caminhão da central.

#### 6.4.9.2 Lançamento do concreto

A Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem – ABESC sugere considerar os seguintes cuidados na fase de concretagem:

##### • Plano de lançamento (de concretagem)

- a) dimensionar antecipadamente o volume do concreto (calculando direto das fôrmas), o início e intervalos das cargas para manter o ritmo na entrega do concreto;
- b) dimensionar a equipe envolvida nas operações de lançamento, adensamento e cura do concreto;
- c) prever interrupções nos pontos de descontinuidade das fôrmas como: juntas de concretagem previstas e encontros de pilares, paredes com vigas ou lajes etc.;
- d) especificar a forma de lançamento: convencional ou bombeado, com lança, caçamba etc.;
- e) providenciar os equipamentos e ferramentas como: carrinhos, jericas, dumper, bombas, esteiras, guinchos, guindaste, caçamba etc.
- f) ferramentas diversas (enxadas, pás, desempenadeiras, ponteiros etc.);
- g) tomadas de força para os equipamentos elétricos.



## • Condições gerais durante o lançamento

- a) fazer com que o concreto seja lançado logo após o batimento, limitando em 2 horas e meia o tempo entre a saída do caminhão da concreteira e a aplicação na obra;
- b) limitar em 1 hora o tempo de fim da mistura no caminhão e o lançamento, o mesmo valendo para concretagem sobre camada já adensada e se for o caso, utilizar retardadores de pega, nas obras com maior dificuldade no lançamento;
- c) lançar o mais próximo da sua posição final;
- d) evitar o acúmulo de concreto em determinados pontos da fôrma, distribuindo a massa sobre a fôrma;
- e) lançar em camadas horizontais de 15 a 30 cm, a partir das extremidades para o centro das fôrmas;
- f) lançar nova camada antes do início de pega da camada inferior;
- g) tomar cuidados especiais quando da concretagem com temperatura ambiente inferior a 10°C e superior a 35°C;
- h) altura de lançamento não deve ultrapassar 2,5 metros e, se for o caso, utilizar trombas, calhas, funis etc. para alturas de lançamento superiores a 2,5 metros;
- i) limitar o transporte interno do concreto com carrinhos ou jericas a 60 metros para evitar a segregação e perda de consistência (utilizar carrinhos ou jericas com pneus);
- j) preparar rampas e caminhos de acesso às fôrmas (prever antiderrapantes);
- k) iniciar a concretagem pela parte mais distante do local de recebimento do concreto;
- l) molhar abundantemente as fôrmas antes de iniciar o lançamento do concreto;
- m) eliminar e/ou isolar pontos de contaminação por barro, entulho e outros materiais indesejados;
- n) manter uma equipe de carpinteiros, armadores e eletricitas, sendo que um carpinteiro fique sob as fôrmas verificando o preenchimento com um martelo de borracha;
- o) lançar nos pés dos pilares, antes do concreto, uma camada de argamassa com traço 1:3 (cimento e areia média);
- p) interromper a concretagem no caso de chuva, protegendo o trecho já concretado com lonas plásticas;
- q) dar especial atenção às armaduras negativas, verificando sua integridade;
- r) providenciar pontos de iluminação no caso da concretagem se estender para a noite.

## • Adensamento do concreto

O objetivo do adensamento do concreto lançado é torná-lo mais compacto, retirando o ar do material, incorporado nas fases de mistura, transporte e lançamento. O adensamento exige certa energia mecânica. O processo mais comum e simples é o adensamento manual, indicado para pequenos serviços e/ou obras de pequeno porte. Nas obras onde se exige maior qualidade e responsabilidade é necessário promover o adensamento por meio de equipamentos de vibração. Em geral, são usados vibradores de imersão e de superfície para o acabamento (régua vibratória). O concreto deve ser adensado imediatamente após seu lançamento nas fôrmas, levando em conta que tanto a falta de vibração como o excesso, podem causar sérios problemas para o concreto. Os seguintes cuidados são importantes nesta fase da execução do concreto:

- a) lançar o concreto em camadas de no máximo 50 cm (30 cm é o recomendável) ou em camadas compatíveis com o comprimento do vibrador de imersão;
- b) aplicar o vibrador sempre na vertical;
- c) vibrar o maior número possível de pontos da peça;
- d) introduzir e retirar o vibrador lentamente, fazendo com que a cavidade deixada pela agulha se feche novamente;
- e) deixar o vibrador por 15 segundos, no máximo, num mesmo ponto (o excesso de vibração causará segregação do concreto);
- f) fazer com que a agulha penetre 5 cm na camada já adensada;
- g) evitar encostar o vibrador na armadura, pois isso acarretará problemas de aderência entre a barra e o concreto;

- h) não aproximar muito a agulha das paredes da fôrma (máximo 10 cm), para evitar danos na madeira e evitar bolhas de ar;
- i) o raio de ação do vibrador depende do diâmetro da agulha e da potência do motor, conforme a tabela a seguir:

Diâmetro da agulha (mm)	Raio de ação (cm)	Distância de vibração (cm)
25 a 30	10	15
35 a 50	25	38
50 a 75	40	60

Fonte: CTE.

- j) evitar desligar o vibrador ainda imerso no concreto;
- k) adotar todos os cuidados de segurança indicados para o manuseio de equipamento elétrico.

## • Cura do concreto

O concreto deve ser protegido durante o processo de endurecimento (ganho de resistência) contra secagem rápida, mudanças bruscas de temperatura, excesso de água, incidência de raios solares, agentes químicos, vibração e choques. Deve-se evitar bate-estacas, utilizar rompedores de concreto, furadeiras a ar comprimido próximo de estruturas recém concretadas, assim como, evitar o contato com água em abundância e qualquer outro material que possa prejudicar o processo de endurecimento e de aderência na armadura. Para evitar uma secagem muito rápida do concreto e o consequente aparecimento de fissuras e redução da resistência em superfícies muito grandes, tais como lajes, é necessário iniciar a cura úmida do concreto, assim que a superfície esteja seca ao tato. A seguir são listados alguns dos métodos mais comuns para a cura do concreto, que podem ser usados isoladamente ou em concomitantemente:

- a) molhar continuamente durante 7 dias (no mínimo 3 dias) a superfície concretada (pilares e vigas);
- b) manter uma lâmina de água sobre a superfície (lajes e pisos);
- c) espalhar areia, serragem ou sacos (arroz, estopa, cimento etc.) sobre a superfície e mantê-los umedecidos (lajes e pisos);
- d) manter as fôrmas sempre molhadas (pilares, vigas e escadas);
- e) molhar e cobrir com lona;
- f) utilizar produtos apropriados para cura de concreto (película impermeável).

### 6.4.9.3 Desforma

Após a concretagem dos blocos de fundações, no dia seguinte deve-se executar a desforma dos blocos e aplicar o impermeabilizante Neutrol.

Figura 9 Blocos de fundação concluídos – Fonte Universidade TRISUL



Figura 10 Blocos de fundação concluídos – Fonte Universidade TRISUL



## 7 PILAR – PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

### 7.1 ARMADURAS

As armaduras dos pilares deverão ser executadas com barras e fios de aço que satisfaçam as especificações da ABNT. Poderão ser usados aços de outra qualidade desde que suas propriedades sejam suficientemente estudadas por laboratório nacional idôneo.

A execução das armaduras deverá obedecer rigorosamente ao projeto estrutural no que se refere à posição, bitola, dobramento e recobrimento.

Qualquer mudança de tipo ou bitola nas barras de aço, sendo modificação de projeto, dependerá da aprovação do autor do Projeto Estrutural e da Fiscalização.

As emendas de barras da armadura deverão ser feitas de acordo com o previsto no projeto, as não previstas só poderão ser localizadas e executadas, conforme o item 6.3.5 da NBR-6118 e dependerá da aprovação do autor do projeto e da Fiscalização.

