



# PAVILHÃO ROCHA LIMA / LABORATÓRIOS IOC ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ESTRUTURA GERAL

## PROJETO EXECUTIVO

Nº DA META – 2023.021

Nº DA ORDEM – 2023.06.19.07

CONTRATAÇÃO DE SERVIÇO DE ENGENHARIA PARA  
DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E  
ENGENHARIA PARA EDIFICAÇÕES HOSPITALARES E DE  
PESQUISA DA FIOCRUZ/RJ.

AGO / 2023

C024A17A

EST-017

Contrato nº 034/2020

Controle de Revisões							
TE: Tipo: Emissão		A-Preliminar B- Para Aprovação	C- Para Conhecimento D- Para Cotação		E-Para Construção F- Conforme Comprado		G-Conforme Construído H-Cancelado
REV	TE	Descrição	Elaborado		Verificado		Aprovado
000	B	Emissão Inicial	Felipe	04/08/2023	Thiago	04/08/2023	

## Sumário

1	BASES DE REFERÊNCIA DO DOCUMENTO .....	4
1.1	Referências Técnicas.....	4
2	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	5
2.1	Fundação .....	5
2.1.1	Escavação.....	5
2.1.2	Lastro de Concreto Magro .....	7
2.1.3	Lastro de Brita .....	8
2.1.4	Estacas Raiz .....	9
2.1.5	Sapatas .....	12
2.1.6	Aços para Armadura .....	14
2.1.7	Concreto Armado .....	17
2.1.8	Reaterro Compactado.....	38
2.2	Estrutura em Concreto Armado.....	40
2.2.1	Aços para Armaduras .....	41
2.2.2	Concreto Armado .....	41
2.2.3	Formas e Escoramentos .....	41
2.2.4	Controle Tecnológico do Concreto.....	46
2.3	Estrutura Metálica .....	51
2.3.1	Fornecimento e Instalação de Estrutura Metálica .....	51

# 1 BASES DE REFERÊNCIA DO DOCUMENTO

## 1.1 Referências Técnicas

Considera-se como referências técnicas para a elaboração os seguintes documentos, sendo todas as normas citadas nas versões mais atuais:

### Normas:

- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;
- NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 6123 – Forças Devido ao Vento em Edificações;
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 8800 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios;
- NBR 6120 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 15421 – Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento;
- NBR 15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

### Referências Bibliográficas:

- Hormigón Armado, por P.J. Montoya, A.G. Meseguer, F.M. Cabré;
- Construções de Concreto, por F. Leonhardt e E. Monnig;
- VELLOSO, Dirceu de Alencar. Fundações, Volume 1. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011;
- VELLOSO, Dirceu de Alencar. Fundações, Volume 2. Nova ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010;
- GUIDICINI, Guido. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 1983;
- CINTRA, José Carlos. Fundações por Estacas. Nova ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010;

- VARGAS, Milton. Introdução à Mecânica dos Solos. Nova ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977;
- CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e suas Aplicações. 5 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974.

## 2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 2.1 Fundação

A execução das fundações do edifício obedecerá rigorosamente ao projeto estrutural, bem como às normas, especificações e métodos da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em suas edições recentes:

- NBR 6118 – Cálculo e execução de obras em concreto armado – procedimento.
- NBR 12131 – Estacas - Prova de carga estática - Método de ensaio
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações – procedimento.

#### 2.1.1 Escavação

##### 2.1.1.1 Especificações

Deve-se proceder à escavação manual ou mecanizada somente na área de execução das vigas baldrame, das sapatas e blocos de coroamento das estacas.

A escavação deverá ser realizada manual ou mecanicamente de maneira cuidadosa. As linhas de abastecimento de energia elétrica, água, telemática, bem como as canalizações de esgoto e águas pluviais, caso necessário, deverão ser protegidas, respeitando as normas e determinações das empresas concessionárias de serviços públicos.

Antes de ser iniciada a escavação, deverá ser feita a pesquisa das interferências existentes no trecho a ser escavado, que porventura não tenham sido identificadas anteriormente,

para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas ou outras estruturas que estejam na zona atingida pela escavação ou em suas proximidades.

Quando existir cabo subterrâneo de energia nas proximidades das escavações as mesmas só poderão ser iniciadas quando o cabo estiver desligado. Na impossibilidade de desligar o cabo, devem ser tomadas medidas especiais de proteção.

A escavação deverá ser precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza, e se processará mediante a rejeição dos materiais extraídos. Os taludes de corte, quando necessários, deverão ser escorados, revestidos e protegidos contra a erosão ou à critério da FISCALIZAÇÃO, uma vez que escavações com profundidade superior a 1,25 m devem ser escoradas, conforme recomendação da norma técnica.

O acabamento da superfície dos cortes será procedido manual ou mecanicamente, de forma a alcançar a conformação prevista no projeto.

O material resultante da escavação deverá ser depositado próximo ao local escavado, para posteriormente ser retirado ou reaproveitado, não devendo atrapalhar a execução dos serviços e a rotina das atividades na área da obra.

#### **2.1.1.2 Generalidades**

Escavação manual ou mecanizada em material de 1ª Categoria até 1,50 m de profundidade para execução das vigas, lajes de pisos e blocos de coroamento das estacas

#### **2.1.1.3 Medição**

A medição será efetuada por volume executado.

#### **2.1.1.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## **2.1.2 Lastro de Concreto Magro**

### **2.1.2.1 Especificações**

O lastro de concreto magro deverá ser feito em concreto simples de Cimento Portland, com traço de 1:4:8 (cimento : areia : brita), sendo executada com espessura mínima de 5 cm sobre o terreno já regularizado e apiloado (compactado).

Serão utilizados cimento portland, pedra britada, areia grossa e média, de conformidade com as Normas NBR 5732 e NBR 7211, e água potável, limpa e isenta de impurezas.

A superfície a receber o lastro em concreto magro deve estar totalmente concluída em termos de regularização e apiloamento, ser previamente limpa, isenta quaisquer agentes prejudiciais à realização do serviço, além de ter recebido aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

O lastro de concreto magro tem como objetivo impermeabilizar a área a ser concretada e que durante a concretagem não se perca água de amassamento do concreto.

### **2.1.2.2 Generalidades**

Fornecimento e execução de lastro de concreto magro com traço de 1:4:8 (cimento : areia : brita) e espessura mínima de 0,05 m em todas as áreas indicadas em projeto.

### **2.1.2.3 Medição**

A medição será efetuada por volume executado.

### **2.1.2.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

### **2.1.3 Lastro de Brita**

#### **2.1.3.1 Especificação**

A brita deverá ser lançada, espalhada e nivelada manualmente através do uso de ferramentas apropriadas na área de implantação indicada, compactada até atingir espessura especificada em projeto. Antes do lançamento da brita na área, esta deverá estar regularizada e compactada.

#### **2.1.3.2 Generalidades**

Fornecimento, lançamento, espalhamento e nivelamento de brita 2, com diâmetros variando entre 19 mm e 25 mm.

#### **2.1.3.3 Medição**

A medição será efetuada por volume de lastro de brita fornecida, lançada, espalhada e nivelada.

#### **2.1.3.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## **2.1.4 Estacas Raiz**

### **2.1.4.1 Especificações**

A estaca raiz é uma estaca moldada in loco, em que a perfuração é revestida integralmente, em solo, por meio de segmentos de tubos metálicos (revestimento) de 1,0 m a 1,5 m, que vão sendo rosqueados à medida que a perfuração é executada. O revestimento é recuperado. A estaca raiz é armada em todo o seu comprimento e a perfuração é preenchida por uma argamassa de cimento e areia.

### **PERFURAÇÃO**

A perfuração do solo é executada por meio da rotação imposta por uma perfuratriz rotativa ou rotopercussiva ao revestimento, que desce com o uso de circulação direta de água injetada com pressão pelo seu interior. Pode-se adicionar polímero, sendo vetado o uso de lama bentonítica. A água usada na perfuração deve ser limpa, podendo ser utilizada água de reuso, inclusive água reciclada proveniente da perfuração, desde que obedeça aos seguintes parâmetros:

- a) pH da água entre 7 e 11 – aparelho: medidor de pH;
- b) densidade menor que 1,05 g/cm<sup>3</sup> – aparelho: densímetro;
- c) teor de areia menor que 3 % – aparelho: baroid sand content ou similar.

Para estacas de diâmetro acabado iguais ou inferiores a 250 mm a bomba deve ter em sua curva características mínimas de vazão de 15 m<sup>3</sup>/h a pressão de 120 mca. Para diâmetros acabados iguais ou superiores a 310 mm a bomba tenha em sua curva características mínimas de vazão de 25 m<sup>3</sup>/h a pressão de 150 mca.

### **LIMPEZA E COLOCAÇÃO DA ARMADURA**

Após o término da perfuração e antes do início do lançamento da argamassa, limpa-se internamente o furo através da utilização da composição de lavagem e posteriormente



procede-se à descida da armadura, que pode ser montada em feixe ou em gaiola, que é apoiada no fundo do furo.

### **INJEÇÃO DE PREENCHIMENTO**

O furo é preenchido com argamassa mediante bomba de injeção, através de um tubo posicionado na ponta da estaca. O preenchimento é feito de baixo para cima até a expulsão de toda a água de circulação contida no interior do revestimento.

### **RETIRADA DO REVESTIMENTO**

Após o preenchimento do furo, inicia-se a extração do revestimento. A cada trecho de no máximo 1,5 m de tubo de revestimento retirado, o nível de argamassa deve ser verificado e completado. Para estacas de diâmetros menores ou iguais a 200 mm, periodicamente, coloca-se a cabeça de injeção no topo do revestimento e aplica-se pressão que pode ser de ar comprimido ou através da bomba de injeção de argamassa. Após a aplicação da pressão e retirada dos tubos de revestimento, o nível da argamassa é completado.

### **SEQUÊNCIA EXECUTIVA**

Não se devem executar estacas com espaçamento inferior a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12 h. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro. Em qualquer caso, o projetista e o executor poderão avaliar a eventual necessidade de aumento desta distância.

### **PREPARO DA CABEÇA E LIGAÇÃO COM O BLOCO DE COROAMENTO**

Para ligação da estaca com o bloco de coroamento devem ser observadas a cota de arrasamento e o comprimento das esperas (arranques) definidos em projeto. O trecho da estaca acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos. Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (potência < 1 000 W) 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 deve ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada. Caso haja argamassa inadequada abaixo da cota de arrasamento, o trecho

---

deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à da argamassa da estaca. No caso de comprimento de arranque inferior ao de projeto, deve-se executar emenda por traspasse ou traspasse e solda, conforme a ABNT NBR 6118. Caso necessário, a estaca pode ser demolida e recomposta para que o comprimento da emenda seja respeitado.

#### **2.1.4.2 Generalidades**

Compreende a preparação do topo da estaca até a cota indicada no Projeto Executivo e até atingir concreto de boa qualidade, resultando em uma seção plana, perpendicular ao eixo da estaca.

Estão inclusos todos os custos com equipamentos, mão de obra e materiais necessários para a perfeita execução dos serviços.

#### **2.1.4.3 Medição**

Medições mensais. Serão efetuadas por comprimento (metro linear) de estaca executada.

#### **2.1.4.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## **2.1.5 Sapatas**

### **2.1.5.1 Especificações**

#### **ESCAVAÇÃO DAS CAVAS**

Para escavação em solo, caso se utilizem equipamentos mecânicos, a profundidade de escavação com esses equipamentos deve ser paralisada a no mínimo 30 cm acima da cota de assentamento prevista, sendo a parcela final removida manualmente. Para escavação em rocha quando forem empregados martelos, rompedores ou até mesmo explosivos, deverão ser removidos eventuais blocos soltos.

#### **PREPARAÇÃO PARA A CONCRETAGEM**

Antes da concretagem, o solo ou rocha de apoio das sapatas, isento de material solto, deve ser vistoriado por profissional habilitado, que confirma in loco a capacidade de suporte do material. Esta inspeção pode ser feita com penetrômetro de barra manual ou outros ensaios expeditos de campo. Caso haja necessidade de aprofundar a cava da sapata, a diferença entre cota de assentamento prevista e cota “de obra” pode ser eliminada com preenchimento de concreto não estrutural (consumo mínimo de cimento de 150 kg/m<sup>3</sup>) até a cota prevista. Alternativamente pode-se aumentar o comprimento do pilar, desde que seja feita consulta prévia ao projetista estrutural, que indica as eventuais medidas adicionais que devem ser adotadas no que se refere à estrutura. No caso de preenchimento com concreto, ele deve ocupar todo o fundo da cava e não só a área de projeção da sapata, devendo obrigatoriamente ser efetuado antes da concretagem da sapata. O fundo da cava deve ser regularizado com lastro de concreto não estrutural, em espessura mínima de 5 cm. A superfície final deve resultar plana e horizontal. Para sapatas assentes em rocha há necessidade de camada de regularização com espessura necessária para garantir uma superfície final plana e horizontal.

#### **CONCRETAGEM DA SAPATA**

Os procedimentos de concretagem devem obedecer às especificações do projeto estrutural.

## **REATERRO**

Após cura da sapata, deve ser procedido o reaterro compactado da cava.

### **2.1.5.2 Generalidades**

Compreende a execução de sapatas isoladas e corridas.

Estão inclusos todos os custos com equipamentos, mão de obra e materiais necessários para a perfeita execução dos serviços.

### **2.1.5.3 Medição**

Medições mensais. Serão efetuadas por unidade de sapata executada.

### **2.1.5.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## **2.1.6 Aços para Armadura**

### **2.1.6.1 Especificações**

Os aços a serem empregados nas estruturas de concreto armado são o CA-50 ( $f_y \geq 500$  Mpa) e o CA-60 ( $f_y \geq 600$  Mpa), com diâmetros e comprimentos conforme o projeto executivo.

Para amarração das armaduras deverá ser usado arame de aço recozido preto, bitola nº 16 ou 18 AWG.

Todos os materiais utilizados na construção devem ser novos e livres de defeitos. As características e condições das barras de aço deverão atender a norma NBR7480.

O recebimento, armazenamento, corte e dobra das armaduras deverão seguir as recomendações da NBR 14931.

Ao receber o material em obra, deverá ser verificado se o tipo de material e quantidade bate com o especificado em nota fiscal. As remessas deverão apresentar etiqueta de identificação com o nome do fabricante, tipo de aço e diâmetro nominal. É necessária a realização de uma verificação visual das barras, identificando oxidações em excesso, homogeneidade na cor ou presença de dobras, etc.

As armaduras devem ser estocadas de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades, desde o recebimento até seu posicionamento final na estrutura. Estocar de forma que não tenham contato direto com o solo e separadas por bitola.

As barras deverão ser dobradas e cortadas de acordo com os procedimentos de segurança, observando-se atentamente ao tipo de bitola das barras.

Além disso, as barras deverão ser limpas de ferrugens que possam prejudicar sua aderência.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Ensaio de Tração

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6152, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado.

- Ensaio de Dobramento

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova.

- Ensaios de Fissuração

O coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a NBR 7477.

- Ensaio de Fadiga

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 7478.

- Outras Propriedades

Outras propriedades mecânicas que devem ser atendidas se referem ao alongamento e a aderência (coeficiente de conformação superficial).

Para montagem das armaduras será empregado arame recozido.

O cobrimento das armaduras deve ser garantido, conforme o projeto executivo, com a utilização de espaçadores de plástico e/ou concreto. Quando forem utilizados espaçadores de concreto o mesmo deverá ter resistência e durabilidade igual ou superior a da estrutura de concreto.

#### **2.1.6.2 Generalidades**

- Fornecimento de aço para as armaduras com diâmetros variados de acordo com os projetos executivos, e apresentação dos respectivos certificados de qualidade do aço.
- Corte, dobra e montagem das armaduras. É vetado o uso de maçarico para corte e dobra.
- Colocação das armaduras nas formas, incluindo espaçadores, barras de montagem, fixadores, garras ou outros materiais necessários para o correto posicionamento das armaduras.

Estão inclusos todos os custos com equipamentos, mão de obra e materiais (arrame recozido, espaçadores) necessários para a perfeita execução dos serviços.

#### **2.1.6.3 Medição**

Medições mensais. Serão efetuadas com base no peso de aço utilizado, levantados nos desenhos do projeto executivo.

#### **2.1.6.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## 2.1.7 Concreto Armado

### 2.1.7.1 Especificações

O concreto a ser utilizado deverá atender ao especificado no projeto executivo e a todos os requisitos da NBR 6118 para concreto estrutural, incluindo todas as referências relevantes.

Para preparo, controle e recebimento do concreto, serão atendidos os requisitos e procedimentos da NBR 12655.

Para o controle tecnológico de materiais componentes do concreto, serão atendidas as exigências da NBR 12654.

O concreto será composto por mistura de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água.

Os agregados para o concreto deverão ser limpos e puros, não devendo conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas ou terrosas, e deverão obedecer às especificações da NBR-7211.

Não será permitida a dosagem empírica do concreto, devendo ser estudadas várias dosagens experimentais dos concretos a serem utilizados na obra, com a finalidade de se obter uma dosagem adequada e levando em conta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade, etc.

Os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos deverão atender os requisitos da NBR 5739. Os ensaios serão feitos por um LABORATÓRIO DE TESTES que cumpra com métodos e requisitos da NBR 6156.

O traço determinado, não poderá apresentar exsudação durante a concretagem e todos os projetos de traço de concreto serão submetidos à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

A tensão mínima de ruptura do concreto varia conforme quadro a seguir:

Classe	fck (Mpa)
C30	30



C35	35
C40	40

A consistência da mistura durante as concretagens deverá ser controlada por meio do "slump-test" determinado de comum acordo com a FISCALIZAÇÃO.

O transporte será efetuado do local da mistura para o lançamento no menor tempo possível, para que não haja segregação, mantendo sua homogeneidade, obedecendo ao especificado pela norma NBR-6118.

O lançamento do concreto deverá ser feito logo após a mistura, não sendo permitido um intervalo de tempo superior a 30 (trinta) minutos entre o amassamento e o lançamento.

A CONTRATADA deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO, para sua aprovação, todos os materiais que se propõe a usar no concreto, incluindo nomes de fornecedores e fontes de abastecimento. Uma vez que as fontes de abastecimento são aprovadas tendo em vista os requisitos aqui especificados, elas não podem ser modificadas sem que se repita a qualificação completa dos novos componentes e traços resultantes. Modificações devem ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO antes do uso.

Os certificados dos ensaios referidos nesta especificação serão fornecidos pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá fornecer todas as amostras necessárias para os testes de materiais de concreto e seus constituintes, bem como realizar todos os testes necessários, realizados por um laboratório de testes independente.

Os relatórios de controle de qualidade de produção serão emitidos pela CONTRATADA semanalmente para a FISCALIZAÇÃO.

A aceitação pela FISCALIZAÇÃO não libera a CONTRATADA de suas obrigações nos termos do contrato de fornecimento e qualidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, rejeitar qualquer concreto se este não cumprir com as especificações.

#### **2.1.7.1.1 Materiais**

##### **ÁGUA**

A água utilizada para a mistura de concreto, produção de gelo, resfriamento do agregado, cura e outros trabalhos relacionados com concreto deve cumprir os requisitos da norma NBR 15900. A água deve ser fresca e limpa, livre de cloretos, sulfatos, álcalis e outras substâncias prejudiciais ao concreto ou aço. Normalmente, a água que é própria para o consumo humano será adequada para o concreto.

É permitido o uso de água potável como água de mistura no concreto, sem testes de conformidade com os requisitos desta especificação.

A água de esgoto, mesmo com tratamento, não é adequada para uso em concreto. Além disso, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixa estanque e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Sob nenhuma circunstância a água do mar pode ser usada em qualquer atividade relacionada ao concreto (mistura, cura, etc.). A água usada para lavar os agregados não deve ser reutilizada para qualquer operação de construção associada à produção, preparação, colocação e cura do concreto.

Os relatórios de testes confirmando que a água utilizada atende os requisitos acima serão submetidos à FISCALIZAÇÃO para aprovação, antes da produção inicial do concreto.