Na colocação das armaduras nas formas, deverão aquelas estar limpas, isentas de qualquer impurezas (graxa, lama, etc) capaz de comprometer a boa qualidade dos serviços.

#### 7.1.1 Documentos importantes

##### a) Normas técnicas

- ABNT NBR 7480:2007 aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado – Especificação;
- ABNT NBR 7477:1982, determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado – Método de ensaio.

- ABNT NBR 7438:2016 Materiais metálicos – Ensaio de dobramento.

## b) Notas

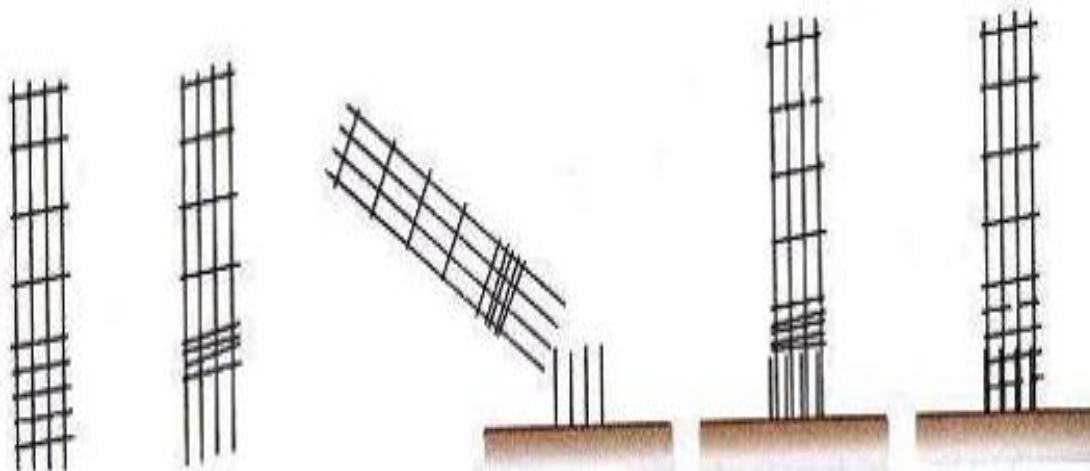
- O fornecimento do aço para armaduras deve estar em conformidade com o item 4.7 da ABNT NBR 7480.
- A inspeção e recebimento do aço na obra, ver item 6 da norma acima citada.
- Os ensaios do aço fornecido para as armaduras estão definidos no item 6.6.1 – Ensaio de tração; 6.6.2 – Ensaio de dobramento, descritos na ABNT NBR 7438; 6.6.3 – Ensaio de determinação do coeficiente de conformação superficial.
- Aceitação e rejeição ver item 7 da ABNT NBR 7480.
- Aço CA 50,  $f_{yk} = 500$  MPa;
- Aço CA 60,  $f_{yk} = 600$  MPa.
- Arame recozido para amarrações, com baixo teor de carbono, maleável.
- Fio único, em embalagem, com bitola de 1,65 mm (BWG 16).
- Fio duplo torcido, em embalagem, com fios de bitola de 1,15 mm.
- Espaçadores, distanciador circular tipo, com diâmetro conforme o cobrimento especificado no projeto, para armadura com diâmetro até 20 mm.
- Garantir o cobrimento;
- Posicionar a armadura em relação a forma mantendo o alinhamento e o prumo.

### 7.1.2 Montagem da armadura

Cortes, dobras e amarração das armaduras dos pilares devem seguir os projetos específicos, verificando os diâmetros, as quantidades e as posições das armaduras longitudinais, os diâmetros, as posições e os espaçamentos dos estribos.

A sequência de montagem pode ser feita pelo posicionamento de duas barras de aço. Posteriormente, colocar todos os estribos, fixando somente os das extremidades. Em seguida, posicionar as demais barras e amarrá-las aos estribos de extremidade. Depois de posicionar os demais estribos, conferir os espaçamentos e número de barras longitudinais, de estribos e peças complementares especificadas em projeto. Amarrar firmemente o conjunto em todos os pontos de contato (Figura abaixo).

Figura 11 Posicionamento de Armadura de Pilar



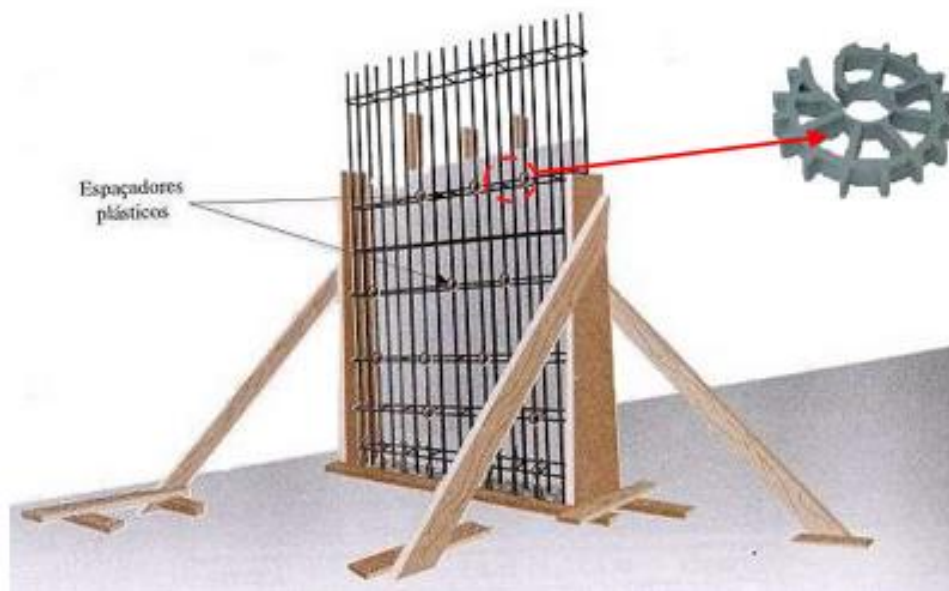
Colocar um estribo no topo dos arranques dos pilares e outro na altura da laje, garantindo a posição das barras longitudinais. Após o posicionamento da armadura no pilar, fixá-la aos arranques do pilar já concretado, com pontos de arame. Fixada a armadura do pilar nos arranques, devem ser removidos todos os arames do pé do pilar com o auxílio de um ímã antes do fechamento de sua forma.

Garantir, sempre, o acesso do vibrador em regiões com “congestionamento de ferragem”, verificando a posição e a distância entre as barras. Observar se o cobrimento mínimo das armaduras está satisfatório,



principalmente no cruzamento entre pilares e vigas. Colocar espaçadores plásticos na armadura de maneira que as peças não tenham nenhum ponto de contato com as formas (Figura abaixo).