##### **CIMENTO**

O cimento Portland a ser empregado deverá satisfazer a NBR 5732 e a NBR 6118.

A CONTRATADA deverá fornecer à FISCALIZAÇÃO certificado que demonstre que o cimento empregado atende à presente especificação. Se o cimento proceder diretamente do fabricante, este certificado deverá ser fornecido por este.

Onde o cimento é entregue a granel, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

- Os recipientes devem ser estanques e em boas condições;

- Os recipientes devem estar limpos antes de serem preenchidos com cimento.
- Se os meios de transporte requerem transbordo de cimento, deve ser dado um aviso para a inspeção do processo de transferência à FISCALIZAÇÃO.
- Um recibo de entrega, assinado por uma pessoa responsável, mostrando claramente marca e tipo de cimento, data de fabricação, data de contenção e o peso líquido do cimento devem ser selados dentro da embalagem original e entregues à FISCALIZAÇÃO após o rompimento dos selos.

Onde o cimento é entregue em sacos;

- Os sacos e os seus conteúdos devem estar em bom estado de conservação e marcados com o nome do fabricante, tipo de cimento, data de fabricação e data do depósito.
- A CONTRATADA deverá providenciar cobertura de proteção e armazenamento adequado acima do solo para evitar a deterioração e a intrusão de material estranho.
- A CONTRATADA deve tomar cuidado especial para proteger o cimento de danos causados por climas quentes e úmidos e deve armazenar o cimento de acordo com as recomendações do fabricante.
- A CONTRATADA deverá garantir à FISCALIZAÇÃO que o armazenamento do cimento esteja em conformidade com as especificações de projeto.
- 

## **ADIÇÕES CIMENTÍCIAS**

As adições devem atender às exigências e ensaios da NBR 11578.

## **AGREGADOS**

Os agregados devem atender os requisitos da norma NBR 7211.

Agregados deverão estar limpos, resistentes, quimicamente inertes e impermeáveis. Eles devem estar livres de revestimentos aderentes, partículas laminadas ou misturas de materiais susceptíveis a danos para o concreto.

A escolha dos agregados é importante do ponto de vista da reação álcali-agregado. As recomendações e medidas preventivas devem levar em conta a NBR 15577. As amostras de agregado a serem ensaiadas devem ser coletadas conforme NBR 7216.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados por Laboratórios de Testes Independentes, atendendo as seguintes normas:

- Composição granulométrica – NBR 7217;
- Quantidade de substâncias nocivas – NBR 7218;
- Teor de materiais pulverulentos – NBR 7219;
- Avaliação de impurezas orgânicas – NBR 7220.

Origem e tipo do agregado não devem ser alterados sem a aprovação da Fiscalização.

## **MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE AGREGADOS**

Agregados finos e graúdos devem ser manuseados e armazenados para produzir um mínimo de segregação e contaminação por materiais externos.

Os diferentes tipos de agregado e as diferentes classes deverão ser entregues e armazenadas separadamente, nunca sendo misturadas inadvertidamente.

A fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos agregados, uma camada espessa de 20 cm na parte inferior do estoque deverá ser inutilizada ou executar em substituição à esta camada piso de concreto.

## **ADITIVOS**

Aditivos devem cumprir com a NBR 11768. Um aditivo é definido como um produto que é adicionado em quantidades geralmente menores ou iguais a 5% na massa do cimento (ou aglomerante), antes ou durante a mistura ou durante uma operação de mistura adicional, causando as modificações necessárias às propriedades normais.

Aditivos contendo cloreto de cálcio não devem ser utilizados em quaisquer circunstâncias.

Aditivos só podem ser utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

---

Quando o tempo está quente, um agente de retardamento ou um superplastificante pode ser usado para aumentar ou manter o tempo de aplicação do concreto e retardar a pega. Este aditivo deve ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Os pesos correspondentes (ou volumes) devem ser comunicados em cada formulário de produção. Adições líquidas devem ser medidas em volume.

Todas as informações sobre o aditivo, tais como certificados, testes de mistura de concreto, resultados dos testes, etc. devem ser disponibilizadas à FISCALIZAÇÃO.

Se forem propostos aditivos para uso simultâneo, estes devem ser obtidos a partir do mesmo fabricante junto com uma garantia, por escrito, da compatibilidade das adições deve ser entregue à FISCALIZAÇÃO.

## RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO

A água contida em aditivos deve ser considerada como uma parte contribuinte na dosagem neste cálculo, enquanto a quantidade de água absorvida pelos agregados em uma hora não deve ser considerada na dosagem.

A água introduzida no misturador deve ser ajustada de acordo com a quantidade de água contida nos agregados, de modo que a relação água/cimento permaneça constante. O teor de umidade do agregado tem que ser verificado sempre antes de iniciar um novo dia de produção e cada vez que ocorra uma mudança climática repentina (por exemplo, depois de uma chuva).

A adição de água ao concreto fresco no trajeto entre a central de concreto e o destino final do concreto é estritamente proibida.

A relação água/cimento deverá seguir o exposto no quadro a seguir:

Classe	a/c
C30	$\leq 0,55$

C35	$\leq 0,55$
C40	$\leq 0,45$

## TRABALHABILIDADE

Qualquer que seja o concreto fresco e a temperatura ambiente, a trabalhabilidade do concreto deve ser tal que ele possa ser manipulado pelas instalações e equipamentos disponíveis no local e compactado para que ele preencha as fôrmas sem vazios ou segregações.

Trabalhabilidade do concreto fresco deve ser medida com o método *Slump Test* (NM 67).

A FISCALIZAÇÃO pode exigir a utilização de aditivos para melhorar a trabalhabilidade do concreto.

## MISTURA

O concreto deve apresentar uma estrutura homogênea que possa ser trabalhado em cantos e ângulos da fôrma e em torno do reforço, sem segregação do material ou exsudação excessiva. Deve, também, na retirada da fôrma, apresentar uma face uniforme e livre de bicheiras e fissuras. Quando endurecido, o concreto deve apresentar a resistência de projeto, máxima compacidade e baixa porosidade.

O projeto de mistura será submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

## REQUISITOS DE TEMPERATURA DO CONCRETO

A temperatura máxima do concreto fresco no ponto de lançamento nunca deve exceder 32° C.

O efeito da temperatura na reologia do concreto vibrado pode resultar em ajustes nas quantidades de aditivos, de acordo com as estações do ano (devem ser avaliados na fase de concepção).

Quando concretando em tempo frio, caso a temperatura do ar circundante caia abaixo de 5° C, o concreto deve ter uma temperatura não inferior a 10° C quando colocado e consolidado nas fôrmas, devendo ser atendidos os procedimentos NBR 7212.

#### **2.1.7.1.2 Controle da Resistência Mecânica do Concreto**

O controle da resistência mecânica do concreto visa à determinação do valor estimado de sua resistência característica e deverá ser obrigatoriamente sistemático, devendo ser executado por meio de ensaios de ruptura de corpos de prova cilíndricos moldados durante a concretagem.

Os corpos de prova deverão ser moldados por pessoa especializada, de acordo com a NBR 5738 e rompidos em laboratórios conforme a NBR 5739, em geral com a idade de 28 dias.

Em casos especiais, quando for necessário o conhecimento da resistência mecânica do concreto com idade inferior a 28 dias, ou o conhecimento da curva de crescimento da resistência em função do tempo, o controle da resistência mecânica deverá ser programado e realizado de modo que sejam rompidos corpos de prova com idades de 7, 14, 21 e 28 dias.

O concreto a ser empregado deverá ser dividido em lotes de modo que cada lote apresente volume não superior a 100 m³, tempo de execução não superior a 2 semanas e seja aplicado numa área construída não maior que 500 m². No caso, cada lote não poderá compreender mais de um pavimento.

De cada lote deverá ser retirada uma amostra constituída de "n" exemplares onde a variável "n" deverá ser função do índice de amostragem definido na NBR 6118.

De cada lote deverão ser retiradas tantas amostras quantas forem as idades em que se desejar conhecer a resistência mecânica do concreto.

Tratando-se de concreto pré-misturado, a amostra deverá ser constituída de um exemplar para cada caminhão-betoneira recebido na obra.

Dispensa-se o terceiro corpo de prova ou corpo de prova de reserva nos exemplares de amostra destinados à verificação da resistência mecânica do concreto com idade inferior a 28 dias.

Para cada lote em que a estrutura foi dividida o valor estimado da resistência característica do concreto deverá ser obtido pela aplicação da fórmula reduzida apresentada na NBR 6118.

Os corpos de prova deverão ser identificados por qualquer sistema de codificação que torne claros os seguintes dados:

- Estrutura e lote a que pertencem;
- Número de amostra e idade em dias com a qual seus exemplares deverão ser rompidos;
- Número do exemplar, bem como o número de ordem do corpo de prova dentro do exemplar, ou a indicação de se tratar de corpo de prova de reserva;
- Data da moldagem dos corpos de prova;
- Data na qual os corpos de prova deverão ser rompidos. A FISCALIZAÇÃO deverá organizar e manter atualizado um livro de registro para o controle da resistência mecânica do concreto no qual deverão ser feitas as seguintes anotações para cada estrutura:
- A identificação da estrutura;
- A identificação dos lotes em que a mesma foi dividida com indicação das peças concretadas, o volume de cada lote e respectivas datas;
- A identificação das amostras retiradas de cada lote, com a indicação das datas de moldagem e de ruptura de seus exemplares;
- A identificação dos exemplares de cada amostra com a indicação dos corpos de prova que constituem cada exemplar, bem como os valores da resistência à ruptura desses corpos de prova e o valor adotado para resistência a ruptura do exemplar;
- Para cada lote da estrutura o valor estimado da resistência característica do concreto com a idade que tiver sido especificada.



### **2.1.7.1.3 Cura do Concreto**

Depois de lançado nas formas e durante o período de endurecimento, o concreto deverá ser protegido contra secagem, chuva, variações de temperatura e outros agentes prejudiciais.

Durante o endurecimento o concreto não poderá sofrer vibrações ou choques que possam produzir fissuração na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência com as armaduras.

Durante os primeiros 7 dias após o lançamento o concreto deverá ser protegido contra a secagem prematura umedecendo-se a sua superfície exposta ou cobrindo-a com uma manta impermeável.

A aceleração do endurecimento do concreto por meio de aquecimento poderá ser empregada, desde que o processo seja adequadamente controlado e sejam tomadas as medidas necessárias para evitar secagem prematura.

### **2.1.7.1.4 Central Dosadora e Produção de Concreto**

Especificações detalhadas a seguir aplicam-se a cada central dosadora por lotes a serem utilizados no local e devem atender os requisitos e procedimentos da NBR 7212.

## **ARMAZENAMENTO DOS CONSTITUINTES**

- Agregados:

As áreas de armazenamento e carregamento de agregados nas caixas serão pavimentadas para evitar qualquer tipo de contaminação durante o manuseio.

- Cimento:

Cimento deve ser armazenado em silos.

A capacidade do silo deve ser proporcional à capacidade do dispositivo de mistura e deve levar em conta o dia de lançamento e a disponibilidade do fornecedor.

Cada silo deve estar equipado com os seguintes equipamentos:

- Indicador de nível calibrado;

- Dispositivo de amostragem localizado entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento;
- Medidores de temperatura para medir a temperatura do cimento. A temperatura deve ser medida entre o silo e o dispositivo de alimentação do dosador de cimento.

Na necessidade, os silos devem ser pintados de branco para evitar aumento excessivo da temperatura devido à radiação solar;

- Aditivos:

Instalações de armazenamento dos aditivos devem ser equipadas com bombas de recirculação para evitar formação de grumos.

#### **DOSAGEM DE CONSTITUINTES:**

Todos os componentes sólidos devem ser pesados. Cimento e agregados devem ser pesados separadamente. Aditivos líquidos e água podem ser medidos por volume.

A calibragem de todos os dispositivos de medição deve ser executada por uma agência independente que tenha certificado.

#### **PRODUÇÃO DE CONCRETO**

- Mistura

Tanto mistura em central quanto em caminhão betoneira será permitida.

Água adicional não será permitida após a saída do concreto da central de dosagem, exceto com a aprovação do PROPRIETÁRIO. A quantidade de água adicionada deve ser claramente marcada na nota de entrega.

Testes de uniformidade de concreto devem ser realizados no início da produção e sempre que exigido pela CONTRATANTE.

- Medição do teor de água

Os agregados miúdos têm grande capacidade de reter água, portanto, levar em conta o efeito do inchamento é importante e seu ensaio está especificado na NBR 6467 e NBR 9775.

Esta medição deve ser feita com uma precisão de  $\pm 0,5\%$  para um intervalo de valores entre 0 e 10%.

A umidade dos agregados grossos deve ser testada várias vezes durante o dia, a fim de ajustar a dosagem de água. O procedimento para a determinação do teor de umidade total está especificado na NBR 9939.

Gelo ou nitrogênio líquido podem ser usados para manter a temperatura do concreto fresco abaixo da temperatura máxima admissível.

- Automação

As operações de dosagem e pesagem devem ser totalmente automatizadas e informatizadas.

A central dosadora deve estar equipada com um dispositivo de gravação completo, que deve fornecer um registro contínuo de todas as operações de dosagem e pesagem, a saber:

- Identificação de mistura;
- Identificação do lote;
- Volume de lote;
- Valor alvo de consistência (abatimento);
- Umidade da areia;
- Massa de cada componente pesado e precisão em comparação com o valor teórico;
- Volume de água adicionado.

Qualquer adição secundária de água será gravada e impressa separadamente. Adição de gelo também deverá ser gravada e impressa separadamente.

- Disposição das centrais de concreto

A manipulação, armazenamento e processamento em lotes de materiais deverão estar de acordo com a NBR 7212.

Ao projetar o arranjo geral e layout das centrais de concreto e instalações associadas, deve ser dada atenção especial, mas não se limitando, ao seguinte:

- Equipamentos de produção de concreto e as instalações devem estar em conformidade com a NBR 7212;
- Conformidade com a exigência, conforme definido em contrato;
- Controle e limitação de poeira;
- Implementação de uma área dedicada à limpeza dos caminhões betoneiras;
- Drenagem e tratamento de água utilizado para a limpeza das centrais de concreto e caminhões betoneiras;
- Implementação de medidas específicas para a eliminação de concreto rejeitado ou excedente;
- Gestão do tráfego das rotas seguidas para o envio de concreto fresco ao local e para as entregas de agregados e cimento para as centrais de concreto.

#### **2.1.7.1.5 Concretagem**

Deverá atender os requisitos da NBR 14931.

##### **MISTURA**

A mistura deve continuar até que haja uma distribuição uniforme dos materiais e a massa seja uniforme em cor e consistência.

O volume de materiais misturados em cada lote deve cumprir as recomendações do fabricante da mistura.

##### **CHUVA OU ÁGUA DE LAVAGEM**

O PROPRIETÁRIO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

O concreto jamais deverá ser lançado em tempo chuvoso ou em uma superfície coberta por água. Qualquer concreto que tenha sido lavado pelas fortes chuvas deve ser totalmente removido. Para se proteger contra danos que possam ser causados por chuvas, as obras devem ser cobertas com lonas imediatamente após a concretagem e compactação e antes de deixar a obra desacompanhada. Qualquer acúmulo de água na superfície do concreto

recentemente lançado deve ser removido por meio aprovado e não se deve continuar o lançamento sem que a água seja removida. Para evitar o fluxo de água sobre/em torno do concreto recém-lançado, devem ser providenciados esgotos e fossas adequadas.

## **TRANSPORTE**

Todos os baldes ou recipientes utilizados para o transporte de concreto devem ser à prova d'água. Independentemente do método de transporte adotado, o concreto deverá ser entregue com a consistência e plasticidade necessária, sem segregação ou perda de abatimento.

O concreto deve ser lançado na sua posição definitiva antes que se torne demasiadamente duro para trabalhar. Não muito duro, sendo julgado pelos ensaios de abatimento, que devem estar dentro dos limites especificados de retenção de trabalhabilidade. Em nenhuma circunstância, a água deve ser adicionada após a mistura inicial. Concreto que perdeu trabalhabilidade ou tenha sido contaminado com materiais estranhos deve ser rejeitado e eliminado.

## **LANÇAMENTO**

O concreto deve ser lançado de uma forma que evite segregação. O concreto também poderá ser lançado usando bombas de concretagem. O método de concretagem escolhido será definido em um processo de construção a ser analisado e aprovado pela CONTRATANTE.

Concretagem, uma vez iniciada, deve ser contínua até que o lançamento seja concluído. O concreto deve ser lançado em camadas horizontais sucessivas de espessura uniforme que varia de 15 a 50 cm. Estes podem ser colocados rapidamente para evitar a formação de juntas frias entre cada camada subsequente dentro do lançamento. A espessura de cada camada deve ser tal que possa ser lançada antes da camada anterior tornar-se rígida.

Para facilitar a continua operação de lançamento de concreto, um misturador de reposição e um gerador de energia, em boas condições de funcionamento, devem ser mantidos no local de trabalho.

## **COMPACTAÇÃO**

O concreto deverá ser cuidadosamente compactado durante seu lançamento e deve ser cuidadosamente trabalhado em torno de todo reforço e nos lados e cantos da fôrma.

A menos que especificado de outra forma, o concreto estrutural deve ser compactado pelo uso de vibradores mecânicos adequados.

Para superfícies de topo de placas e outras superfícies nas quais não há fôrma, um bom acabamento deverá ser dotado com uma desempenadeira de madeira ou equivalente, após a compactação.

A compactação deve começar assim que haja concreto suficiente dentro da fôrma para imergir o vibrador e a vibração deve continuar durante a operação de lançamento de modo que em nenhum momento haja um grande volume de concreto não compactado na fôrma.

## **INTERVALO DE LANÇAMENTO**

Cada lançamento de concreto, no trabalho de múltiplas camadas, deve ser autorizado, estabelecendo-se um intervalo por um período de tempo, a ser acordado com a CONTRATANTE.

## **LANÇAMENTO DE CONCRETO ATRAVÉS DA ARMADURA**

Ao colocar concreto entre o aço de reforço, deve-se tomar cuidado para evitar a segregação do agregado graúdo. Quando a presença de armadura torna difícil o lançamento de concreto, pode ser necessário mudar temporariamente o aço superior para o lado para obter o lançamento correto e, em seguida, restaurar o aço à sua posição original.

Além disso, poderá ser empregado concreto auto adensável, desde que atendidos os requisitos especificados neste documento.

## **EXSUDAÇÃO**

Concretagem não deve ser autorizada a continuar se existe exsudação ou água livre em cima de concreto que está sendo depositado na fôrma. Concretagem será retomada apenas depois de fornecer meios para evitar a exsudação/água livre na fôrma.

## **JUNTAS DE EXPANSÃO**

O concreto deve ser colocado sem interrupção até a conclusão da parte entre juntas de construção pré-determinadas, conforme especificado nos desenhos.

## **JUNTAS DE VIGAS E LAJES**

O concreto em vigas será colocado sem qualquer junta, mas se o emprego de uma junta for inevitável, esta deve ser vertical e no centro ou no terço médio do vão, salvo indicação contrária nos desenhos. As juntas devem ser verticais na espessura total do elemento de concreto. A junta em uma laje deve ser vertical.

## **JUNTAS DE CONCRETAGEM**

Sempre que for necessário interromper a concretagem da estrutura, a interrupção deverá ocorrer em locais pré-determinados.

A concretagem só poderá ser interrompida fora dos locais indicados nos desenhos com o conhecimento e autorização da FISCALIZAÇÃO. Nestes casos, a interrupção deverá ser prevista de modo a formarem-se juntas de concretagem, na medida do possível, com a superfície normal à direção dos esforços de compressão, devendo ainda essas juntas ser

armadas para resistir a eventuais esforços de cisalhamento, de modo a não diminuir a resistência da peça.

Em ambos os casos as juntas de concretagem deverão ter suas superfícies trabalhadas da seguinte forma:

- No local onde vai ser executada a junta de concretagem no final do lançamento do concreto, devem-se tomar os cuidados necessários para que a superfície da junta resulte rugosa;
- Após o início do endurecimento do concreto a superfície da junta de concretagem deverá ser energicamente escovada com escova de aço, aplicando-se jato de água no final da pega de modo a remover a pasta e o agregado miúdo, para que assim o agregado graúdo fique exposto.