Figura 12 Posicionamento dos Espaçadores no Pilar

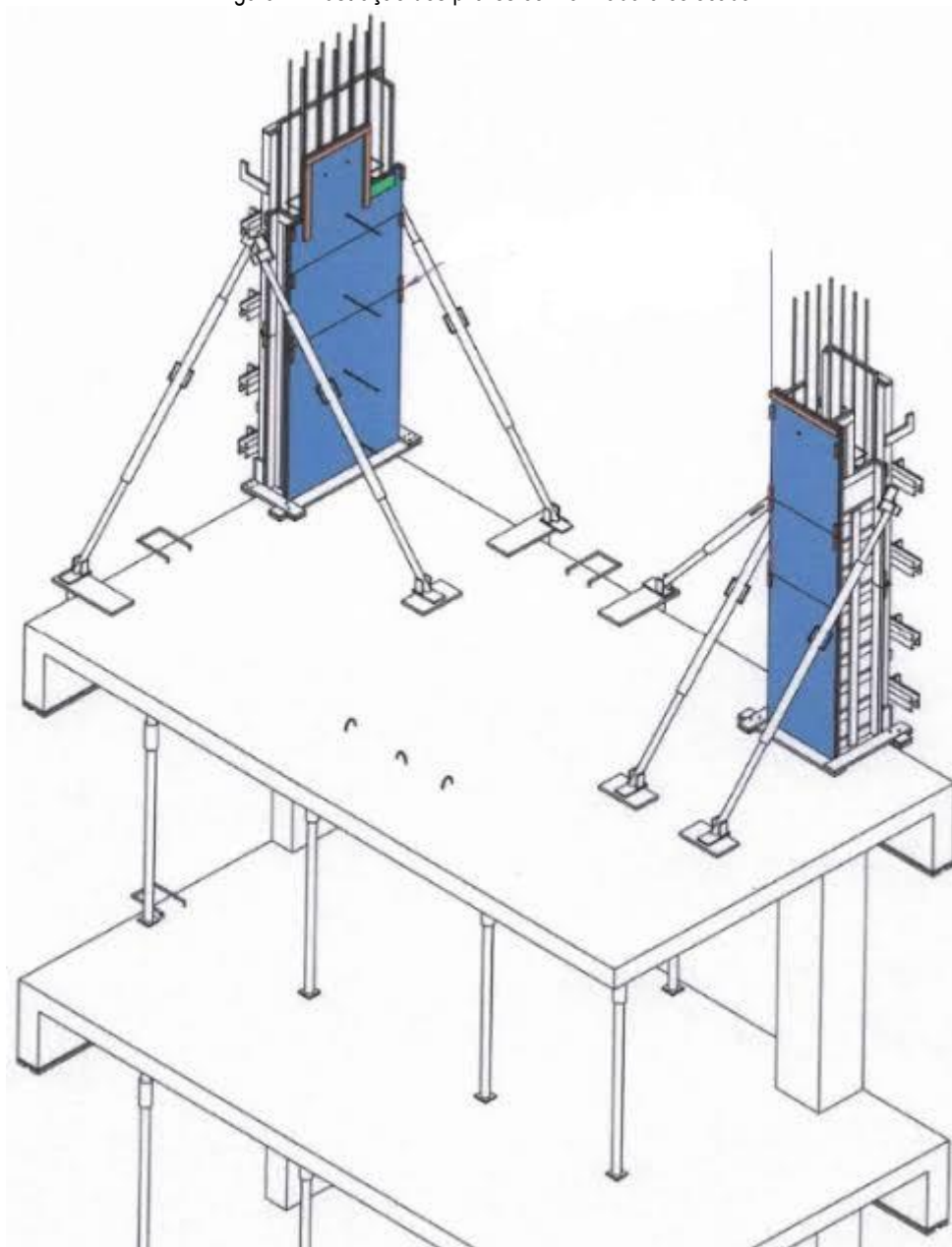


A liberação do pilar para fechamento deverá ser feita após a conferência da armadura.

Figura 13 Foto do momento de colocação da armadura dos pilares



Figura 14 Ilustração dos pilares com armadura colocada



## 7.2 FORMA

### 7.2.1 Normas técnicas

- ABNT NBR 15696: 2009, Fôrmas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
- ABNT NBR 7190:1997, Projeto de estrutura de madeira;
- ABNT NBR 7678:1983, Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- ABNT NBR 14931: 2004, Execução de estrutura de concreto – Procedimento

## 7.2.2 Projeto de forma e escoramento

O projeto de formas e escoramento deve compor o conjunto de projetos executivos, ser elaborado por profissional legalmente habilitado, tendo como referência a NBR 15696, o projeto estrutural, e as demais normas pertinentes ao tema.

## 7.3 CONCRETAGEM DOS PILARES

Após a montagem e conferência da armadura, deve-se programar a concretagem dos pilares, verificando os itens abaixo:

- Dimensões em planta dos pilares;
- Altura máxima e mínima dos elementos;
- Resistência característica do concreto a ser utilizado conforme projeto;
- Conferência da alteração em termos de tipos de aço, espaçamentos, posicionamento e bitolas, caso tenha ocorrido alguma modificação.
- Antes do lançamento do concreto, as formas devem estar isentas de materiais finos (sujeiras) e deverá ter sido molhado, a fim de que não haja absorção de água do concreto fresco.

### 7.3.1 Concretagem

Para a liberação de uma concretagem é necessário estar atento para os pontos a seguir:

- a) Verificar se as estruturas concretadas anteriormente já se encontram consolidadas e escoradas o suficiente para esse novo carregamento;
- b) dependendo do tipo de concreto (usinado ou feito no canteiro), verificar as condições de acesso dos equipamentos (caminhão-betoneira, carrinhos e jericas, bombas etc.);
- c) garantir a existência de fontes de água e de tomadas de energia para ligação dos adensadores, régua e iluminação, se for o caso;
- d) estudar e promover condições para a movimentação ininterrupta das jericas, com caminhos diferentes para ir e vir, se possível;
- e) garantir que os materiais para a elaboração de controle tecnológico (moldes) estejam em perfeitas condições (limpos e preparados);
- f) verificar se os eixos das fôrmas foram conferidos, se estão travadas e escoradas e se os pés dos pilares foram fechados após a limpeza;
- g) conferir as armaduras, principalmente as negativas e se foram colocados os espaçadores em quantidade suficiente;
- h) requisitar a presença de equipes de carpinteiros, armadores e eletricitas para estarem de prontidão durante a concretagem para eventuais serviços de reparos e reforços nas fôrmas, armaduras e instalações;
- i) prever a possibilidade de interrupção da concretagem e a necessidade da criação de juntas frias;
- j) conferir o nível das mestras e dos gabaritos de rebaixo, das prumadas e aberturas, cuidando para que não haja deslocamento dos ferros negativos pela passagem dos carrinhos e pessoas;
- k) estabelecer um plano prévio de concretagem, os intervalos entre os caminhões e/ou betonadas e reprogramar em função do ritmo;
- l) acerrar-se das condições de segurança interna e externamente à obra, verificando as proteções de taludes, valas, trânsito de veículos próximos, vizinhos e transeuntes (aplicar as recomendações da NR-18);

### 7.3.2 Solicitação do concreto

O concreto deve atender as características e especificações definidas no projeto e a ABNT NBR 12655 e atender:

- a) especificação do concreto (tipo de cimento, traço, teor de argamassa etc.);
- b) resistências características (no mínimo aos 28 dias);
- c) módulo de elasticidade;

- d) consistência;
- e) dimensão máxima do agregado graúdo;
- f) consumo mínimo de cimento;
- g) fator água-cimento;
- h) aditivos;
- i) volume;
- j) horário da saída do caminhão da central.

### 7.3.3 Lançamento do concreto

A Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem – ABESC sugere considerar os seguintes cuidados na fase de concretagem:

#### • Plano de lançamento (de concretagem)

- a) dimensionar antecipadamente o volume do concreto (calculando direto das fôrmas), o início e intervalos das cargas para manter o ritmo na entrega do concreto;
- b) dimensionar a equipe envolvida nas operações de lançamento, adensamento e cura do concreto;
- c) prever interrupções nos pontos de descontinuidade das fôrmas como: juntas de concretagem previstas e encontros de pilares, paredes com vigas ou lajes etc.;
- d) especificar a forma de lançamento: convencional ou bombeado, com lança, caçamba etc.;
- e) providenciar os equipamentos e ferramentas como:
  - equipamento para transporte dentro da obra (carrinhos, jericas, dumper, bombas, esteiras, guinchos, guindaste, caçamba etc.);
  - ferramentas diversas (enxadas, pás, desempenadeiras, ponteiros etc.);
  - tomadas de força para os equipamentos elétricos.