Quando da retomada da concretagem, os seguintes cuidados deverão ser observados:

- Imediatamente antes do reinício da concretagem, a superfície da junta deverá ser perfeitamente limpa com ar comprimido e jato d'água, de modo que todo o material solto seja removido e a superfície da junta fique abundantemente molhada;
- O reinício da concretagem deverá ser precedido pelo lançamento sobre a superfície da junta de uma camada de argamassa de cimento e areia com traço 1:3 e mesmo fator água-cimento do concreto, com espessura de aproximadamente 1 m, de modo a garantir a não ocorrência de descontinuidade na textura do concreto, ou seja, impedir a formação de uma faixa de concreto poroso ao longo da junta.

Antes do lançamento da camada de argamassa de cimento e areia, deverá ser facultado aplicar na superfície da junta um adesivo estrutural à base de epóxi, como por exemplo, o "Sikadur" produzido pela SIKA S/A; neste caso, a superfície da junta deverá estar seca antes da aplicação do adesivo, aplicação essa que deverá ser feita conforme as instruções do fabricante do produto.

A concretagem de pilares e paredes que constituem apoio de vigas e lajes deverá ser interrompida no plano da face inferior da viga ou laje pelo tempo suficiente para ocorrer o



assentamento do concreto, de modo a se evitar a formação de fissuras horizontais nas imediações do nível de apoio.

No caso de algum plano de concretagem fazer parte do projeto estrutural, esse plano deverá ser rigorosamente seguido no lançamento do concreto; no caso do projeto estrutural ser omissivo, deverá ser seguido o plano de concretagem apresentado pela CONTRATADA desde que previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

## **VIBRAÇÃO**

Concreto a ser vibrado deve ser colocado em camadas de nível de espessura adequada, não maior do que o comprimento efetivo da agulha vibrada (cumprir com a NBR 14931/2004). A superfície do concreto a ser vibrado deve ser executada mais plana possível, sendo vedada a vibração próxima a inclinações. O vibrador interno não deve ser usado para espalhar o concreto para o enchimento. É aconselhável depositar bem o concreto antes da vibração. Quando o concreto é continuamente depositado a uma profundidade uniforme ao longo de um elemento estrutural, o vibrador não deve ser operado muito perto da extremidade livre do concreto que avança, geralmente a uma distância de 1,20 m deste.

Os seguintes pontos devem ser lembrados ao vibrar o concreto:

- A cabeça do vibrador deve ser mergulhada através do concreto a ser vibrado, a uma profundidade de 100 mm a 200 mm;
- A vibração deve ser cuidadosamente controlada, com espaçamento de 450 mm e realizada durante um tempo fixo. A imersão por um período de 5 a 15 segundos normalmente deve ser suficiente. O término da vibração é julgado pela aparência da superfície. A superfície não deve conter segregação nem excesso de argamassa;
- Vibrador deve ser inserido verticalmente. Com a inserção inclinada, será impossível regular o grau de compactação em todas as porções do concreto. Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar o contato de vibradores de imersão com fôrma, armadura e superfícies polidas. Vibradores de imersão não devem

entrar em contato com o a armadura se o trabalho inicial do concreto em torno dele já começou.

O vibrador deve ser retirado muito lentamente, a uma taxa de cerca de 75 mm por segundo, enquanto ainda em operação.

## **CONCRETAGEM EM CLIMA QUENTE**

O PROPRIETÁRIO decidirá se as condições são "inadequadas" para a concretagem, podendo proibir o trabalho caso julgue necessário.

Em superfícies de concreto expostas a temperaturas altas e/ou condições de ventos muito fortes, a CONTRATADA deverá utilizar o método de cura que também protege o concreto.

Os caminhões de entrega terão mangueiras d'água em todos os momentos para refrescar o tambor de concreto.

Se a superfície exibir fissura enquanto o concreto ainda está no estado plástico, este deve ser compactado novamente para fechar as fissuras. As seguintes precauções adicionais devem ser tomadas enquanto a concretagem ocorre em clima quente:

- Estoque de agregados deve permanecer na sombra;
- Não utilizar cimento fresco, quente de fábrica;
- Usar água gelada, gelo ou nitrogênio líquido (cuidar com a dosagem);
- Resfriar a fôrma com água, sem misturá-la ao concreto;
- Reduzir ao mínimo o intervalo de tempo entre mistura e lançamento;
- Lançar, vibrar e terminar o mais rápido possível.
- Cura

O procedimento de cura deve atender a NBR 14931.

- Reparos e Substituições de Concreto Insatisfatório

Método de reparo deve ser estudado e acordado em cada caso.

- Acabamento Padrão para Concreto Aparente

Concreto aparente é qualquer concreto, além de pisos ou placas expostas, após a conclusão do trabalho.

Salvo disposto contrário nos desenhos, o acabamento padrão para concreto aparente deve ser um acabamento liso.

Um acabamento liso deve ser obtido com a utilização de fôrmas forradas ou de madeira compensada, ambas alisadas, inclusive as superfícies e arestas. Painéis e fôrmas de revestimento devem ser uniformes.

Após a remoção de fôrmas, as marcas conjuntas serão suavizadas e todas as manchas, projeções, etc. removidas, deixando as superfícies suaves.

- Concretagem em Grandes Volumes

Serão tomadas todas as medidas necessárias para evitar fissuras de retração e deverão ser monitoradas as temperaturas do concreto lançado. A temperatura máxima inicial do concreto fresco deve ser mantida abaixo de 32° C. Se necessário, o gelo pode ser misturado enquanto ocorre a mistura de concreto, desde que atendidos os requisitos da dosagem. Um procedimento para concretagem em grandes volumes deve ser submetido, dando propostas de esquema de fôrmas, detalhes de juntas na construção, esquema de concretagem, metodologia de cura, etc., para revisão do PROPRIETÁRIO antes do início da concretagem.

- Desfôrma

O tempo de desfôrma deverá atender a NBR 12655.

As fôrmas devem ser retiradas de uma forma que garanta a segurança completa da estrutura e evite danos ao concreto.

### 2.1.7.2 Generalidades

- Fornecimento de concreto com as características conforme projeto executivo;
- Transporte da central de concreto até o local da concretagem;
- Execução da concretagem;
- Execução do controle tecnológico e apresentação dos respectivos relatórios.

Estão inclusos todos os custos com equipamentos, mão de obra e materiais necessários para a perfeita execução dos serviços.

#### **2.1.7.3 Medição**

Medições mensais. Serão efetuadas com base no volume de concreto utilizado, levantado nos desenhos do projeto executivo.

#### **2.1.7.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## **2.1.8 Reaterro Compactado**

### **2.1.8.1 Especificações**

Deverá ser executado um reaterro, com espessura máxima de 30 cm entre camadas intermediárias e 20 cm na camada final, na mesma área que foi procedida a escavação manual ou mecanizada.

O material do reaterro deverá ser proveniente da escavação feita, entretanto, deverá estar isenta de matéria orgânica, micáceas e diatomáceas, compactada a 97% do Proctor Normal.

A compactação da material do reaterro tem como objetivos diminuir os vazios do solo, aumentar a impermeabilidade e capacidade de suporte do mesmo. O reaterro já compactado deverá ter espessura final, já considerando a redução volumétrica ocasionada pelo processo de compactação (taxa de empolamento de 1,25).

Deverá ser respeitada a norma técnica, no que tange a espessura de compactação de reaterros, não podendo ultrapassar o valor de 30 cm por camada intermediária e 20 cm na camada final.

Para compactação do material pode ser necessário a utilização de caminhão irrigador (pipa) com capacidade de água em torno de 10.000 l. A quantidade de água adicionado no material do reaterro deverá ser controlada até atingir a sua umidade ótima e consequentemente o peso específico de solo seco máximo, respeitando-se a curva de compactação do material empregado.

Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com as características especificadas.

O reaterro não poderá ser executado em dias de chuva e não pode ser utilizado solos com expansão maior que 2 %.

O equipamento para compactação do reaterro poderá ser o compactador de placas vibratórias, sapos mecânicos ou qualquer outro equipamento similar específico para compactação de areias.

#### **2.1.8.2 Generalidades**

Fornecimento e execução de reaterro compactado a 97% do Proctor Normal, com o mesmo material proveniente da escavação, espessura máxima de 30 cm por camada intermediária, sendo 20 cm a camada final.

#### **2.1.8.3 Medição**

A medição do fornecimento e execução do reaterro compactado será efetuada por volume executado.

#### **2.1.8.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## 2.2 Estrutura em Concreto Armado

A execução da estrutura em concreto armado dos edifícios obedecerá rigorosamente aos projetos estruturais, bem como às normas, especificações e métodos da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em suas edições recentes:

- NBR 6118 – Cálculo e execução de obras de concreto armado.
- NBR 5732 – Cimento Portland comum.
- NBR 7480 – Barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado.
- NBR 7211 – Agregados para concreto.
- NBR 7215 – Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.
- NBR 5738 – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.
- NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.
- NBR 6892 – Materiais metálicos — Ensaio de Tração.
- NBR NM 248 – Agregados - Determinação da composição granulométrica.
- NBR 7218 – Agregados — Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis.
- NBR NM 10 – Cimento Portland - Análise química - Disposições gerais.
- NBR 7221 – Ensaio de qualidade de areia.
- NBR NM 51 – Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles".
- NBR NM 45 – Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios.
- NBR NM 67 – Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.
- NBR 5741 – Extração e preparação de amostras de cimentos.
- NBR 7203 – Madeira serrada e beneficiada.

- NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.

### **2.2.1 Aços para Armaduras**

Idem item 2.1.6

### **2.2.2 Concreto Armado**

Idem item 2.1.7

### **2.2.3 Formas e Escoramentos**

#### **2.2.3.1 Especificações**

A madeira de uso provisório para a montagem de andaimes, tapumes e escoramentos, deverá ser o Pinho do Paraná ou equivalente, o tipo de madeira poderá ser substituído por uma de uso local, com resistência e finalidade equivalentes, tal como freijó, cupiúba, acapu etc., com prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO nas dimensões comerciais adequadas ao fim a que se destinem.

Na execução das formas das peças de concreto armado serão utilizadas chapas metálicas ou de madeirite resinado para concreto aparente e tábua comum para concreto não aparente.

Será permitido o reaproveitamento, desde que se processe a limpeza e que se verifique estarem as formas isentas de deformações, ao critério da FISCALIZAÇÃO.

As formas deverão ser estáveis e estanques e estarem convenientemente alinhadas, escoradas e vedadas, de tal maneira a não permitirem movimentos e fugas de nata durante a concretagem.

Fôrmas e escoramentos deverão ter resistência suficiente para que sejam desprezíveis as deformações devidas à ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade.

Deverá ser utilizado desmoldante para facilitar a desforma.



Os descimbramentos só poderão ser feitos após a comprovação de que o concreto atingiu o fck estabelecido pelo projeto e com a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Os escoramentos devem ser contraventados para impedir deslocamentos laterais do conjunto e, quando for o caso, a flambagem local dos pontaletes.

Deve ser prevista contra flecha de 0,3% do vão quando não indicada pelo projeto executivo estrutural ou pelas especificações do fabricante.

A madeira serrada e beneficiada deverá satisfazer a NBR 7201.

### **2.2.3.1.1 Cimbramento**

O cimbramento e o escoramento devem ser retirados de acordo com as Normas da ABNT, em particular, a NBR 14931. A retirada deve ser feita de forma progressiva, obedecendo às recomendações do projeto.

O prazo mínimo para retirada do escoramento deve constar do projeto executivo estrutural, através da indicação da resistência mínima à compressão e do respectivo módulo de elasticidade na ocasião, conforme NBR 6118 e NBR 12655.

Os moldes e o escoramento deverão ser mantidos no local o tempo suficiente para que o concreto desenvolva as resistências previstas, para evitar a deformação excessiva do conjunto e consequente formação de fissuras.

Os moldes e escoramentos compõem uma estrutura auxiliar para realizar a estrutura permanente e definitiva, objeto deste projeto, sendo da responsabilidade do engenheiro encarregado da execução da estrutura definitiva, a quem cabe providenciar sua estabilidade antes, durante e, pelo prazo necessário, após as concretagens, sem deformações laterais ou verticais, impedindo, assim, a introdução de qualquer má formação na estrutura permanente de concreto. Além disto, deverão ser capazes de auxiliar a manutenção das armaduras em suas corretas posições sem deslocamentos que alterem seus desempenhos no interior das peças de concreto.

- Recomendações Gerais:
  - Obedecer rigorosamente ao projeto executivo da estrutura e as normas da ABNT;

- As condições ambientais e a vida útil da estrutura deverão ser definidas conforme prescrições da NBR 6118;
- Executar nivelamento dos apoios dentro das tolerâncias para montagem especificadas no projeto executivo estrutural ou indicadas pelo fabricante;
- Os furos para passagem de tubulações devem ser assegurados com o emprego de buchas, caixas ou pedaços de tubos, de acordo com os projetos executivos de instalações e de estrutura. Nenhuma peça pode ser embutida na estrutura de concreto senão aquelas previstas em projeto, salvo excepcionalmente, quando autorizado pela FISCALIZAÇÃO;
- A laje só poderá ser concretada mediante prévia autorização e verificação por parte da FISCALIZAÇÃO da perfeita disposição, dimensões, ligações, cimbramento e escoramento das formas e das pré-lajes bem como das armaduras correspondentes. Também é necessária a constatação da correta colocação das tubulações elétricas, hidráulicas e outras que ficarão embutidas na laje;
- A armadura deve obedecer no que couber ao projeto executivo estrutural, às Normas da ABNT e à ficha de armadura;
- Deve ser colocada a armadura negativa nos apoios e a armadura de distribuição de acordo com o projeto executivo ou recomendação do fabricante;
- No caso de enchimento com blocos de cerâmica, estes devem ser molhados abundantemente antes da concretagem até a saturação para que não absorvam a água de amassamento do concreto;
- O concreto deve cobrir completamente todas as tubulações embutidas na laje e deve ter sua espessura definida e especificada pelo projeto executivo estrutural, obedecendo quanto aos cobrimentos e à execução o disposto nas normas NBR 9062 e NBR 14859;
- Para a cura observar o disposto na NBR 14931 e molhar continuamente a superfície do concreto logo após o endurecimento durante pelo menos 7 dias.

### **2.2.3.1.2 Execução de Formas e Escoramentos**

#### **CONDIÇÕES GERAIS**

As formas deverão apresentar geometria, alinhamento e dimensões rigorosamente de acordo com as indicações dos desenhos.

As formas deverão ser dimensionadas para não apresentarem deformações substanciais sob a ação de quaisquer causas, particularmente cargas que deverão ser suportadas; para tanto é necessário que as mesmas sejam suficientemente resistentes e rígidas, bem como adequadamente escoradas.

As fendas ou aberturas com mais de 3 mm de largura, através das quais possa haver vazamento de argamassa deverão ser preenchidas devidamente. As fendas com largura de 4 a 10 mm deverão ser calafetadas com estopa ou outro material que garanta estanqueidade.

Aquelas que apresentarem largura superior a 10 mm deverão ser fechadas com tiras de madeira.

#### **FORMAS DE MADEIRA COMUM**

As madeiras deverão ser de boa qualidade, sem apresentar curvaturas, sinais de apodrecimento ou nós soltos.

Antes do lançamento do concreto, as formas deverão ser molhadas até a saturação.

#### **FORMAS DE MADEIRA COMPENSADA**

Quando forem utilizadas chapas de madeira compensada, tipo Madeirit ou similar como forma, estas deverão ser à prova d'água e se apresentarem sem empenamento e/ou ondulações.

As chapas poderão ser utilizadas mais de uma vez, desde que haja previsão para tal e não apresentem danos causados pela desforma.

Observação: as formas para concreto aparente deverão ser novas.

## **ESCORAMENTOS**

Os escoramentos deverão ser projetados e executados de modo a apresentarem segurança quanto à estabilidade e resistência.

Os escoramentos deverão obedecer às prescrições das Normas Brasileiras, NBR 7190 e NBR 8800, respectivamente para estrutura de madeira e estruturas metálicas e ainda observar os itens específicos da NBR 6118.

Os escoramentos deverão apresentar rigidez suficiente para não se deformarem em excesso sob ação das cargas e variações de temperatura e/ou umidade.

Sempre que necessário, as escoras deverão possuir em suas extremidades dispositivos para distribuir as pressões de modo a não comprometerem a eficiência de seus pontos de apoio.

### **2.2.3.1.3 Retirada de Formas e Escoramento**

As formas e escoramento só poderão ser retirados depois que o concreto estiver suficientemente endurecido de modo a apresentar resistência necessária às solicitações decorrentes das cargas que atuarão.

Nos casos normais os prazos mínimos para retirada de formas e escoramentos são os seguintes:

- Faces laterais: 3 dias;
- Faces inferiores, desde que deixem pontaletes bem encunhados e adequadamente espaçados: 14 dias;
- Faces inferiores sem pontaletes: 21 dias.

Nos casos de emprego de cimento de alta resistência inicial em processo de aceleração da cura, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar a redução dos prazos mínimos mencionados no item anterior.

As formas e escoramentos deverão ser retirados com cuidado de modo a não provocar choques e avarias na estrutura.

A retirada das formas e escoramentos deverá ser realizada segundo plano previamente elaborado conforme o tipo de estrutura. Quando o projeto apresentar esse plano, a FISCALIZAÇÃO deverá providenciar para que o mesmo seja obedecido; caso o projeto não o apresente, deverá o mesmo ser preparado pela CONTRATADA e previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, a quem caberá providenciar o total atendimento ao plano elaborado.

#### **2.2.3.2 Generalidades**

Compreende o fornecimento e montagem das formas para execução das estruturas de concreto, escoramento e estruturas temporárias, bem como a desforma.

Podem ser utilizadas formas metálicas ou de madeira. Será permitido o reaproveitamento, desde que se processe a limpeza e verifique se as fôrmas estão isentas de deformações, a critério da fiscalização.

Estão inclusos todos os custos com equipamentos, mão de obra e materiais necessários para a perfeita execução dos serviços.

#### **2.2.3.3 Medição**

Medições mensais. Serão efetuadas com base na área efetiva de formas, levantada nos desenhos do projeto executivo.

#### **2.2.3.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

#### **2.2.4 Controle Tecnológico do Concreto**

#### 2.2.4.1 Especificação

O controle tecnológico tem a finalidade de monitorar e comprovar à FISCALIZAÇÃO a qualidade do concreto empregado, através de coletas de dados que serão analisados, com emissão de relatórios assinados, comprovando o cumprimento das Especificações impostas pelo projeto.

O controle tecnológico dos materiais componentes do concreto deve ser realizado de acordo com o que define a ABNT NBR 12654 – Controle tecnológico de materiais componentes do concreto – Procedimento. Deve-se coletar uma amostra que seja representativa para a determinação da resistência do concreto, que também deve seguir as especificações das normas brasileiras.

Cada caminhão-betoneira que chegar à obra (para a concretagem dos elementos estruturais) deverá ser realizado o Ensaio de Abatimento do Tronco de Cone (Slump-Test), antes de se iniciar a concretagem, como instrumento de recebimento do concreto, com o objetivo de avaliar a consistência do concreto dosado em Central.

Após a descarga de 0,5 m³ de concreto do caminhão betoneira, deve-se retirar uma amostra de no mínimo 30 litros para realização do slump-test. Para o ensaio devem ser utilizados base e tronco de cone metálicos (diâmetro menor = 10 cm, diâmetro maior = 20 cm e altura = 30 cm) e barra de aço de diâmetro de 16 mm e comprimento de 60 cm para socar o concreto. Serão colocadas 3 camadas uniformes, sucessivas e iguais no tronco de cone com aplicação de 25 golpes por camada. Os procedimentos para realização do ensaio devem seguir norma específica pertinente ao assunto.