#### • Condições gerais durante o lançamento

- a) fazer com que o concreto seja lançado logo após o batimento, limitando em 2 horas e meia o tempo entre a saída do caminhão da concreteira e a aplicação na obra;
- b) limitar em 1 hora o tempo de fim da mistura no caminhão e o lançamento, o mesmo valendo para concretagem sobre camada já adensada e se for o caso, utilizar retardadores de pega, nas obras com maior dificuldade no lançamento;
- c) lançar o mais próximo da sua posição final;
- d) evitar o acúmulo de concreto em determinados pontos da fôrma, distribuindo a massa sobre a fôrma;
- e) lançar em camadas horizontais de 15 a 30 cm, a partir das extremidades para o centro das fôrmas;
- f) lançar nova camada antes do início de pega da camada inferior;
- g) tomar cuidados especiais quando da concretagem com temperatura ambiente inferior a 10°C e superior a 35°C;
- h) altura de lançamento não deve ultrapassar 2,5 metros e, se for o caso, utilizar trombas, calhas, funis etc. para alturas de lançamento superiores a 2,5 metros;
- i) limitar o transporte interno do concreto com carrinhos ou jericas a 60 metros para evitar a segregação e perda de consistência (utilizar carrinhos ou jericas com pneus);
- j) preparar rampas e caminhos de acesso às fôrmas (prever antiderrapantes);
- k) iniciar a concretagem pela parte mais distante do local de recebimento do concreto;
- l) molhar abundantemente as fôrmas antes de iniciar o lançamento do concreto;
- m) eliminar e/ou isolar pontos de contaminação por barro, entulho e outros materiais indesejados;
- n) manter uma equipe de carpinteiros, armadores e eletricitas, sendo que um carpinteiro fique sob as fôrmas verificando o preenchimento com um martelo de borracha;
- o) lançar nos pés dos pilares, antes do concreto, uma camada de argamassa com traço 1:3 (cimento e areia média);



- p) interromper a concretagem no caso de chuva, protegendo o trecho já concretado com lonas plásticas;
- q) dar especial atenção às armaduras negativas, verificando sua integridade;
- r) providenciar pontos de iluminação no caso da concretagem se estender para a noite.

## • Adensamento do concreto

O objetivo do adensamento do concreto lançado é torná-lo mais compacto, retirando o ar do material, incorporado nas fases de mistura, transporte e lançamento. O adensamento exige certa energia mecânica. O processo mais comum e simples é o adensamento manual, indicado para pequenos serviços e/ou obras de pequeno porte. Nas obras onde se exige maior qualidade e responsabilidade é necessário promover o adensamento por meio de equipamentos de vibração. Em geral, são usados vibradores de imersão e de superfície para o acabamento (régua vibratória). O concreto deve ser adensado imediatamente após seu lançamento nas fôrmas, levando em conta que tanto a falta de vibração como o excesso podem causar sérios problemas para o concreto. Os seguintes cuidados são importantes nesta fase da execução do concreto:

- a) lançar o concreto em camadas de no máximo 50 cm (30 cm é o recomendável) ou em camadas compatíveis com o comprimento do vibrador de imersão;
- b) aplicar o vibrador sempre na vertical;
- c) vibrar o maior número possível de pontos da peça;
- d) introduzir e retirar o vibrador lentamente, fazendo com que a cavidade deixada pela agulha se feche novamente;
- e) deixar o vibrador por 15 segundos, no máximo, num mesmo ponto (o excesso de vibração causará segregação do concreto);
- f) fazer com que a agulha penetre 5 cm na camada já adensada;
- g) evitar encostar o vibrador na armadura, pois isso acarretará problemas de aderência entre a barra e o concreto;
- h) não aproximar muito a agulha das paredes da fôrma (máximo 10 cm), para evitar danos na madeira e evitar bolhas de ar;
- i) o raio de ação do vibrador depende do diâmetro da agulha e da potência do motor, conforme a tabela a seguir:

Diâmetro da agulha (mm)	Raio de ação (cm)	Distância de vibração (cm)
25 a 30	10	15
35 a 50	25	38
50 a 75	40	60

Fonte: CTE.

- j) evitar desligar o vibrador ainda imerso no concreto;
- k) adotar todos os cuidados de segurança indicados para o manuseio de equipamento elétrico.

O concreto deve ser protegido durante o processo de endurecimento (ganho de resistência) contra secagem rápida, mudanças bruscas de temperatura, excesso de água, incidência de raios solares, agentes químicos, vibração e choques. Deve-se evitar bate-estacas, utilizar rompedores de concreto, furadeiras a ar comprimido próximo de estruturas recém concretadas, assim como, evitar o contato com água em abundância e qualquer outro material que possa prejudicar o processo de endurecimento e de aderência na armadura. Para evitar uma secagem muito rápida do concreto e o consequente aparecimento de fissuras e redução da resistência em superfícies muito grandes, tais como lajes, é necessário iniciar a cura úmida do concreto, logo após que a superfície esteja seca ao tato. A seguir são listados alguns dos métodos mais comuns para a cura do concreto, que podem ser usados isoladamente ou em concomitantemente:

- a) molhar continuamente durante 7 dias (no mínimo 3 dias) a superfície concretada (pilares e vigas);
- b) manter uma lâmina de água sobre a superfície (lajes e pisos);

- c) espalhar areia, serragem ou sacos (arroz, estopa, cimento etc.) sobre a superfície e mantê-los umedecidos (lajes e pisos);
- d) manter as fôrmas sempre molhadas (pilares, vigas e escadas);
- e) molhar e cobrir com lona;
- f) utilizar produtos apropriados para cura de concreto (película impermeável).

## 7.4 Desforma

A desforma do concreto deve ser planejada de modo a evitar o aparecimento de tensões nas peças concretadas diferentes das que foram projetadas para suportarem, como por exemplo, em vigas em balanço ou marquises. Nas concretagens usuais, em que não foram utilizados cimentos de alta resistência inicial os prazos são:

Elemento a ser desmoldado	Prazo (dias)	
	Concreto Armado comum	Concreto Armado + Aditivos
Faces laterais de vigas e pilares	3	-
Faces inferiores de vigas e lajes, retirada de algumas escoras e encunhamentos	7	-
Faces inferiores de vigas e pilares com desmoldagem quase total e retirada de escoras esparsas	14	7
Desmoldagem total	21	11
Vigas e arcos com vão maior que 10 m	28	21

## 8 VIGAS E LAJES – PROCEDIMENTOS

### Vigas

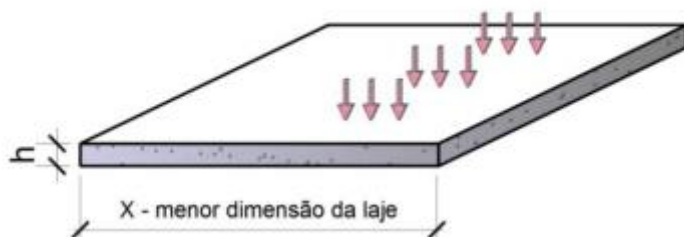
São elementos lineares, na maioria das estruturas estão na horizontal, pertencentes ao plano do pavimento, com eixos e seção constante em cada tramo. A flexão é o esforço preponderante, foram dimensionadas a esforço cortante, torção, flexo-compressão reta e flexo-torção reta. As armaduras são passivas, ou seja, não sofreram pré-estiramento no processo executivo. A identificação, dimensões, pontos de apoio e detalhamento de cada viga estão nos projetos de formas e detalhamento.

### Lajes

Lajes de concreto são elementos de superfície plana, nas quais a dimensão denominada espessura é relativamente pequena em relação às demais e são representadas pelo seu plano médio.

São consideradas horizontais, no plano do pavimento, sujeitas apenas a ações perpendiculares ao seu plano. As cargas distribuídas atuam uniformemente em toda a superfície.

Neste projeto as lajes dos pavimentos e cobertura são do tipo laje nervuradas, que são lajes formadas por concreto armado e cubetas plásticas reutilizáveis como formas para modelagem dos espaços vazios. A identificação, as dimensões, o detalhamento de cada laje estão nos projetos listados abaixo.