A resistência do concreto à compressão axial será verificada em corpos de prova cilíndricos moldados no local da concretagem e submetidos à cura até o momento da determinação de sua resistência, de acordo com os métodos da NBR 5739.

Não é permitido retirar amostras, tanto no princípio quanto no final da descarga da betoneira. A coleta deve ser feita cortando-se o fluxo de descarga do concreto, utilizando-se para isso um recipiente ou carrinho-de-mão.

Para confecção dos corpos-de-prova e posterior realização de Ensaio à Compressão Axial, a amostra de concreto deve ser colhida no terço médio do caminhão betoneira, não sendo permitida nem no início nem no final da descarga. Deve-se retirar uma quantidade suficiente, 50% maior que o volume necessário, e nunca menor que 30 litros, para moldagem de 2 corpos-de-prova cilíndricos por caminhão betoneira.

Deve-se utilizar molde metálico de 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura para o total de 25 golpes/camada (golpes aplicados com a mesma barra dos golpes do slump-test) em 3 camadas uniformes, iguais e sucessivas colocadas no molde. Pode-se optar também, por utilizar molde metálico de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura para o total de 12 golpes/camada em 2 camadas uniformes, iguais e sucessivas colocadas no molde. O procedimento de moldagem deve seguir norma brasileira NBR 5738.

Após esse processo de moldagem, deixar os corpos-de-prova nos moldes por 24 horas sem sofrer perturbações e em temperatura ambiente. Após esse período tem-se que identificá-los e transferi-los para o laboratório, onde serão rompidos para atestar sua resistência à compressão axial. O rompimento deve ser feito em prensa apropriada em laboratório, devidamente aferida pelos órgãos competentes, nas idades de 7 e 28 dias, de acordo com a norma brasileira NBR 5739.

Os resultados dos ensaios serão apresentados em "boletins" de formato usual nos laboratórios externos idôneos onde serão anotados:

- Número do corpo de prova;
- Data da moldagem;
- Data da ruptura;
- Tensão da ruptura obtida;
- Localização.

Devem ser moldados, no mínimo 02 (dois) corpos-de-prova para cada caminhão betoneira, que fornecerá concreto para a execução dos elementos estruturais.

A totalidade de concreto será dividida em lotes. Um lote não terá mais que 50 m³ de concreto, corresponderá no máximo a um (1) andar de construção e o seu tempo de concretagem não excederá sete (7) dias, que incluirá eventuais interrupções para

tratamento de juntas. Deverá ser seguida as orientações da norma técnica NBR 12655 – Concreto – Preparo, Controle e Recebimento.

A amostragem, o valor estimado da resistência característica à compressão e o índice de amostragem a ser adotado serão conformes as preconizações das normas técnicas da ABNT.

Dos locais que apresentarem amostras de resistências inferiores aos valores especificados anteriormente, a FISCALIZAÇÃO fará extrair, por elemento estrutural, às expensas da CONTRATADA, no mínimo 2 corpos de prova cilíndricos de geratrizes normais à superfície da base, para serem submetidos a ensaio de ruptura.

Dos trechos que apresentarem valores médios de tensões inferiores às de aceitação serão considerados suspeitos. Destes trechos serão extraídos, no mínimo, 2 corpos de prova cilíndricos com 15 cm de diâmetro, por base, às expensas da CONTRATADA, e ensaiados por compressão simples até 60 dias de idade.

Todos os elementos estruturais, correspondente a corpos de prova extraídos que apresentarem valor médio de resistência à compressão inferior à indicada em projeto será reconstruída às expensas do EXECUTANTE.

Os corpos de prova extraídos dos elementos estruturais serão rompidos após 48 horas de imersão em água, sendo os ensaios executados de acordo com o método NBR 5739.

Quando a resistência média dos corpos de prova extraídos de um elemento estrutural for igual ou superior à resistência mínima já estabelecida, a base será aceita quanto a esta exigência, impondo-se, contudo, que nos ensaios mecânicos realizados com os corpos de prova extraídos para efeito de aplicação do critério descrito, a idade dos mesmos, na ocasião da ruptura, seja no máximo de 90 dias; a conversão à idade de 28 dias se fará pelo uso de coeficientes experimentais.

#### **2.2.4.2 Generalidades**

Para o Controle Tecnológico do Concreto utilizado nos elementos estruturais deverá ser realizado o seguinte ensaio:



- Ruptura de corpos-de-prova (CP) em prensa para obtenção da resistência mecânica à compressão axial – deverão ser retirados 2 CP por caminhão betoneira que chegar a obra, para posterior Ensaio de Compressão Axial aos 7 e 28 dias.

#### **2.2.4.3 Medição**

A medição do Controle Tecnológico do Concreto através do Ensaio de Compressão Axial será efetuada por unidade de corpo de prova efetivamente rompido em prensa apropriada

#### **2.2.4.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.

## **2.3 Estrutura Metálica**

### **2.3.1 Fornecimento e Instalação de Estrutura Metálica**

#### **2.3.1.1 Especificação**

Todos os elementos de projeto produzidos pela CONTRATADA, bem como as modificações de projeto que eventualmente forem necessárias durante os estágios de fabricação e montagem da estrutura, deverão ser pré-fabricados e submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO que acompanhará a execução dos serviços.

##### **2.3.1.1.1 Matéria-Prima**

O aço e os elementos de ligação utilizados na fabricação das estruturas metálicas obedecerão às prescrições estabelecidas nas especificações de materiais, atendendo aos limites de tolerância de fornecimento estabelecidos no projeto. Serão admitidos ajustes corretivos através de desempenho mecânico ou por aquecimento controlado, desde que a temperatura não ultrapasse a 650°C. Estes procedimentos também serão admitidos para a obtenção de pré-deformações necessárias.

##### **2.3.1.1.2 Cortes**

Os cortes por meios térmicos deverão ser realizados, de preferência, com equipamentos automáticos. As bordas assim obtidas deverão ser isentas de entalhes e depressões. Eventuais entalhes ou depressões de profundidade inferior a 4,5 mm poderão ser tolerados. Além desse limite deverão ser removidos por esmerilhamento. Todos os cantos reentrantes deverão ser arredondados com um raio mínimo de 13 mm.

Os elementos deverão ser posicionados de tal modo que a maior parte do calor desenvolvido durante a solda seja aplicado ao material mais espesso. As soldas serão iniciadas pelo centro e se estenderão até as extremidades, permitindo que estas estejam livres para compensar a contração da solda e evitar o aparecimento de tensões confinadas. As peças prontas deverão ser retílineas e manter a forma de projeto, livre de distorções, empenos ou outras tensões de retração.

Não será necessário aplainar ou dar acabamento às bordas de chapas ou perfis cortados com serra, tesoura ou maçarico, salvo indicação em contrário nos desenhos e especificações. Bordas cortadas com tesoura deverão ser evitadas nas zonas sujeitas à formação de rótulas plásticas. Se não puderem ser evitadas, as bordas deverão ter acabamento liso, obtido por esmeril ou plaina.

As rebarbas deverão ser removidas para permitir o ajustamento das partes que serão parafusadas ou soldadas, ou se originarem riscos durante a construção.

Os ensaios para a demonstração da conformidade do material com os requisitos de projeto serão limitados aos exigidos pelas normas e especificações. Se o material recebido não atender às tolerâncias da ASTM relativas à curvatura, planicidade, geometria, será admitida a correção por aquecimento ou desempenho mecânico, dentro dos limites indicados na norma.

Os procedimentos corretivos para recondicionamento de chapas e perfis estruturais recebidos da usina poderão também ser utilizados pelo fabricante da estrutura se as anomalias forem constatadas ou ocorrerem após o recebimento dos produtos.

#### **2.3.1.1.3 Perfis Soldados**

Todas as colunas, treliças, vigas principais ou secundárias e outras peças da estrutura deverão ser compostas com chapas ou perfis laminados inteiramente soldados, conforme indicação do projeto. O processo de execução deverá ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

As soldas entre abas e almas serão de ângulo e contínuas ou de topo com penetração total, executadas por equipamento inteiramente automático. Poderão ser utilizadas chapas de encosto em função das necessidades. As soldas de enrijecedores às almas das peças deverão ser semiautomáticas ou manuais.

#### **2.3.1.1.4 Colunas**

As colunas deverão ser fabricadas numa peça única em toda a sua extensão, ou de conformidade com as emendas indicadas no projeto. As emendas somente poderão ser alteradas após aprovação da FISCALIZAÇÃO.

As extremidades das colunas em contato com placas de base ou placas de topo, destinadas a transmitir os esforços por contato (compressão), deverão ser usinadas. As abas e as almas deverão ser soldadas à chapa.

As placas de base laminadas com espessura igual ou inferior a 50 mm poderão ser utilizadas sem usinagem, desde que seja obtido apoio satisfatório por contato;

#### **2.3.1.1.5 Trelças**

As trelças deverão ser soldadas e montadas na oficina, salvo indicação contrária no projeto. De um modo geral, as emendas deverão ser realizadas na região de encontro com os pilares e na região do meio das barras das trelças, incluindo banzo superior e inferior.

As trelças deverão ser montadas com as contra-flechas indicadas no projeto ou de conformidade com as normas, no caso de omissão do projeto.

#### **2.3.1.1.6 Contraventamento das Colunas, Trelças e Terças**

Todos os contraventamentos serão executados de forma a minimizar os efeitos de excentricidades nas ligações com a estrutura. De um modo geral, os contraventamentos executados com barras redondas deverão ser ligados às trelças ou às vigas por meio de cantoneiras de fixação.

Os tirantes de fechamento da cobertura, constituídos de barras redondas e cantoneiras, deverão prover todas as terças da estrutura.

Os contraventamentos fabricados com duplas cantoneiras deverão ser executados com chapas soldadas e travejamentos espaçados.

#### **2.3.1.1.7 Construção Parafusada**

Se a espessura da chapa for inferior ou no máximo igual ao diâmetro nominal do parafuso acrescido de 3 mm, os furos poderão ser puncionados. Para espessuras maiores os furos deverão ser broqueados com seu diâmetro final.

Os furos poderão ser puncionados ou broqueados com diâmetros menores e posteriormente usinados até os diâmetros finais, desde que os diâmetros das matrizes sejam, no mínimo, 3,5mm inferiores aos diâmetros finais dos furos. Não será permitido o uso de maçarico para a abertura de furos.