## **Escadas e arquibancadas.**

As lajes das escadas do Ginásio e Auditório e as arquibancadas do Ginásio são do tipo lajes maciças. A identificação, as dimensões e o detalhamento de cada elemento estrutural estão nos projetos específicos.

Figura 15 Pannel de laje armada



## **8.1 FORMAS ARMADURAS**

As fôrmas e armaduras das vigas e lajes deverão adaptar-se às formas e dimensões das peças da estrutura projetada.

Deverão seguir as prescrições das normas brasileiras relativas a estruturas de madeira e a estrutura metálicas.

As fôrmas deverão ser dimensionadas de modo que não possam sofrer deformações prejudiciais, quer sob a ação dos fatores ambientais, quer sob a carga, especialmente o concreto fresco, considerando nesta o efeito do adensamento sobre o empuxo do concreto.

Nas peças de grande vão dever-se-á dar às fôrmas a contra flecha eventualmente necessária para compensar a deformação provocada pelo peso do material nelas introduzido, caso não tenha sido previsto no projeto.

## 8.1.1 Documentos importantes

### c) Normas técnicas

- ABNT NBR 7480:2007 aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado – Especificação;
- ABNT NBR 7477:1982, determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado – Método de ensaio.
- ABNT NBR 7438:2016 Materiais metálicos – Ensaio de dobramento.

### d) Notas

- O fornecimento do aço para armaduras deve estar em conformidade com o item 4.7 da ABNT NBR 7480.
- A inspeção e recebimento do aço na obra, ver item 6 da norma acima citada.
- Os ensaios do aço fornecido para as armaduras estão definidos no item 6.6.1 – Ensaio de tração; 6.6.2 – Ensaio de dobramento, descritos na ABNT NBR 7438; 6.6.3 – Ensaio de determinação do coeficiente de conformação superficial.
- Aceitação e rejeição ver item 7 da ABNT NBR 7480.
- Aço CA 50,  $f_{yk} = 500$  MPa;
- Aço CA 60,  $f_{yk} = 600$  MPa.
- Arame recozido para amarrações, com baixo teor de carbono, maleável.
- Fio único, em embalagem, com bitola de 1,65 mm (BWG 16).
- Fio duplo torcido, em embalagem, com fios de bitola de 1,15 mm.
- Espaçadores, distanciador circular tipo, com diâmetro conforme o cobrimento especificado no projeto, para armadura com diâmetro até 20 mm.
- Garantir o cobrimento;
- Posicionar a armadura em relação a forma mantendo o alinhamento vertical e horizontal.

## 8.1.2 Montagem da armadura

Cortes, dobras e amarração das armaduras das vigas e lajes devem seguir os projetos específicos acima relacionados, verificando os diâmetros, as quantidades e as posições das armaduras longitudinais, os diâmetros, as posições e os espaçamentos dos estribos.

Visto que antes da concretagem tem que passar os eletrodutos das redes elétrica, dados, sensores de incêndio, as caixas de passagem, as tubulações das redes hidro sanitária etc.

## 8.2 FORMA

### 8.2.1 Normas técnicas

- ABNT NBR 15696: 2009, Fôrmas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
- ABNT NBR 7190:1997, Projeto de estrutura de madeira;
- ABNT NBR 7678:1983, Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- ABNT NBR 14931: 2004, Execução de estrutura de concreto – Procedimento

### 8.2.2 Projeto de forma e escoramento

O projeto de formas e escoramento deve compor o conjunto de projetos executivos, ser elaborado por profissional legalmente habilitado, tendo como referência a NBR 15696, o projeto estrutural, e as demais normas pertinentes ao tema.



## 8.3 CONCRETAGEM DAS VIGAS E LAJES

Após a montagem e conferência da armadura, deve-se programar a concretagem das vigas e lajes, verificando os itens abaixo:

- Dimensões em planta das vigas e lajes;
- Altura máxima e mínima dos elementos;
- Resistência característica do concreto a ser utilizado conforme projeto;
- Conferência da alteração em termos de tipos de aço, espaçamentos, posicionamento e bitolas, caso tenha ocorrido alguma modificação.
- Antes do lançamento do concreto, as formas devem estar isentas de materiais finos (sujeiras) e deverá ter sido molhado, a fim de que não haja absorção de água do concreto fresco.

### 8.3.1 Concretagem

Para a liberação de uma concretagem é necessário estar atento para os pontos a seguir:

- m) Verificar se as estruturas concretadas anteriormente já se encontram consolidadas e escoradas o suficiente para esse novo carregamento;
- n) dependendo do tipo de concreto (usinado ou feito no canteiro), verificar as condições de acesso dos equipamentos (caminhão-betoneira, carrinhos e jericas, bombas etc.);
- o) garantir a existência de fontes de água e de tomadas de energia para ligação dos adensadores, réguas e iluminação, se for o caso;
- p) estudar e promover condições para a movimentação ininterrupta das jericas, com caminhos diferentes para ir e vir, se possível;
- q) garantir que os materiais para a elaboração de controle tecnológico (moldes) estejam em perfeitas condições (limpos e preparados);
- r) verificar se os eixos das fôrmas foram conferidos, se estão travadas e escoradas e se os pés dos pilares foram fechados após a limpeza;
- s) conferir as armaduras, principalmente as negativas e se foram colocados os espaçadores em quantidade suficiente;
- t) requisitar a presença de equipes de carpinteiros, armadores e eletricitas para estarem de prontidão durante a concretagem para eventuais serviços de reparos e reforços nas fôrmas, armaduras e instalações;
- u) prever a possibilidade de interrupção da concretagem e a necessidade da criação de juntas frias;
- v) conferir o nível das mestras e dos gabaritos de rebaixo, das prumadas e aberturas, cuidando para que não haja deslocamento dos ferros negativos pela passagem dos carrinhos e pessoas;
- w) estabelecer um plano prévio de concretagem, os intervalos entre os caminhões e/ou betonadas e reprogramar em função do ritmo;
- x) acerrar-se das condições de segurança interna e externamente à obra, verificando as proteções de taludes, valas, trânsito de veículos próximos, vizinhos e transeuntes (aplicar as recomendações da NR-18);

### 8.3.2 Solicitação do concreto

O concreto deve atender as características e especificações definidas no projeto e a ABNT NBR 12655 e atender:

- k) especificação do concreto (tipo de cimento, traço, teor de argamassa etc.);
- l) resistências características (no mínimo aos 28 dias);
- m) módulo de elasticidade;
- n) consistência;
- o) dimensão máxima do agregado graúdo;
- p) consumo mínimo de cimento;
- q) fator água-cimento;
- r) aditivos;
- s) volume;

- t) horário da saída do caminhão da central.

### 8.3.3 Lançamento do concreto

A Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem – ABESC sugere considerar os seguintes cuidados na fase de concretagem:

#### • Plano de lançamento (de concretagem)

- f) dimensionar antecipadamente o volume do concreto (calculando direto das fôrmas), o início e intervalos das cargas para manter o ritmo na entrega do concreto;
- g) dimensionar a equipe envolvida nas operações de lançamento, adensamento e cura do concreto;
- h) prever interrupções nos pontos de descontinuidade das fôrmas como: juntas de concretagem previstas e encontros de pilares, paredes com vigas ou lajes etc.;
- i) especificar a forma de lançamento: convencional ou bombeado, com lança, caçamba etc.;
- j) providenciar os equipamentos e ferramentas como:
  - equipamento para transporte dentro da obra (carrinhos, jericas, dumper, bombas, esteiras, guinchos, guindaste, caçamba etc.);
  - ferramentas diversas (enxadas, pás, desempenadeiras, ponteiros etc.);
  - tomadas de força para os equipamentos elétricos.

#### • Condições gerais durante o lançamento

- s) providenciar pontos de iluminação no caso da concretagem se estender para a noite.
- t) fazer com que o concreto seja lançado logo após o batimento, limitando em 2 horas e meia o tempo entre a saída do caminhão da concreteira e a aplicação na obra;
- u) limitar em 1 hora o tempo de fim da mistura no caminhão e o lançamento, o mesmo valendo para concretagem sobre camada já adensada e se for o caso, utilizar retardadores de pega, nas obras com maior dificuldade no lançamento;
- v) lançar o mais próximo da sua posição final;
- w) evitar o acúmulo de concreto em determinados pontos da fôrma, distribuindo a massa sobre a fôrma;
- x) lançar em camadas horizontais de 15 a 30 cm, a partir das extremidades para o centro das fôrmas;
- y) lançar nova camada antes do início de pega da camada inferior;
- z) tomar cuidados especiais quando da concretagem com temperatura ambiente inferior a 10°C e superior a 35°C;
- aa) altura de lançamento não deve ultrapassar 2,5 metros e, se for o caso, utilizar trombas, calhas, funis etc. para alturas de lançamento superiores a 2,5 metros;
- bb) limitar o transporte interno do concreto com carrinhos ou jericas a 60 metros para evitar a segregação e perda de consistência (utilizar carrinhos ou jericas com pneus);
- cc) preparar rampas e caminhos de acesso às fôrmas (prever antiderrapantes);
- dd) iniciar a concretagem pela parte mais distante do local de recebimento do concreto;
- ee) molhar abundantemente as fôrmas antes de iniciar o lançamento do concreto;
- ff) eliminar e/ou isolar pontos de contaminação por barro, entulho e outros materiais indesejados;
- gg) manter uma equipe de carpinteiros, armadores e eletricitas, sendo que um carpinteiro fique sob as fôrmas verificando o preenchimento com um martelo de borracha;
- hh) lançar nos pés dos pilares, antes do concreto, uma camada de argamassa com traço 1:3 (cimento e areia média);
- ii) interromper a concretagem no caso de chuva, protegendo o trecho já concretado com lonas plásticas;
- jj) dar especial atenção às armaduras negativas, verificando sua integridade;

## • Adensamento do concreto

O objetivo do adensamento do concreto lançado é torná-lo mais compacto, retirando o ar do material, incorporado nas fases de mistura, transporte e lançamento. O adensamento exige certa energia mecânica. O processo mais comum e simples é o adensamento manual, indicado para pequenos serviços e/ou obras de pequeno porte. Nas obras onde se exige maior qualidade e responsabilidade é necessário promover o adensamento por meio de equipamentos de vibração. Em geral, são usados vibradores de imersão e de superfície para o acabamento (régua vibratória). O concreto deve ser adensado imediatamente após seu lançamento nas fôrmas, levando em conta que tanto a falta de vibração como o excesso podem causar sérios problemas para o concreto. Os seguintes cuidados são importantes nesta fase da execução do concreto:

- l) lançar o concreto em camadas de no máximo 50 cm (30 cm é o recomendável) ou em camadas compatíveis com o comprimento do vibrador de imersão;
- m) aplicar o vibrador sempre na vertical;
- n) vibrar o maior número possível de pontos da peça;
- o) introduzir e retirar o vibrador lentamente, fazendo com que a cavidade deixada pela agulha se feche novamente;
- p) deixar o vibrador por 15 segundos, no máximo, num mesmo ponto (o excesso de vibração causará segregação do concreto);
- q) fazer com que a agulha penetre 5 cm na camada já adensada;
- r) evitar encostar o vibrador na armadura, pois isso acarretará problemas de aderência entre a barra e o concreto;
- s) não aproximar muito a agulha das paredes da fôrma (máximo 10 cm), para evitar danos na madeira e evitar bolhas de ar;
- t) o raio de ação do vibrador depende do diâmetro da agulha e da potência do motor, conforme a tabela a seguir:

Diâmetro da agulha (mm)	Raio de ação (cm)	Distância de vibração (cm)
25 a 30	10	15
35 a 50	25	38
50 a 75	40	60

Fonte: CTE.

- u) evitar desligar o vibrador ainda imerso no concreto;
- v) adotar todos os cuidados de segurança indicados para o manuseio de equipamento elétrico.

O concreto deve ser protegido durante o processo de endurecimento (ganho de resistência) contra secagem rápida, mudanças bruscas de temperatura, excesso de água, incidência de raios solares, agentes químicos, vibração e choques. Deve-se evitar bate-estacas, utilizar rompedores de concreto, furadeiras a ar comprimido próximo de estruturas recém concretadas, assim como, evitar o contato com água em abundância e qualquer outro material que possa prejudicar o processo de endurecimento e de aderência na armadura. Para evitar uma secagem muito rápida do concreto e o consequente aparecimento de fissuras e redução da resistência em superfícies muito grandes, tais como lajes, é necessário iniciar a cura úmida do concreto, logo após que a superfície esteja seca ao tato. A seguir são listados alguns dos métodos mais comuns para a cura do concreto, que podem ser usados isoladamente ou em concomitantemente:

- g) molhar continuamente durante 7 dias (no mínimo 3 dias) a superfície concretada (pilares e vigas);
- h) manter uma lâmina de água sobre a superfície (lajes e pisos);
- i) espalhar areia, serragem ou sacos (arroz, estopa, cimento etc.) sobre a superfície e mantê-los umedecidos (lajes e pisos);
- j) manter as fôrmas sempre molhadas (pilares, vigas e escadas);
- k) molhar e cobrir com lona;
- l) utilizar produtos apropriados para cura de concreto (película impermeável).

## 8.4 Desforma

A desforma do concreto deve ser planejada de modo a evitar o aparecimento de tensões nas peças concretadas diferentes das que foram projetadas para suportarem, como por exemplo, em vigas em balanço ou marquises. Nas concretagens usuais, em que não foram utilizados cimentos de alta resistência inicial os prazos são:

Elemento a ser desmoldado	Prazo (dias)	
	Concreto Armado comum	Concreto Armado + Aditivos
Faces laterais de vigas e pilares	3	-
Faces inferiores de vigas e lajes, retirada de algumas escoras e encunhamentos	7	-
Faces inferiores de vigas e pilares com desmoldagem quase total e retirada de escoras esparsas	14	7
Desmoldagem total	21	11
Vigas e arcos com vão maior que 10 m	28	21

## 9 SLUMP TEST

Figura 16 Ilustração do método de medida do "SLUMP TEST"

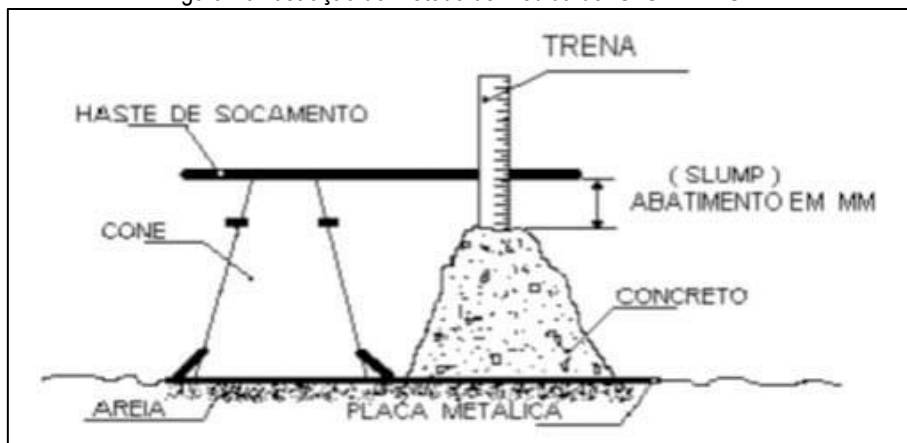


Figura 17 Foto do método de medida do "SLUMP TEST"





## 9.1 Moldagem dos corpos de prova

- A amostra deve ser feita após a retirada dos primeiros 15% e antes de completar a descarga de 85% do volume total;
- O concreto deve ser colocado nos moldes cilíndricos com o uso da concha onde, para o corpo de prova de 10 x 20 cm, deve ser colocada em duas camadas adensadas com 12 golpes cada uma. Se o abatimento do tronco de cone for superior a 160 mm, a moldagem deve ser feita com apenas uma camada.

Figura 18 Ilustração da moldagem do corpo de prova



As formas devem ser colocadas sobre uma base nivelada (plana), em local livre de choques, vibrações e protegidas do calor e raios solares.

No adensamento da primeira camada, deve-se evitar golpear a base do molde, na camada seguinte, a haste deve penetrar aproximadamente 20 mm na camada já adensada. Se a haste criar vazios na massa do concreto, deve-se bater levemente na face externa do molde até o fechamento dos vazios.

Usar desempenadeira de madeira ou colher de pedreiro para fazer o acabamento e identificar os corpos de prova.

Cobrir as formas com chapas de madeira úmida ou outro material que evite a perda de umidade das amostras.

Quando não for possível realizar a moldagem no local de armazenamento, os corpos de prova devem ser levados imediatamente após o acabamento até local que deverão permanecer nas primeiras 24 horas.

Figura 19 Foto dos corpos de provas já moldados



## 9.2 Ensaio de módulo de deformação

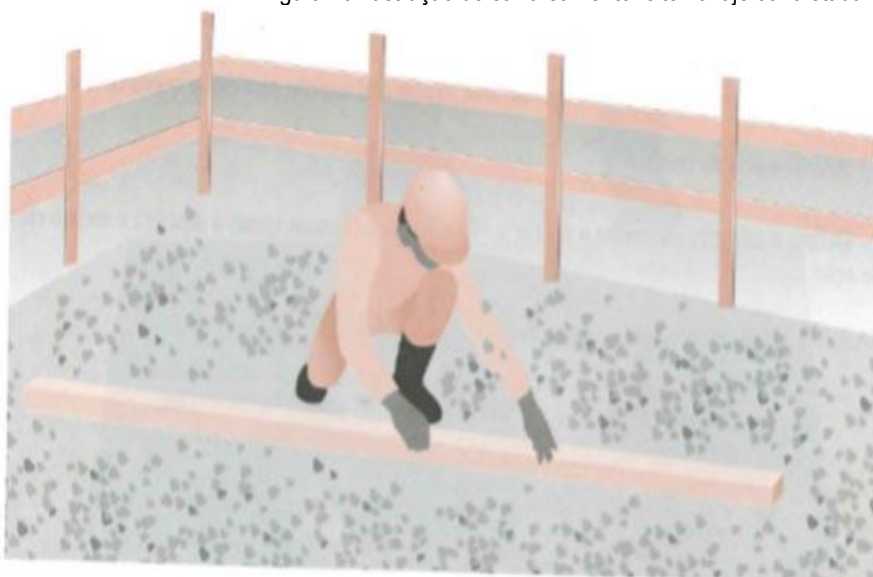
A amostragem é definida a critério da obra, os ensaios comprovarão essa propriedade do concreto. Elas podem variar de acordo com a necessidade do projeto.

O número mínimo de corpos de prova para ensaio de módulo de deformação é de 5 corpos de prova moldados de acordo com a ABNT NBR 5738.

Os valores especificados de módulo de deformação devem ser informados pelo engenheiro calculista no projeto e pelo fornecedor do concreto na nota fiscal (Módulo de Deformação em GPA).

Caso o resultado realizado não atenda o especificado em projeto, deve ser realizado uma nova amostragem para contraprova. Esta amostragem pode ser feita através de extração de corpos de prova da peça concretada com aprovação do engenheiro calculista e/ou por amostragem na próxima peça a ser concretada na obra, esta decisão deve ser acompanhada pelo engenheiro responsável da obra.

Figura 20 Ilustração do sarrafeamento feito na laje concretada



No caso de acabamento convencional o mesmo deve ser executado por meio de régua de alumínio tomando o nível das mestras como referência. O desempenho deve ser feito atentando-se para o acabamento junto a interferências e gabaritos.

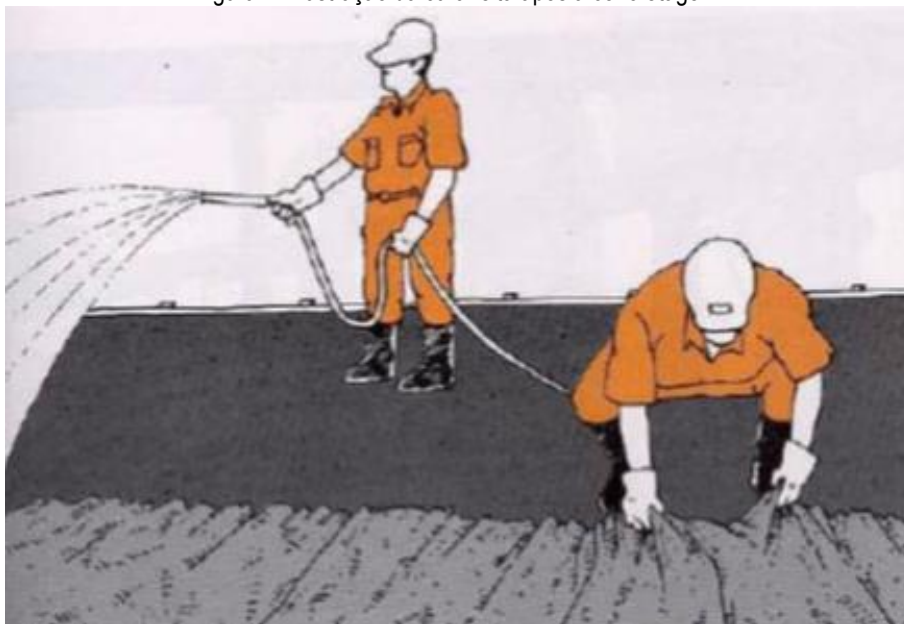
Fazer o mapeamento da concretagem, identificando em projeto reduzido (em folhas A3 ou A4), a área da laje preenchida por caminhão.

Iniciar a cura úmida logo que a superfície permita (secagem ao tato), molhando as peças por um período mínimo de dois dias consecutivos, em intervalos de tempo suficientemente curtos para que a superfície da peça permaneça sempre úmida.

Quando possível, deve ser utilizado o Bidim 300g OP30 para auxiliar na cura úmida ou produto específico para cura química (Curing). Espalha-se o bidim por toda a laje assim que o concreto iniciar a sua pega, encharcando-o em seguida com água.

As primeiras 24 horas que se seguem à concretagem da laje são as principais para que se obtenha o melhor desempenho do concreto.

Figura 21 Ilustração da cura feita após a concretagem.



### 9.3 Diretrizes para o uso correto do vibrador

- Adensar com a agulha na posição vertical, exceto em lajes, onde é permitido inclinar o vibrador;
- Distância entre pontos de imersão não superior ao raio de ação;
- Altura da camada de vibração um pouco inferior ao comprimento da agulha do vibrador;
- Inserir a agulha na camada sendo vibrada sempre com o motor ligado, deixando-a afundar por si própria;
- Vibrar até o momento em que a superfície do concreto fique com aspecto “espelhada” e praticamente cesse a subida de bolhas de ar (tempo aproximado de 4 segundos);
- Retirar a agulha da camada lentamente e com o motor ligado.

## 9.4 ERROS MAIS COMUNS DURANTE A VIBRAÇÃO DO CONCRETO

ERROS MAIS COMUNS	CONSEQUÊNCIAS E COMENTÁRIOS
Arrastar concreto com o vibrador	Vibrador não é instrumento para arrastar concreto, mas para consolidá-lo. O movimento lateral do vibrador causa agregação, pois os agregados graúdos tendem a se separar da argamassa.
Vibrar com a agulha inclinada	Inclinando-se a agulha, a transmissão dos esforços não se dá de forma homogênea. Parte da energia é dissipada para o ar. A posição ideal é a vertical
Empurrar o vibrador para dentro da massa	Deve-se deixar o vibrador descer por si só
Retirar a agulha muito rápido	A velocidade de retirada do vibrador deve ser tal que o concreto preencha o espaço ocupado pela agulha. Retirar rápido pode deixar vazios na massa.
Usar pontos de inserção muito afastados	Se não houver superposição das áreas de influência, algumas regiões do concreto ficarão sem vibração.
Encostar o vibrador de forma contínua na armadura	Afeta a aderência do concreto ao aço e, em vigas, pode deslocar os estribos.
Encostar o vibrador na fôrma	Danifica a forma e pode deslocar os painéis
Vibrar camadas muito espessas	A agulha do vibrador deve ser mais comprida do que a altura da camada para haver a “costura” com a camada anterior e a peça ficar uniforme em toda a sua extensão.
Vibrar por muito tempo	Excesso de vibração pode causar segregação, principalmente em concretos muito fluidos. Embora o concreto possa ficar com a superfície horizontal, o efeito do adensamento não se dá por completo.
Deixar o vibrador trabalhar no vazio	Pode queimar o motor. O concreto age como resfriador.
Transitar com equipamentos sobre a mangueira	A mangueira do vibrador não é vazia, pode gerar danos ao mecanismo.

## 9.5 REPARO E RECUPERAÇÃO DE PEÇA ESTRUTURAL

Após a desforma (mínimo 24 horas após a concretagem), verificar se existem falhas de concretagem (fissuras ou trincas, corrosão da armadura, manchas na superfície, desagregações, deformações excessivas, entre outras) e realizar a investigação e diagnóstico das possíveis causas, conforme PO.47.01 – Recuperação de Estruturas de Concreto (Bicheiras).

## 9.6 EXECUÇÃO DE JUNTA FRIA

- A superfície a ser tratada deve ser escovada ou jateada até apresentar uma superfície limpa, livre de impurezas e nata de cimento. Poderá haver umidade, porém, sem saturação.
- Na área de formação da junta, deve ser mantido um ângulo de 45° para evitar a formação de trincas e melhorando a aderência.
- Uma vez concluída a preparação da superfície, aplicar adesivo estrutural à base epóxi (tipo Sikadur 32, Compound ou similar), preparado de acordo com as orientações do fabricante e lançar o concreto logo em seguida.
- Ter especial atenção, após a mistura dos componentes, com o prazo de início de pega do adesivo estrutural (da ordem de aproximadamente 30 minutos). Desta forma, a dosagem das quantidades a serem utilizadas em cada uma das juntas deve ser feita cuidadosamente, de modo a evitar perdas.



## 10 ESTRUTURA METÁLICA

Este item trata da execução dos elementos metálicos componentes da estrutura de cobertura do Ginásio e do alambrado.

### NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 61200: 1980, Cargas para o cálculo de estruturas;
- ABNT NBR 8681:2003, Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos;
- ABNT NBR 6123:1988, Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 6154:2015, Tubos de aço de seção circular — Ensaio de achatamento
- ABNT NBR 6355:2003, Perfis estruturais de aço formados a frio padronização;
- ABNT NBR 8800:2008, Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e de concreto de edifícios;
- ABNT NBR 14.762:2010, Dimensionamento de estrutura de aço constituídas por perfis formados a frio.
- ABNT NBR 6154 e NBR 6206, Tubos com costura
- AISI (1991) American Iron and Steel Institute “LRFD Cold Formed.

### 10.1 MATERIAIS

a) Perfis, chapas e barras.

Massa específica do aço 7.850kgf/m<sup>3</sup>;

Módulo de elasticidade na falta de ensaios ou valor fornecido pelo fabricante, considerar  $E = 210 \text{ GPa}$ ;

Perfis formados a frio: USI SAC 300  $F_y = 300 \text{ MPa}$  e  $F_u = 400 \text{ MPa}$ ;

Chapas: ASTM A36 –  $F_y = 250 \text{ MPa}$  e  $F_u = 400 \text{ MPa}$ ;

Perfis laminados: ASTM A-572 GR 50 –  $F_y = 350 \text{ MPa}$  e  $F_u = 450 \text{ MPa}$ ;

Barras redondas: ASTM A-36 –  $F_y = 250 \text{ MPa}$  e  $F_u = 400 \text{ MPa}$ .

b) Parafusos e chumbadores.

Chumbadores são elementos metálicos inseridos no concreto com a finalidade de garantir ancoragem eficaz ou constituir elemento genérico de fixação

Neste projeto adotou chumbadores de expansão:

São elementos metálicos pré-fabricados com tamanho e bitolas variáveis, caracterizados por um parafuso provido de luva cônica na parte terminal que, através da expansão radial imposta pela penetração do parafuso, desenvolve pressão suficiente contra as paredes do furo e garante atrito adequado para resistir aos esforços de arranque.

Stand bolt: Metform H = 137 mm e D = 19,  $F_u = 415 \text{ MPa}$ ;

Execução

Os chumbadores devem ser executados preferencialmente perpendiculares à superfície do elemento estrutural de concreto, que deve ter consistência geométrica e física suficiente para absorver os esforços transmitidos pelo chumbador.

O chumbador de expansão, também denominado mecânico, é inserido sem folga em um pré-furo de diâmetro o mais próximo possível do diâmetro do chumbador. O diâmetro determinante é o diâmetro da luva cônica. A penetração do chumbador, um parafuso, através da luva cônica impõe a expansão radial que proporciona a otimização dos atritos.

c) Solda.

A técnica de soldagem, a execução, a aparência e a qualidade das soldas, bem como os métodos utilizados na correção de defeitos, deverão obedecer às seções 3 e 4 da AWS D 1.1.

As superfícies a serem soldadas deverão estar livres de escórias, graxas, rebarbas, tintas ou quaisquer outros materiais estranhos.

mecanicamente. As soldas por pontos deverão estar cuidadosamente alinhadas e serão de penetração total.

Deverão ser respeitadas as indicações do projeto de fabricação, tais como dimensões, tipo, localização e comprimento de todas as soldas. As dimensões e os comprimentos de todos os filetes deverão ser proporcionais à espessura da chapa e à resistência requerida.

Os serviços serão executados somente por soldadores qualificados, conforme prescrição do “Standard Code for Welding for Building Construction” da AWS.

Os trabalhos de soldagem deverão ser executados, sempre que possível, de cima para baixo. Na montagem e junção de partes da estrutura ou de elementos pré-fabricados, o procedimento e a sequência de montagem serão tais que evitem distorções desnecessárias e minimizem os esforços de retração. Não sendo possível evitar altas tensões residuais nas soldas de fecho nas conexões rígidas, o fechamento será realizado nos elementos de compressão.

## 10.2 FABRICAÇÃO

A fabricação das estruturas deve obedecer a todos os detalhes, dimensões e especificações contidas nos projetos.

## 10.3 MONTAGEM

A montagem das estruturas metálicas deverá se processar de acordo com as indicações contidas no detalhamento.

Os serviços de montagem deverão obedecer rigorosamente às medidas angulares, lineares, alinhamentos, prumos e nivelamentos, contidos nos projetos e em conformidades com as normas vigentes.

Os reparos de pintura nas estruturas e chumbadores, devem ser executados no campo com o mesmo material e qualidade de proteção anticorrosiva aplicada na fábrica.

## 10.4 PINTURA

As superfícies a pintar serão cuidadosamente lixadas, raspadas, limpadas, enfim, preparadas para o tipo de pintura a que se destinarem, ficando sempre livres de sujeira, poeira e umidade.

As superfícies metálicas serão tratadas com uma demão de fundo anticorrosivo.

Receberam duas demãos de tinta acrílica na cor especificada nos projetos, ou conforme determinado pela fiscalização.