Durante a parafusagem deverão ser utilizados parafusos provisórios para manter a posição relativa das peças, vedado o emprego de espinas para forçar a coincidência dos furos, alargá-los ou distorcer os perfis. Coincidência insuficiente deverá originar recusa da peça pela FISCALIZAÇÃO.

Todos os materiais e métodos de fabricação obedecerão à especificação para conexões estruturais para parafusos ASTM A325, na sua mais recente edição. O aperto dos parafusos de alta resistência será realizado com chaves de impacto, torquímetro ou adotando o método de rotação da porca do AISC.

#### **2.3.1.1.8 Construção Soldada**

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. A preparação das bordas por corte a gás será realizada, onde possível, por maçarico guiado 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 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.

Na fabricação de vigas com chapas soldadas aos flanges, todas as emendas de oficina de cada componente deverão ser realizadas antes que seja soldado aos demais componentes. Vigas principais longas ou trechos de vigas principais poderão executadas com emendas de oficina, mas com não mais de três subseções.

O pré-aquecimento à temperatura adequada deverá levar a superfície até uma distância de 7,5 cm do ponto de solda. Esta temperatura deverá ser mantida durante a soldagem. A FISCALIZAÇÃO poderá requerer testes radiográficos em um mínimo de 25% das soldas executadas. Os testes serão realizados por laboratório independente, previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. No caso de execução rejeitada, a CONTRATADA deverá remover e executar novamente os serviços de soldagem.

#### **2.3.1.1.9 Entrega Antecipada**

Elementos como chumbadores de ancoragem, a serem instalados nas fundações de concreto ou em outras estruturas de concreto, e placas de base soltas, a serem instaladas sobre argamassa de enchimento, deverão ser entregues antes das demais peças, a fim de evitar atrasos no desenvolvimento da construção das fundações ou na montagem da estrutura metálica.

#### **2.3.1.1.10 Entrega da Estrutura**

A estrutura metálica deverá ser entregue no canteiro de serviço após ter sido pré-montada na oficina e verificadas todas as dimensões e ligações previstas no projeto, de forma a evitar dificuldades na montagem final. Em casos especiais, a entrega da estrutura obedecerá a uma sequência previamente programada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO, a fim de permitir uma montagem mais eficiente e econômica.

#### **2.3.1.1.11 Transporte, Manuseio e Armazenamento**

Após a entrega no canteiro de serviço, a estrutura será armazenada sobre dormentes de madeira. Durante o manuseio e empilhamento, todo cuidado será tomado para evitar

empenamentos, danos na pintura, flambagens, distorções ou esforços excessivos nas peças.

Partes protuberantes, capazes de serem dobradas ou avariadas durante o manuseio ou transporte, serão escoradas com madeira, braçadeiras ou qualquer outro meio. Peças empenadas não deverão ser aceitas pela FISCALIZAÇÃO. Os métodos de desempenho também deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

#### **2.3.1.1.12 Pintura de Fábrica**

Os elementos de projeto deverão especificar todos os requisitos de pintura, incluindo as peças a serem pintadas, a preparação das superfícies, a especificação da pintura e a espessura da película seca da pintura de fábrica.

A pintura de fábrica é a primeira camada do sistema de proteção, que deverá funcionar por um período curto, e assim será considerada temporária e provisória. A CONTRATADA deverá evitar a deterioração desta camada por mau armazenamento ou por submetê-la a ambientes mais severos que os ambientes normais.

O fabricante deverá efetuar a limpeza manual do aço, retirando a ferrugem solta, carepa de laminação e outros materiais estranhos;

As superfícies inacessíveis após a montagem da estrutura serão previamente limpas e pintadas, com exceção das superfícies de contato, que não deverão ser pintadas. As ligações com parafusos trabalhando por contato poderão ser pintadas.

As ligações com parafusos trabalhando por atrito e as superfícies que transmitem esforços de compressão por contato deverão ser limpas e sem pintura, a ser que seja considerado no cálculo um coeficiente de atrito adequado a este tipo de acabamento. Se as superfícies forem usinadas, deverão receber uma camada inibidora de corrosão, removível antes da montagem da estrutura.

Se não houver outra especificação, as superfícies a serem soldadas no campo, numa faixa de 50 mm de cada lado da solda, deverão estar isentas de materiais que impeçam a soldagem adequada ou que produzam gases tóxicos durante a sua execução. Após a

soldagem, as superfícies deverão receber a mesma limpeza e proteção previstas para toda a estrutura.

#### **2.3.1.1.13 Montagem e Içamento**

O método e a sequência de montagem deverão ser submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO e do autor do projeto.

A CONTRATADA deverá manter vias de acesso ao canteiro que permitam a movimentação dos equipamentos a serem utilizados durante a fase de montagem, bem como a manipulação das peças a serem montadas no canteiro de serviço, de conformidade com o Plano de Execução dos serviços e obras.

#### **2.3.1.1.14 Controle dos Chumbadores e Acessórios Embutidos**

Os chumbadores e parafusos de ancoragem deverão ser instalados pela CONTRATADA de conformidade com o projeto da estrutura.

As tolerâncias de desvios não poderão ultrapassar os 3 mm de centro a centro de dois chumbadores quaisquer dentro de um grupo que compõem uma ligação;

O respeito a essas tolerâncias deverá permitir o atendimento das exigências de montagem da estrutura. A não ser indicação em contrário, os chumbadores deverão ser instalados perpendicularmente à superfície teórica de apoio.

O fabricante deverá fornecer cunhas, calços e parafusos de nivelamento necessários à montagem da estrutura, marcando com clareza nos dispositivos de apoio as linhas de trabalho que facilitem o adequado alinhamento.

Imediatamente após a instalação de qualquer dispositivo de apoio, a CONTRATADA deverá verificar os alinhamentos e níveis, executando os enchimentos de argamassa necessários.

#### **2.3.1.1.15 Suportes Temporários**

Suportes temporários como contraventamentos, andaimes, fogueiras e outros elementos necessários para os serviços de montagem, deverão ser determinados, fornecidos e instalados pelo montador com a assessoria da FISCALIZAÇÃO e do autor do projeto.



Os suportes temporários deverão garantir que a estrutura metálica ou qualquer parte montada possa resistir a cargas comparáveis em intensidade àquelas para as quais a estrutura foi projetada, resultantes da ação do vento ou operações de montagem, excluindo cargas extraordinárias e imprevisíveis.

A CONTRATADA deverá fornecer os pisos, corrimãos e passadiços temporários que forem exigidos pelas normas de segurança e saúde no trabalho, de forma a proteger o pessoal de montagem contra acidentes. A CONTRATADA deverá remover estas instalações após a conclusão das operações de montagem, salvo disposições específicas no projeto de estruturas.

#### **2.3.1.1.16 Correção de Desvios e Defeitos**

Os desvios e defeitos que não puderem ser corrigidos pelos meios normais, utilizando pinos ou aparelhos manuais para o realinhamento das peças da estrutura, ou que exijam alterações na configuração das peças deverão ser comunicados imediatamente à FISCALIZAÇÃO e ao autor do projeto para a escolha de uma solução alternativa eficiente e econômica.

#### **2.3.1.1.17 Verificação**

Fazer inspeção dos componentes de fabricação da estrutura tais como: chapas e perfis laminados, eletrodutos; parafusos, arruelas e quaisquer outros componentes estruturais, antes de serem colocados na obra;

Solicitar da CONTRATADA todos os documentos pertinentes tais como: certificados de Matéria-prima fornecida por terceiros, certificado de testes de eletrodos, certificados de parafusos e outros materiais, qualificação de soldadores e qualquer outro elemento.

Pintura de fácil reconhecimento, inclusive com lista de parafusos de montagem; rejeitar as matérias-primas que apresentarem defeitos de laminação ou curvaturas, além dos limites permitidos;

Observar se os processos utilizados em todo e qualquer estágio de fabricação, como método de soldagem, método de aperto de parafusos, método de alinhamento e correção

de distorções, método de usinagem, asseguram o atendimento às especificações de projeto;

Inspeccionar, usando torquímetro pré-calibrado, pelo menos um parafuso de cada conexão, verificando se não apresenta torque abaixo do mínimo especificado nas Normas. Caso isso ocorra, todos os parafusos da conexão deverão ser rejeitados;

Verificar se as condições dos elementos de ligação estão de acordo com os detalhes de projeto, quando da execução da montagem;

Observar as condições de corrosão das peças, recusando as que não satisfazem às especificações;

Acompanhar a execução da pintura da estrutura em suas diversas etapas, solicitando a realização dos devidos ensaios, se necessários à aceitação dos serviços.

O Fabricante da Estrutura Metálica deverá apresentar todos os dados do produto, fornecendo referências quanto à procedência das chapas, grau de zincagem e categoria.

Fornecer por escrito e garantir o acabamento requerido e fornecer projeto de detalhamento para a montagem.

O Fabricante da Estrutura Metálica deverá, de acordo com o Código Civil Brasileiro, garantir os Serviços realizados no que tange materiais defeituosos, mão-de-obra e métodos inadequados utilizados na execução.

O Fabricante da Estrutura Metálica deverá, no decorrer de todo período de garantia, reparar, substituir ou refazer qualquer serviço e/ou materiais que apresentarem qualquer defeito.

#### **2.3.1.1.18 Referências**

A execução dos serviços de fabricação e montagem de Estruturas Metálicas deverá atender também às normas indicadas acima, e as seguintes:

- NBR 8800 - Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios - Método dos Estados Limites - 1986;

- Normas Estrangeiras: AISC - American Institute of Steel Construction SSPC – Steel Structures Painting Manual AWS - American Welding Society.

#### **2.3.1.2 Generalidades**

Fornecimento e Instalação de estrutura metálica, incluindo elementos e meios de fixação (parafusos, soldas, chapas, chumbadores, conectores e etc) de estruturas de coberturas, marquises, pórticos e reforços.

#### **2.3.1.3 Medição**

A medição será efetuada por massa (kg) de estrutura metálica fabricada, fornecida e instalada.

#### **2.3.1.4 Pagamento**

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior.