

**PONTE SOBRE O RIO MUNIM  
NINA RODRIGUES – MA**

**PROJETO BÁSICO**

**VOL . 2  
ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS**

**ELABORAÇÃO :**

**ENGESERV – Engenharia e Serviços Técnicos Ltda.**

São Luís, Junho/2020

## ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS PARA AS FUNDAÇÕES PONTE RODOVIÁRIA SOBRE A TRAVESSIA DO RIO MUNIM EM NINA RODRIGUES-MA

### 1. DESCRIÇÃO GERAL

As fundações previstas para a execução da Ponte Rodoviária Urbana sobre a travessia do Rio Munim na cidade de Nina Rodrigues - MA serão do tipo profundas.

As fundações que serão utilizadas nesta obra serão todas do tipo “TUBULÕES” com fustes em Concreto Armado moldado in loco, executados com auxílio de AR-COMPRESSOR para as escavações no subsolo dos respectivos Fustes e Base Alargada..

### 2. ORIENTAÇÃO GERAL PARA EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES

#### 2.1 Normas

As estruturas de fundação deverão ser executadas de acordo com as seguintes normas / especificações, na sua última edição.

IDENTIFICAÇÃO	TÍTULO
NBR 6122	Projeto e execução de Fundações – Procedimentos
NBR 6118	Projeto e execução de Estruturas de Concreto
NBR 5732	Cimento Portland comum – Especificações

#### 2.2 Estruturas de Fundações

As estruturas de fundações são os elementos definidos em projeto que, após sua execução, constituirão conjuntos formados por **tubulões** e blocos de concreto armado nivelados nas elevações das cotas de arrasamento, interligados por vigas travessas ou vigas de apoio em também concreto armado.

#### 2.3 Metodologia e Organização dos Trabalhos

O contratado deverá tomar conhecimento de todos os detalhes do local de implantação da obra e também da área prevista para as instalações do canteiro de obras. Caberá ao contratado a designação dimensionamento da área destinada à locação das instalações e equipamentos no respectivo canteiro para esses serviços específicos.

Será de total responsabilidade do contratado o desenvolvimento de um plano de obras e metodologia de trabalhos necessários para a execução dos serviços para as fundações previstas em projeto.

O contratado deverá, por iniciativa própria munir-se de todas as informações cabíveis para desenvolver o plano de trabalho para a execução das obras de fundações. As informações ou subsídios necessários para a montagem deste plano de ação deverão contar com a participação do contratante da obra. E de forma geral encontram-se relacionados abaixo os itens de referencias mais importantes que farão parte desta etapa preliminar de execução de obra.

- Condições naturais do local da obra
- Regime Pluviométrico, Condições Climáticas
- Acesso Rodoviário, Vias ou Modal de Suprimentos.
- Cidades de Referencias nas proximidades da obra.
- Vias de acesso para o transporte rodoviário ao local da obra;
- Facilidades para permitir embarque e desembarque de equipamentos.
- Disponibilidade para Fornecimento de energia elétrica.
- Disponibilidade para fornecimento de água potável e industrial
- Interferências com obras existentes.
- Áreas Urbanas
- Transito local.
- Alojamento.

#### **2.4 Início dos Serviços de Execução das Fundações:**

A execução das obras de fundações deverão ser iniciadas somente após autorização formal do Contratante em conjunto com a Equipe de Fiscalização da obra.

O contratado e contratante deverão inicialmente formalizar reuniões técnicas para os devidos esclarecimentos de todos os detalhes construtivos e providencias que sejam consideradas fundamentais para o inicio desta etapa de obra. O resultado ou conclusões destes assuntos deverão constar em atas de reuniões

### **3. TUBULÕES EM CONCRETO ARMADO EXECUTADOS COM AUXILIO DE AR COMPRIMIDO.**

As fundações principais para a Ponte Rodoviária Urbana sobre a travessia do Rio Munim na cidade de Nina Rodrigues-MA serão do tipo Profundas.

Estas fundações serão executadas com a utilização **TUBULÕES** escavados manualmente com auxilio de Ar Comprimido a partir da camada do sub-solo com a presença do lençol freático ou em lamina d'água.

Os “**TUBULÕES**” utilizados como elementos estruturais para transferência de cargas para as fundações são constituídos pelos elementos : “**FUSTES**” e “**BASES ALARGADAS**”

O elemento estrutural “FUSTE” possuirá seção coroa de círculo constante com diâmetro externo de 1,40m e espessura da parede de 0,20m. Será executado em Concreto Armado moldado in Loco de forma progressiva e em continuidade ao avanço das escavações.

O comprimento efetivo para todos os fustes definidos a partir de sua cota superior ou de arrasamento até a cota de topo da base alargada é de  $L=21,20m$ .

**BASE ALARGADA** será executada na extremidade inferior do tubulão e ficará assentada e nivelada em uma cota de profundidade cujo material do sub-solo apresente condições técnicas adequadas e estáveis para essa escavação específica. E também a base deverá ser instalada em cota cujo sub-solo apresente  $N>40$  referente aos ensaios tipo **SPT**

Os Tubulões que serão utilizadas nesta obra terão os seguintes diâmetros nominais para os respectivos fustes e bases alargada

Eixos	Quantidade	Diâmetro Fuste	Base Alargada Diam/H.
E-1 a E-6	12	1,40m	3,40m /1,80m

### 3.1 Escavação dos Fustes

As escavações dos fustes serão processadas por trado mecânico, compatíveis aos diâmetros nominais das estacas conforme já especificadas em projeto e pelo item (1.) acima.

### 3.2 Materiais

#### 3.2.1 Concreto Estrutural

$F_{ck} > 30Mpa$

Consumo de Cimento superior a 400 Kg/m<sup>3</sup>

Fator Água Cimento  $A/C > 0,6$

Slump Test abatimento  $20 \pm 2$

#### 3.2.2 Armadura para o Concreto Armado do Fuste.

Aço CA 50-A

As armaduras dos fustes dos tubulões deverão ser reforçadas com anéis de rigidez e dotadas de “roletes” e distanciadores para garantir o recobrimento mínimo de 6,0 cm conforme definido pelo projeto.

As emendas das barras longitudinais das armaduras dos fustes serão por traspasse.

### 3.3 Execução dos Serviços

#### 3.3.1 Procedimentos Gerais

Antes de iniciar os serviços de implantação e execução das fundações, o **contratado** deverá consultar ou certifica-se com a fiscalização/contratante para que os esclarecimentos de todas as dúvidas, detalhes construtivos ou assuntos técnicos sejam devidamente esclarecidos e resolvidos.

O **contratado** deverá proceder em campo a locação geral das fundações seguindo as definições de projeto com base e referências no **Levantamento Topográfico**.

O **contratado** deverá seguir rigorosamente às determinações previstas para as profundidades ou comprimento dos fustes dos tubulões conforme projeto.

### 3.4 Controle dos Materiais

#### 3.4.1 Concreto:

Os controles para o concreto deverão sempre ser procedidos para cada volume global de uma única **usinada** (Preparação do Concreto)

Slump Test Conforme NBR NM67 antes do início do lançamento do volume preparado por cada usinada.

O material deverá ser liberado para lançamento desde que o abatimento esteja compreendido dentro da variação especificada no traço do concreto.

Moldagem de 04(quatro) corpos de prova conforme NBR 5738

Determinação da Resistência à Compressão Simples, conforme NBR 5739, aos 7(sete) e 28(Vinte e Oito) dias de cura.

O concreto é aceito se apresentar resistência característica à compressão simples aos 28(Vinte Oito) dias igual ou superior a 25Mpa.

## 4. LOCAÇÃO DAS FUNDAÇÕES

O contratado deverá utilizar-se de aparelhos de precisão para proceder os serviços de implantação da obra e locação das fundações e monitoramento destes, por meio de aparelhos e equipe de topografia dotada de teodolitos, níveis preferencialmente Estação Total.

A tolerância de precisão exigida para as locações dos eixos de fundações não poderá ser maior que  $\pm 40\text{mm}$ ,

## **5. BLOCO DE FUNDAÇÕES**

Os blocos de fundações serão estruturas monolíticas em concreto armado moldados sobre cada tubulão. Servirão para receber as solicitações provenientes da superestrutura e transmiti-las para as fundação.

Os blocos serão confeccionados em Concreto Estrutural Fck 30MPa e armação constituída de Aço CA-50A.

### **5.1 Concretagem dos Blocos**

A concretagem dos blocos de fundações deverá ser executada em única etapa.

O concreto, se usinado em terra, só poderá ser transportado para lançamento nos blocos por meio de bombeamento.

### **5.2 Formas**

As formas para moldagem dos blocos deverão ser preferencialmente placas de madeira laminada resinada, desmontáveis e reutilizáveis. Outros materiais poderão ser aceitos desde que mantenham similaridade com a concepção e objetivos formulados.

As formas deverão ser estanques e bem vedadas para evitar a possível contaminação do concreto fresco e armação com a água salgada. E principalmente evitar problemas de vazamento ou fuga de material durante o período de lançamento do concreto ou na fase de início de cura.

## ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE A TRAVESSIA DO RIO MUNIM EM NINA RODRIGUES-MA

### 1. OBJETIVOS

O objetivo dos critérios definidos nestas especificações, estabelecem condições a serem seguidas na execução das estruturas de concreto armado.

Integram o objetivo desta especificação o fornecimento de toda a matéria-prima, dosagem, preparo e lançamento do concreto, forma, escavação e armações.

As estruturas de concreto armado deverão ser executadas de acordo com a NBR 6118.

Os elementos estruturais em concreto armado e concreto da ponte sobre o Rio Pericumã, estão especificados para as seguintes classes de concreto, em função de suas características aos 28 dias.

Meso-estrutura e Encontros	Concreto Estrutural Fck 30,00 Mpa
Laje do Tabuleiro	Concreto Estrutural Fck 30,00 Mpa.
Fustes de Tubulões	Concreto Estrutural Fck 30,00 Mpa
Base Alargada do Tubulões	Concreto Estrutural Fck 20,00 Mpa

#### Armações

Aços CA-50A para barras com diâmetros iguais e maiores a 6.3 mm e CA-60 A para barras com diâmetro igual e inferiores a 5.0 mm.

Elementos secundários em concreto que não farão parte da estrutura portante da obra estão especificadas para outras classes de concreto conforme constante no projeto executivo.

### NORMAS

As estruturas de concreto armado deverão ser executadas de acordo com as seguintes normas / especificações, na sua última edição.

IDENTIFICAÇÃO	TÍTULO
NBR 6118	Projeto e Execução de Estruturas de Concreto
NBR 5732	Cimento Portland comum – Especificações
CEB – FIP	Comité European du Béton – Fédération Interncional du Précontrait

## **2. MATERIAIS**

### **2.1 Aço**

Somente barras e fios de aço que satisfaçam às especificações da ABNT são considerados nesta Norma. Poderão ser usados aços de outra qualidade desde que suas propriedades sejam suficientemente estudadas por laboratório nacional idôneo.

Nesta Norma são designadas por barras da armadura tanto as barras laminadas como fios treilados.

#### **2.1.1 Armadura.**

As barras especificadas para uso na execução das obras em concreto armado da ponte em referencia deverão atender às seguintes exigências:

CA-50A       $F_y = 5.000,00 \text{ Kgf/cm}^2$

CA-60A       $F_y = 6.000,00 \text{ Kgf/cm}^2$       somente para diâmetro de 5,0

### **2.1 Concreto**

#### **2.2.1 Constituintes:**

##### **2.2.1.1 Cimento**

Somente cimentos que obedeçam às especificações da ABNT são considerados nesta especificação. Quando necessário serão feitas exigências adicionais.

Outros tipos de cimento poderão ser admitidos, desde que suas propriedades sejam suficientemente estudadas por laboratório nacional idôneo.

Todos e quaisquer cimentos a serem utilizados no preparo de concreto estrutural deverá ser do tipo Classe CP – 320 PORTLAND, ou classe superior.

##### **2.2.1.2 Armazenamento do cimento**

O cimento deverá ser armazenado em local suficientemente protegido da ação das intempéries, da umidade e de outros agentes nocivos à sua qualidade.

Se o cimento não for fornecido a granel ou ensilado, deverá ser conservado em sua embalagem original até a ocasião de seu emprego. A pilha não deverá ser constituída de mais de 10 sacos, salvo se o tempo de armazenamento for no máximo de



15 dias, caso em que se poderá atingir 15 sacos. Lotes recebidos em épocas diversas não poderão ser misturados, mas deverão ser colocados separadamente de maneira a facilitar sua inspeção e seu emprego na ordem cronológica de recebimento.

#### 2.2.1.3 Agregados

Os agregados miúdos e graúdos deverão obedecer às especificações da ABNT. Em casos especiais, serão feitas exigências adicionais, entre elas as seguintes:

- O agregado deverá ser isento de teores de constituintes mineralógicos deletérios que conduzam a uma possível reação em meio úmido entre a sílica e os álcalis do cimento;

- O agregado graúdo não poderá apresentar, no ensaio de resistência aos sulfatos, perda de peso maior que a prevista na especificação adotada.

No caso de não ser atendida qualquer das exigências, o agregado só poderá ser usado se obedecer às recomendações e limitações decorrentes de estudo em laboratório nacional idôneo.

Agregados diferentes deverão ser depositados em plataformas separadas, de modo que não haja possibilidade de se misturarem com outro agregado ou com outros materiais estranhos que venham a prejudicar sua qualidade; também no manuseio deverão ser tomadas precauções para evitar essa mistura.

A dimensão máxima característica do agregado, considerado em sua totalidade, deverá ser menor que  $\frac{1}{4}$  da menor distância entre faces da forma e  $\frac{1}{3}$  da espessura das lajes.

#### 2.2.1.4 Água

A água destinada ao amassamento do concreto deverá ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas. Admitem-se satisfatórias as águas potáveis e as que tenham pH entre 5,8 e 8,0 e respeitem os seguintes limites máximos:

- Matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido)	3 mg/l
- Resíduo sólido	5.000 mg/l
- Sulfato (expresso em íons $\text{SO}_4^{--}$ )	300 mg/l
- Cloreto (expresso em íons $\text{CL}^-$ )	500 mg/l
- Açúcar	5 mg/l

Em casos especiais, a critério do responsável pela obra, deverão ser consideradas outras substâncias prejudiciais.

Os limites acima incluem as substâncias trazidas ao concreto pelo agregado.

No caso de não ser atendido qualquer dos limites acima, a água só poderá ser usada se obedecer às recomendações e limitações decorrentes de estudo em laboratório nacional idôneo.

#### 2.2.1.5 Aditivos

Os aditivos só poderão ser usados se obedecerem às especificações nacionais, ou na falta destas, se as suas propriedades tiverem sido verificadas experimentalmente em laboratório nacional idôneo.

O estabelecimento do traço do concreto será função da dosagem experimental, conforme preconizado na NBR 8118/82.

#### 2.2.2 Dosagem

##### 2.2.2.1 Dosagem experimental

A dosagem experimental terá por fim estabelecer o traço do concreto para que este tenha a resistência e a trabalhabilidade prevista, expressa esta última pela consistência.

##### 2.2.2.2 Método

A dosagem experimental poderá ser feita por qualquer método baseado na correlação entre as características de resistência e durabilidade do concreto e a relação água / cimento, levando-se em conta a trabalhabilidade desejada e satisfazendo-se às seguintes condições:

- a) a fixação da relação água / cimento decorrerá
  - da resistência de dosagem  $f_{c28}$ , ou na idade prevista no plano da obra para que a resistência seja atingida, de acordo com o item 2.2.2.3.
  - das peculiaridades da obra relativas à sua durabilidade (tais como impermeabilidade e resistência aos desgastes, à ação de líquidos e gases agressivos, à altas temperaturas e à variações bruscas de temperatura e umidade) e relativa à prevenção contra retração exagerada.
- b) a trabalhabilidade será compatível com as características dos materiais componentes, com o equipamento a ser empregado na mistura, transporte, lançamento e adensamento, bem como as eventuais dificuldades de execução das peças.

### 2.2.2.3 Resistência de dosagem

Quando for conhecido o desvio padrão  $S_n$  da resistência, determinado em ensaios com corpo de prova da obra considerada ou de outra obra cujo concreto tenha sido executado com o mesmo equipamento e iguais organização e controle de qualidade, a resistência de dosagem será calculada pela fórmula:

$$F_{cj} = f_{ck} + 1,65 \cdot S_d$$

Sendo o desvio padrão de dosagem  $S_d$  determinado pela expressão:

$$S_d = K_n \cdot S_n$$

Onde  $K_n$  tem o seguinte valor, de acordo com o  $n$  de ensaios:

$n = 20$	25	30	50	200
$K_n = 1,35$	1,35	1,25	1,20	1,10

Não se tomará para  $S_n$  valor inferior a 20 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Se não for conhecido o desvio padrão  $S_n$ , o construtor indicará, para efeito da dosagem inicial, o modo como pretende conduzir a construção, de acordo com o qual será fixado o desvio padrão  $S_d$  pelo critério abaixo (em todos os casos será feito o controle de resistência, durante o decorrer da obra).

- a) Quando houver assistência de profissional legalmente habilitado, especializado em tecnologia do concreto, todos os materiais forem medidos em peso e houver medidor de água, corrigindo-se as quantidades de agregados miúdos e de água em função de determinações frequentes e precisas do teor de umidade dos agregados, e houver garantia de manutenção, no decorrer da obra, da homogeneidade dos materiais a serem empregados:

$$S_d = 40 \text{ Kgf/cm}^2$$

- b) Quando houver assistência de profissional legalmente habilitado, especializado em tecnologia do concreto, o cimento for medido em peso e os agregados em volume, e houver medidor de água, com correção do volume do agregado miúdo e da quantidade de água em função de determinações frequentes e precisas do teor de umidade dos agregados:

$$S_d = 55 \text{ Kgf/cm}^2$$

- c) Quando o cimento for medido em peso e os agregados em volume e houver medidor de água, corrigindo-se a quantidade de água em função da umidade dos agregados simplesmente estimada:

$$S_d = 70 \text{ Kgf/cm}^2$$

### 2.2.3 Controle Tecnológico

O controle tecnológico abrangerá pelo menos o previsto nos itens seguintes.

#### 2.2.3.1 Verificação da dosagem utilizada

A verificação da dosagem terá por finalidade comprovar se os constituintes estão sendo utilizados nas quantidades especificadas no traço do concreto.

#### 2.2.3.2 Verificação da trabalhabilidade

A verificação da trabalhabilidade será feita através de ensaios de consistência, para averiguar se esta consistência corresponde à prevista; estes ensaios permitirão também uma constatação fácil da homogeneidade da massa e um controle indireto da quantidade de água. A determinação da consistência poderá ser feita pelo ensaio de abatimento ou por outros processos de comprovada eficiência e recomendados por laboratório nacional idôneo.

Os ensaios devem ser feitos para cada 25 m<sup>3</sup> de concreto, mas pelo menos uma vez por dia quando amassado na obra, e na recepção de cada caminhão betoneira, quando feito em usina fora da obra; sempre que forem moldados corpos de prova para verificação da resistência mecânica, deverá ser feito ensaio de consistência, em concreto da mesma massa amassada.

#### 2.2.3.3 Verificação dos característicos dos constituintes

Além dos ensaios iniciais de caracterização de todos os materiais componentes, deverão ser feitos ensaios periódicos ou sempre que houver alteração de materiais. A frequência destes ensaios será a fixada nas especificações EB-1 e EB-4.

#### 2.2.3.4 Verificação da resistência mecânica

A verificação normal da resistência mecânica deverá ser feita de acordo com os métodos MB-2 e MB-3.

A idade de ruptura será prevista no plano da obra (j dias); normalmente, a idade será de 28 dias. Permitir-se-á a avaliação prévia da resistência com idade menor, desde que se tenha determinado a relação entre resistência nessa idade e na idade prevista, usando-se de preferência a idade de 7 dias.

### **3 FORMAS E ESCORAMENTOS**

#### **3.1 Formas**

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

Nas peças de grande vão, dever-se-á dar às formas a contraflecha eventualmente necessária para compensar a deformação provocada pelo peso do material nelas introduzindo, se já não tiver sido prevista no projeto, de acordo com o item 4.2.3 da NBR 6118.

#### **3.2 Escoramentos**

O escoramento deverá ser projetado de modo a não sofrer, sob ação de seu peso, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, deformações prejudiciais à forma da estrutura ou que possam causar esforços no concreto na fase de endurecimento. Não se admitem pontaletes de madeira com diâmetro ou menor lado da seção retangular inferior a 5,00 cm para madeiras duras, e 7,00 cm para madeiras moles.

Os pontaletes com mais de 3,00 m de comprimento deverão ser contraventados, salvo se for demonstrada desnecessidade desta medida para evitar flambagem.

Os escoramentos das formas das lajes de peso, poderão ser montadas tirando partido das abas inferiores das vigas metálicas.

#### **3.3 Dispositivos para retirada da formas e do escoramento**

A construção das formas e do escoramento deverá ser feita de modo a haver facilidade na retirada de seus diversos elementos separadamente, se necessário. Para que se possa fazer essa retirada sem choques, o escoramento deverá ser apoiado sobre cunhas, caixas de areia ou outros dispositivos apropriados a esse fim.

#### **3.4 Precauções anteriores ao lançamento do concreto**

Antes do lançamento do concreto deverão ser conferidas as medidas e a posição das formas, afim de assegurar que a geometria da estrutura corresponda ao projeto, com as tolerâncias previstas no item 11 da NBR 6118.

Proceder-se-á limpeza do anterior das formas e à vedação das juntas, de modo a evitar a fuga de pasta. Nas formas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas, dever-se-á deixar aberturas próximas ao fundo, para limpeza.

As formas absorventes deverão ser molhadas até a saturação, fazendo-se furos para o escoamento da água em excesso. No caso em que as superfícies das formas sejam tratadas com produtos anti-aderentes, destinados a facilitar a desmoldagem, esse tratamento deverá ser feito antes da colocação da armadura. Os produtos empregados não deverão deixar, na superfície do concreto, resíduos que sejam prejudiciais ou possam dificultar a retomada da concretagem ou aplicação de revestimento.

## **4 ARMADURA**

### **4.1 Emprego de diferentes classes e categorias de aço**

Não poderão ser empregados na obra aços de qualidades diferentes das especificadas no projeto, sem aprovação prévia do contratante.

Quando previsto o emprego de aços de qualidades diversas, deverão ser tomadas as necessárias precauções para evitar a troca involuntária.

### **4.2 Limpeza**

As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação.

### **4.3 Emendas**

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.

### **4.4 Montagem**

A armadura deverá ser colocada no interior das formas de modo que durante o lançamento do concreto se mantenha na posição indicada no projeto, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e às faces internas das formas. Permitir-se-á, para isso, o uso de arame e de tarugos de aço de tacos de concreto ou argamassa; nunca, porém, será admitido o emprego de calços de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor que a prescrita no item 6.3.3.1.

Nas lajes deverá ser feita amarração das barras, de modo que em cada uma destas, o afastamento entre duas amarrações não exceda 35,00 cm.

#### **4.5 Proteção**

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço deverão estar dispostas de modo a não acarretarem em deslocamentos das armaduras.

As barras de espera deverão ser devidamente protegidas contra oxidação; ao ser retomada a concretagem, deverão elas ser perfeitamente limpas de modo a permitir boa aderência.

### **5 PREPARO DE CONCRETO**

#### **5.1 Resistência**

Quer a dosagem para o preparo do concreto na obra, quer encomenda e o fornecimento de concreto pré-misturado deverão ter por base a resistência característica,  $f_{ck}$ , termos desta especificação.

#### **5.2 Medida dos materiais**

Sempre que se fizer dosagem experimental, deverão ser obedecidas as seguintes condições:

- a) Quando o aglomerante for usado a granel, deverá ser medido em peso com tolerância de 3 %; no caso do cimento ensacado, pode ser considerado o peso nominal do saco, atendidas as exigências das Especificações Brasileiras;
- b) Os agregados miúdos e graúdos deverão ser medidos em peso ou volume com tolerância da unidade;
- c) A água poderá ser medida em volume ou peso com tolerância de 3 %;
- d) O aditivo poderá ser medido em volume ou peso com tolerância de 5 %.

### **6 CONCRETAGEM**

#### **6.1 Transporte**

O concreto deverá ser transportado do local de amassamento para o de lançamento num tempo compatível com o prescrito no item 13.2 da NBR 6118 e o meio utilizado deverá ser tal que não acarrete desagregação ou segregação de seus elementos ou perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação.

No caso de transporte por bombas, o diâmetro interno do tubo deverá ser no mínimo três vezes o diâmetro máximo do agregado.

O sistema de transporte deverá, sempre que possível, permitir o lançamento direto nas formas, evitando-se depósitos intermediários; se este for necessário, no manuseio do concreto deverão ser tomadas precauções para evitar desagregação.

## **6.2 Lançamento**

O concreto deverá ser lançado logo após o amassamento, não sendo permitido, entre o fim deste e o do lançamento, intervalo superior a uma hora; se for utilizada agitação mecânica, esse prazo será contado a partir do fim da agitação. Com o uso de retardadores de pega o prazo poderá ser aumentado de acordo com os característicos do aditivo.

Em nenhuma hipótese se fará lançamento após o início da pega.

Para os lançamentos que tenham que ser feitos a seco, em recintos sujeitos à penetração de água, deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não haja água no local em que se lança o concreto fresco, para que este não venha a ser por ela levado.

O concreto deverá ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras.

Deverão ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. A altura de queda livre não poderá ultrapassar 2,00 m. Para peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral, ou por meio de funis ou trombas.

## **6.3 Adensamento**

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado ou socado contínua e energicamente com equipamento adequado à trabalhabilidade do concreto. O adensamento deverá ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos de forma. Durante o adensamento, deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais; dever-se-á evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízo de aderência.

No adensamento manual, as camadas de concreto não deverão exceder 20,0 cm. Quando se utilizarem vibradores de imersão, a espessura da camada deverá ser aproximadamente igual a  $\frac{3}{4}$  do comprimento da agulha; se esta exigência não puder ser atendida, não deverá ser empregado vibrador de imersão.



#### **6.4 Juntas de concretagem**

Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, formar-se uma junta de concretagem, deverão ser tomadas as precauções necessárias para garantir, ao reiniciar-se o lançamento, a suficiente ligação do concreto já endurecido com o novo trecho. Antes de se reiniciar o lançamento, deverá ser removida a nata e feita a limpeza da superfície externa.

Deverão ser tomadas precauções para garantir a resistência aos esforços que podem agir na superfície da junta, as quais poderão consistir em se deixarem barras cravadas ou redentes no concreto mais velho. As juntas deverão ser localizadas onde forem menores os esforços de cisalhamento, preferencialmente em posição normal aos de compressão, salvo se demonstrado que a junta não diminuirá a resistência da peça. O concreto deverá ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando-se forma quando necessário para garantir o adensamento.

### **7. RETIRADA DAS FORMAS E DO ESCORAMENTO**

A retirada das formas e do escoramento só poderá ser feita quando o concreto se achar suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis.

As lajes da plataforma interagem com as vigas de aço formando um conjunto solidário chamado Viga “T”. Assim sendo, recomenda-se que as retiradas das formas de fundo e escoramentos das lajes, sejam feitas após 21 (vinte e um) dias de concretagem ou então quando o concreto atingir valor de 75 % de  $E_c$  (Módulo de Elasticidade) do concreto.

## ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS EM ESTRUTURAS DE AÇO PONTE RODOVIÁRIA SOBRE A TRAVESSIA DO RIO MUNIM EM NINA RODRIGUES-MA

### 1. OBJETIVO E ESCOPO

Os critérios para fabricação, montagem e execução aqui definidos estabelecem as condições a serem seguidas para a execução de estruturas de aço.

Integram o escopo o fornecimento de toda a matéria-prima, desenhos de oficina (shop-drawings), a fabricação e a montagem completa e definitiva das estruturas de aço.

Faz parte, ainda, a provisão de maquinários, equipamentos, ferramentas, parafusos, eletrodos e todos os acessórios provisórios necessários durante a fabricação, pintura, transporte, armazenamento e montagem da estrutura.

#### NORMAS

As estruturas de aço deverão ser executadas de acordo com as seguintes normas / especificações, na sua última edição.

IDENTIFICAÇÃO	TÍTULO
NBR 8800	Cálculo e execução de estruturas de aço
DIN 1078/ 4114 / 1073	Deutch Industry Normen (Norma Alemã)
AASHATO	American Ass. State Highway Officials - Specifications for Highway Bridges
AISC	Specification for the design, fabrication and erection of structural steel for buildings
AWS D1.1	Structural Welding Code
ASTM	American Society for Testing and Materials
SSPC	Steel Structures Painting Council
CAN/CSA – S16.1 M89	Limit State Design of Steel Structures

### 2. MATÉRIA-PRIMA E DESENHOS DE FABRICAÇÃO

Os aços laminados planos e não planos deverão possuir qualidades conforme as especificações ASTM A-588 e A-242 ou equivalentes à NBR-5008 e NBR 7007 com tensão de ruptura 4850,00 Kgf/cm<sup>2</sup> e tensão de escoamento 3450,00 Kgf/cm<sup>2</sup>. (Aço de Alta Resistência Mecânica e Alta Resistência à Corrosão Atmosférica)

Para maiores informações sobre o material especificado, consultar o anexo I.

Os parafusos comuns e chumbadores, , assim como porcas e arruelas, deverão ser de qualidade ASTM A-307, com tensão de ruptura do material do parafuso 4200 Kgf/cm<sup>2</sup> e tensão de escoamento 2500 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Os parafusos de alta resistência, assim como porcas e arruelas, deverão ser de qualidade ASTM A-325 Tipo III grau C, com tensão de ruptura do parafuso 8250 Kgf/cm<sup>2</sup> e tensão de escoamento 6350 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Os eletrodos para a execução de uniões soldadas por arco elétrico em aço carbono, deverão atender as especificações E 80 XX “Specification for Mild Steel Covered Arc-Welding Eletrodes”. AWS A5.1. ou F8XEXXX no “ Specification for Bare Carbon Steel Eletrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding” (AWS .A-5.17).

Os desenhos de fabricação serão elaborados com base nos desenhos de projetos e nas especificações técnicas. Deverão estar de acordo com a prática mais moderna, visando máxima eficiência na fabricação e montagem da estrutura.

Os desenhos de fabricação deverão trazer informações completas necessárias à fabricação de todas as partes componentes da estrutura. A localização de cada componente, suas dimensões exatas, como também as bitolas, tipo e comprimento de todos os elementos de conexão, deverão estar perfeitamente caracterizados.

Instruções completas sobre cortes, dobras, puncionamentos e furos estarão contidas nos desenhos a fim de permitir montagem perfeita das peças fabricadas.

Os parafusos de oficina e os de campo serão claramente diferenciados.

A sequência de solda será indicada sempre que requerida.

Os símbolos de solda utilizados nos desenhos serão de preferência os adotados pela American Welding Society (A.W.S.).

Cada desenho de fabricação deverá ser acompanhado de uma lista de materiais que deverá trazer informações como:

- designação, marca e quantidade dos conjuntos;
- marca e quantidade das peças componentes;
- bitola e comprimento das peças;
- peso total dos conjuntos;
- tipo de acabamento; e
- número do desenho correspondente.

Deverão ser elaboradas listas de parafusos para cada desenho de fabricação indicando as bitolas, o tipo, as quantidades, etc.

Os desenhos de montagem deverão ser executados juntamente com os de fabricação e definirão a posição exata dos conjuntos integrantes da estrutura. As marcas desses conjuntos serão transcritas nos desenhos de montagem à medida que os mesmos forem detalhados.

Plantas, cortes e elevações trarão informações suficientes a fim de facilitar a instalação e conexão de todos os conjuntos estruturais.

Os desenhos de fabricação, previamente verificados, assinados e datados, serão submetidos à aprovação do Contratante.

A fabricação das peças detalhadas só será iniciada se o desenho for aprovado ou se aprovado com comentários.

A aprovação pelo Contratante, dos desenhos de fabricação, indica a aceitação dos detalhes como um todo estruturalmente adequado, não eximindo a empreiteira da responsabilidade pela resistência das conexões detalhadas ou pela precisão das medidas em geral, ali indicadas.

A substituição de peças eventualmente fabricadas com defeitos ou fora dos limites de tolerância estabelecidas nestas especificações será feita à expensa da Empreiteira.

### **3. FABRICAÇÃO**

Todos os materiais a serem utilizados na fabricação deverão conter certificados de testes de qualidade emitidos na sua origem ou relatórios de ensaios executados pelo Fabricante. O Contratante, quando julgar necessário, poderá solicitar ao contratado da obra e fabricante novos testes para comprovação de qualidade, os quais, sem novos ônus, pronunciarão as amostras e os ensaios respectivos.

A substituição de qualquer material especificado nos desenhos deverá ser previamente submetida à aprovação do Contratante e Equipe de Fiscalização.

### **4. PERFIS**

Os perfis laminados a serem utilizados na fabricação deverão atender as tolerâncias dimensionais definidas nas especificações ASTM-6.

Os perfis compostos de chapa soldada serão produzidos pelo fabricante ou adquiridos de terceiros, devendo apresentar-se dentro das tolerâncias dimensionais.

Os perfis compostos de chapa soldada estão especificados com base nos desenhos do detalhamento do vigamento metálico.

Os perfis não poderão apresentar fissuras nas dobras. Qualquer desempenho que se fizer necessário, poderá ser alcançado por processos mecânicos ou pela aplicação localizada de uma quantidade limitada de calor, sendo que neste caso a temperatura das áreas aquecidas não deverá exceder 650 ° C.

Os cortes das chapas de composição dos perfis executados a oxigênio deverão preferencialmente ser realizados através de máquinas, sendo as arestas livres de rebarbas e outras imperfeições.

O aplainamento ou acabamento das arestas de chapas ou perfis cortados em tesoura ou à gás, não é necessário, exceto quando especificamente indicado nos desenhos de fabricação ou quando estiverem incluídas em uma determinada preparação para soldagem.

## 5. INSPEÇÃO

A mão-de-obra e os materiais cobertos por esta especificação estarão sujeitos à inspeção por parte do Contratante e os seus representantes credenciados, que terão livre acesso, durante a jornada normal de trabalho, a todas as instalações do Fabricante onde estiverem sendo fabricadas e ou montadas as estruturas.

O Fabricante deverá proporcionar aos inspetores as facilidades e equipamentos necessários à realização de inspeção e dos testes requeridos.

O exercício do direito de inspeção pelo Contratante e/ou seus representantes credenciados, não exime o fabricante de qualquer ônus decorrente da infração de algum item das normas e especificações relacionadas ou de finalidade ao representado nos desenhos de fabricação.

Quando necessários, a pré-montagem de partes das estruturas metálicas deverá ser realizada antes de se iniciarem os trabalhos de pintura, na presença da inspeção por parte do Contratante.

Os serviços de inspeção deverão seguir basicamente ao seguinte roteiro, o qual poderá sofrer modificações ou acréscimos quando da contratação de serviços:

- Inspeção visual das estruturas metálicas;
- Controle dimensional de acordo com os desenhos de fabricação e tolerâncias admissíveis;
- Controle da matéria-prima através de certificados de teste de qualidade emitidos na sua origem ou de relatórios de ensaios executados pelo Fabricante;

- Controle das soldas, através de verificação dos certificados de pré-qualificação de soldadores, dos processos de soldagem, da preparação das juntas para solda, das dimensões das soldas, dos alívios de tensão e ensaios não destrutivos (ultra-som, gamagrafia, líquido penetrante, etc.) onde necessário;
- Controle de furações e respectivos acabamentos;
- Controle de qualidade de parafusos, porcas e arruelas de alta resistência;
- Controle acabamento, limpeza e pintura das superfícies metálicas;
- Acompanhamento e controle de pré-montagem; e
- Controle de marcação, embalagem e embarque das estruturas.

## **6. TOLERÂNCIA**

As estruturas metálicas deverão ser fabricadas obedecendo prioritariamente às tolerâncias indicadas nos desenhos de fabricação, bem como às apresentadas nesta especificação. Para os casos não previstos, deverão ser seguidas as recomendações contidas nas normas e as recomendações dispostas no anexo III.

## **7. EMBALAGEM**

Todo material pronto para ser embarcado deverá ser devidamente acondicionado. A embalagem deverá ser nova e feita de maneira que seja facilmente manuseada.

As peças menores, como parafusos, porcas, arruelas, chapas de ligação e outras, deverão ser acondicionadas em caixas com peso bruto máximo de 100 quilogramas.

Todas as peças pertencentes a um mesmo tipo de estrutura deverão ser acondicionadas em volumes com a mesma identificação. As embalagens, caixas e volumes deverão ser marcados claramente, indicando o tipo de estrutura, conteúdo e quantidade, de tal forma que no recebimento, possam ser facilmente conferidos.

## **8. EXPEDIÇÃO**

Nenhum material ou estrutura poderá ser embarcado sem que tenha sido anteriormente liberado pela inspeção. A fim de que possa ser programada a inspeção, o

Fabricante deverá notificar o Contratante, com antecedência de cinco dias úteis, a data em que estruturas metálicas estarão liberadas para inspeção.

A responsabilidade do Fabricante na expedição inclui até a entrega do material fabricado no local da obra estabelecido no Contrato.

Dentro desses limites de responsabilidade, caberá ao Fabricante o embarque das estruturas devidamente protegidas contra empenos, perdas e outras avarias durante o transporte. As peças de grande porte deverão ser convenientemente imobilizadas com cabos de aço e esticadoras ou por meio de calços de madeira fixados ao veículo de transporte.

Especial atenção deverá ser dada à colocação de calços de madeira para evitar o atrito entre as peças, bem como as deformações ocasionadas pela solicitação das mesmas segundo eixos de inércia diferentes dos considerados nos dimensionamentos das respectivas seções.

Para cada carregamento, o Fabricante deverá fornecer ao Contratante uma relação de cinco vias das peças e materiais constantes do mesmo, onde estarão anotadas as “marcas de montagem” citadas no item 2 desta especificação.

## **9. LIGAÇÕES**

### **9.1 Ligações Aparafusadas**

O aço para parafusos, porcas e arruelas de alta resistência deverá seguir a especificação ASTM-A-325. Os demais parafusos e porcas deverão seguir a especificação ASTM-A-307 e neste caso as arruelas serão de aço carbono, comercial.

Os parafusos terão a cabeça e a porca hexagonais de dimensões conforme a ANSI-B-18.2.1 – 1972 e B-18.2.2 – 1972, respectivamente.

As arruelas deverão ser circulares, planas e lisas. As arruelas a serem utilizadas em ligações com parafusos de alta resistência deverão Ter dimensões conforme indicado na página 5-210 do AISC – Eighth Edition. As demais arruelas, quando circulares, planas e lisas, deverão Ter dimensões conforme a ANSI B-27.2 e quando chanfreadas, segundo a ANSI B-27.4.

Todas as roscas deverão ser da Série Unificada Grossa (UNC), como especificado na Norma Americana para Rosca unificada (ANSI B.1.1 – 1974), devendo ter a tolerância da Classe 2A para os parafusos e Classe 2B para as porcas.

Os furos para parafusos terão normalmente 1,5 mm a mais que o diâmetro nominal do conector.

Se a espessura do material não for maior que o diâmetro nominal do parafuso acrescida de 3mm, os furos poderão ser puncionados. Nos casos em que a espessura do material for maior que o diâmetro nominal do parafuso acrescida de 3mm, os furos deverão ser obtidos em furadeiras ou então puncionados e posteriormente alargados.

Quando necessário, os furos para parafusos deverão ser alargados através do uso de alargadores, não sendo permitida a utilização de maçarico.

As rebarbas externas de orifícios furados e alargados deverão ser removidas.

As regiões com furos para ligações com parafusos ASTM-A-325F (“friction-type”) deverão apresentar-se perfeitamente desempenadas e isentas de pintura, óleo, graxa, ferrugem e poeira, para evitar a redução do coeficiente de atrito.

O aperto poderá ser dado pelo “Método de Rotação da Porca” (“Turn of Nut Tightening”), por “Chave Calibrada”, ou por meio de “Indicador Direto de Tensão”.

Se o aperto for dado com utilização de chaves calibradoras, serão instaladas arruelas tratadas (temperadas e revenidas) no lado em que for aplicada a rotação, isto é, lado da porca ou cabeça do parafuso.

Se forem utilizadas as chaves de impacto, a quantidade de ar deverá ser suficiente para dar aperto requerido, em cada parafuso, em aproximadamente 10 segundos.

#### Aperto com Chaves Calibradoras

Quando forem utilizadas chaves calibradoras na instalação dos parafusos, o aperto deverá ser tal que induza no parafuso um esforço, no mínimo, 5 % maior que o especificado na tabela “A” do anexo IV.

As chaves utilizadas deverão ser calibradas, no mínimo, uma vez por dia, com instrumento apropriado para medir a tração aplicada no parafuso. As chaves serão recalibradas sempre que forem introduzidas modificações significativas no equipamento ou quando forem notadas diferenças nas condições de superfície dos parafusos, das porcas ou das arruelas.

Na instalação de vários parafusos em uma mesma junta, a chave deverá retornar para dar reaperto naqueles parafusos apertados previamente, a fim de eliminar possíveis afrouxamentos durante a operação de instalação.

#### Aperto de Parafuso pelo Método de Rotação da Porca

Quando for empregado o Método de Rotação da Porca, a fim de prover a tensão especificada na tabela “A” do anexo IV, o parafuso deverá ser colocado, inicialmente,



na condição de “pré-aperto” (“Snung Tight”), a fim de assegurar que as partes unidas estarão em firme contato.

O “Pré-aperto” é definido como o aperto alcançado com algumas poucas aplicações de chave de impacto ou com o esforço total, aplicado por um homem, utilizando uma chave de boca comum.

Os parafusos neste estado de “Pré-aperto”, serão submetidos a um esforço adicional ocasionado por uma quantidade de rotação da porca que é mostrada na tabela I a seguir.

O aperto nos parafusos é dado com aplicação da rotação progredindo sistematicamente da parte mais rígida da junta, para a extremidade livre.

Durante esta operação não deverá haver rotação da parte não girada com a chave.

#### Aperto com Indicador Direto de Tensão

O aperto por este meio é permitido desde que seja possível demonstrar por um processo acurado de medição direta, que os parafusos acham-se submetidos com os esforços requeridos pela tabela “B” do anexo IV.

## **9.2 Ligações Soldadas**

Todas as soldas deverão obedecer às especificações “Welding in Building Construction” AWS-D-1.0 da “American Welding Society”. A dimensão mínima para solda de filete será de 5 mm, a menos que a solda não seja estrutural. A dimensão máxima do filete será igual à espessura da chapa mais fina que estiver sendo soldada, desde que o filete não ultrapasse 14 mm, quando deverá ser usada solda de penetração.

Todas as juntas de topo deverão ser de penetração completa, usando-se para isto de chanfro duplo ou simples, ou de cobrejunta, conforme as dimensões da peça e a posição da junta, de acordo com os detalhes indicados no desenho de fabricação.

Atenção especial deverá ser dada às juntas sujeitas a fadiga, quando deverão ser tomados os cuidados de esmerilhamento ou arredondamento, para evitar a concentração de tensões.

As superfícies preparadas para a soldagem deverão estar livres de rebarbas, graxas, tintas e outros resíduos. No caso do chanfro das chapas ter sido executado por maçarico, as bordas deverão ser esmerilhadas.

Os eletrodos para solda manual deverão ser do tipo AWS, E-80XX e para solda automática de arco submerso deverá ser seguida a especificação AWS, F8X-EXXX.

Todos os materiais a serem utilizados nos processos de soldagem deverão ser armazenados em locais limpos e secos, não devendo ser utilizados eletrodos úmidos, danificados ou sujos, nem arames enferrujados.

Os serviços de soldagem somente poderão ser executados por soldadores qualificados por um sistema de testes para o tipo de solda que irão executar e os resultados desses testes deverão ser devidamente registrados e acompanhados pela inspeção do Contratante. Deverá ser mantido pelo Fabricante um registro completo com indicação do soldador responsável por cada solda importante executada. Os custos desta qualificação e registro correrão por conta do Fabricante.

Quando necessário, em função da espessura das chapas a serem soldadas, deverá ser executado o pré-aquecimento das mesmas antes da soldagem de acordo com as especificações A.W.S.

A soldagem, sempre que possível, deverá ser feita em posição plana, usando-se para isso de dispositivos adequados.

Todas as juntas de topo deverão ser executadas com a utilização de “chapas de espera” para início e fim das soldas. O primeiro passe das soldas de penetração total deverá ter sua raiz extraída antes de se iniciar a solda do outro lado, possibilitando assim uma penetração completa e sem descontinuidade, devendo também ser feita uma cuidadosa limpeza de escória após cada passe.

As soldas deverão ser executadas em uma sequência adequada para cada tipo de peça, de forma a minimizar os efeitos causados por tensões residuais e empenos.

As soldas automáticas deverão ser executadas através de operação contínua, sem paradas ou partidas intermediárias.

Os pontos de solda, caso tenham sido feito por soldadores não qualificados, deverão ser retirados, mas, caso contrário, poderão integrar-se à solda, desde que convenientemente limpos.

As soldas que apresentarem defeitos tais como trincas, inclusão de escória, porosidade, mordeduras, penetração incompleta, etc., e que estiverem fora das tolerâncias indicadas no anexo V, deverão ser removidas por meio de esmerilhamento ou goivamento e convenientemente refeitas.

## **10. LANÇAMENTO E MONTAGEM**

Antes do início dos trabalhos de montagem, o Fabricante definirá, juntamente com o Contratante, as áreas para armazenagem e pré-montagem das peças metálicas, bem como as áreas para instalação de escritórios e almoxarifados.

Todas as peças serão estocadas sobre dormentes ou vigas de madeira, adequadamente posicionadas, a fim de evitar empenamentos.

Deverão ser feitas provisões próprias a fim de controlar as tensões nas peças estruturais, durante o empilhamento, içamento e transporte.

A Fiscalização deverá ser notificada, com maior brevidade possível, sobre quaisquer eventuais irregularidades constatadas na fundação ou nas peças metálicas recebidas.

Deverão ser observadas todas as normas de segurança de pessoal a fim de prevenir acidentes.

O lançamento das vigas principais ficará a critério do contratado e submetido à aprovação dos serviços pelo Contratante.

O contratado ou Empreiteiro da obra deverá apresentar, com bastante antecedência, um escopo e plano de trabalho detalhado, contendo todos os procedimentos e metodologias que serão utilizadas para o lançamento dos vigamentos.

A princípio, recomenda-se que o lançamento seja executado por uma das seguintes maneiras:

- Processo de empurramento das vigas;
- Processo por içamento das vigas.

É de total responsabilidade do contratante a escolha ou opção da metodologia que será utilizada para o lançamento das vigas. Como consequência, o mesmo também deverá dimensionar adequadamente todos os equipamentos, materiais, pessoal técnico e ferramental necessários à execução da tarefa, por ele desenvolvido.

Caso o Contratado adote a montagem das vigas pela alternativa do empurramento das mesmas, será necessário que este tome ciência da necessidade da construção de uma estrutura auxiliar para servir como berço de pré-montagem e ponto de partida para o empurramento das vigas. Esta estrutura auxiliar ou berço deverá ficar nivelada em cota das vigas de apoio dos primeiros pilares.

Para o lançamento por içamento, é importante salientar que as vigas deverão ser transportadas às proximidades dos pilares aos quais serão montadas, por meio do auxílio de, no mínimo, dois sistemas distintos para içamento (gruas ou guindastes ).

A estrutura metálica será montada nivelada e em prumo. Contraventamentos temporários serão introduzidos, sempre que necessários, para suportar carregamentos com os quais a estrutura poderá estar submetida, inclusive àqueles decorrentes da instalação e operação de equipamentos. Tais contraventamentos serão deixados no lugar durante todo o tempo requerido para a segurança.

Não serão permitidos furos, em peças metálicas, feitos com maçaricos. Nos casos que não houver perfeita coincidência de furos em uma conexão, tais furos serão alargados com brocas, para permitir instalação de parafusos de bitola imediatamente maior.

As peças metálicas individuais serão consideradas em nível, a prumo e alinhadas se o erro não exceder 1:500.

Qualquer item que acaso tenha sido omitido nesta especificação, não autoriza o Montador a fazer serviços defeituosos ou de má qualidade.

Sempre que houver discordância entre estas especificações com desenhos de referência e especificações gerais, prevalecerá o disposto no projeto.

Embora devem ser sempre rigorosamente obedecidos os desenhos e demais elementos do projeto, as normas acima citadas e as presentes especificações, o Montador poderá, caso julgue necessário, sugerir alternativas ou modificações.

Entretanto, estas alternativas e modificações só poderão ser executadas depois de expressamente aprovadas, por escrito, pelo Contratante.

### **10.1 Fiscalização**

O Montador deverá permitir o livre acesso da Fiscalização, a qualquer lugar da obra, durante o período de tempo em que durar o serviço.

### **10.2 Responsabilidade do Montador**

Constituem responsabilidades do Montador, exceto quando explicitamente mencionadas em contrário nestas especificações:

Montagem completa das estruturas metálicas como indicado nos desenhos. Para a montagem, o Montador receberá os desenhos completos das estruturas com todas as dimensões, cotas e detalhes.

Todos os desenhos, especificações ou outros documentos que forem fornecidos ao Montador, para execução das obras, permanecerão de propriedade do Contratante, não podendo o montador fazer uso dos mesmos para outros fins que não sejam aqueles que motivaram o seu fornecimento.

Fornecer as calhas, condutores, e todos os demais materiais necessários à montagem, assim como instalação de canteiro, veículos, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra, administração, supervisão, assistência técnica e legal adequada para o cumprimento de suas obrigações, iluminação, transporte, alojamento, alimentação e

todos os recursos necessários para a execução das obras compreendidas por estas especificações.

Caberá ao Montador, exceto quando dito em contrário, o fornecimento das peças componentes das estruturas metálicas propriamente ditas, tais como vigas, chapas, treliças, chumbadores, parafusos, porcas e arruelas.

Preparar e fornecer o cronograma previsto para as obras e dar sempre que solicitado, informações a respeito das mesmas. Deverá ainda elaborar um planejamento mensal e outro semanal, os quais deverão ser corrigidos em função de eventuais atrasos ocorridos.

Executar serviços complementares, mesmo quando não mencionados explicitamente no projeto, mas que possam ser comprovados como essenciais para o bom acabamento da edificação e para que seja obtida uma instalação de alta qualidade dentro dos melhores padrões técnicos.

#### Manutenção das instalações durante a montagem

As despesas de manutenção das instalações do canteiro devido a danos causados por chuvas, erosão, deteriorização de materiais ou quaisquer fatores correlatos, correrão por conta do Montador.

### **10.3 Recebimento, movimentação e guarda de materiais**

Os materiais que forem fornecidos pelo Fabricante serão entregues ao Montador sob recibo, passando daí por diante para a sua exclusiva responsabilidade, inclusive no que se refere aos danos e extravios que venham a sofrer.

A armazenagem de parafusos, porcas, arruelas ou outras peças pequenas, deverá sempre ser feita em local coberto.

Os parafusos, porcas e arruelas deverão ser estocados limpos de sujeira e ferrugem, principalmente nas roscas, sendo indispensável guardá-los levemente oleados.

As peças grandes, tais como chapas, perfis, etc., podem ser armazenadas ao tempo, devendo entretanto, serem tomados os devidos cuidados para evitar empenos devidos à posição inadequada ou à escoramento insuficiente, bem como para evitar que tais peças fiquem mergulhadas na lama ou cobertas pela vegetação.

As peças deverão ser estocadas em locais que possuam drenagem de águas pluviais, evitando-se com isto o acúmulo de água sobre ou sob as mesmas.

A movimentação de entrada e saída, carga e descarga dos materiais e estruturas nos almoxarifados e depósitos do Contratante será de inteira responsabilidade do Montador e será realizada segundo rotinas a serem estabelecidas pela Fiscalização.

As peças das estruturas metálicas deverão ser classificadas e estocadas na sequência de montagem.

O canteiro deverá estar arrumado com as peças dispostas de tal forma que seja permitido visualizar as suas marcas de identificação e contar sem dificuldades as quantidades estocadas.

#### **10.4 Montagem das Vigas**

As vigas, após a sua montagem, deverão ser alinhadas e niveladas.

Serão consideradas niveladas quando a cota no topo das vigas medidas nas regiões de apoio, apresentar uma variação de  $\pm 5$  mm em relação ao valor especificado no projeto.

Para a primeira verificação de prumo, alinhamento e nivelamento, cada junta parafusada deverá ter, no mínimo, 20 % de parafusos provisórios e 10 % de espinas. Nos casos em que esta quantidade não for suficiente para proporcionar perfeito contato entre as superfícies e/ou centrar as furações, deverão ser utilizados mais parafusos provisórios até que a junta esteja em condições de receber os parafusos definitivos.

A colocação dos parafusos definitivos deverá ser feita apertando-os manualmente, iniciando-se pelos furos livres das ligações. A seguir deverão ser substituídos os parafusos provisórios e finalmente as espinas, sendo apertados manualmente os parafusos definitivos.

Após a colocação de todos os parafusos definitivos deverá ser dado um torque menor que 90 % do torque final em todos os parafusos, efetuando-se, após, o aperto final.

A sequência de colocação e aperto dos parafusos definitivos deverá ser sempre do meio para a extremidade das juntas.

### **11. GARANTIAS**

O Montador deverá garantir os trabalhos executados contra materiais defeituosos, falhas de mão-de-obra e métodos de execução dos serviços.

Essa garantia deverá ser no mínimo pelo prazo de seis meses contados do início de utilização da estrutura, desde que este início de utilização da estrutura ocorra dentro do prazo de doze meses da data de recebimento definitivo da estrutura. Caso o início de utilização ocorra depois de decorridos os doze meses acima mencionados, a responsabilidade do Montador vigorará até o décimo oitavo mês contados do recebimento definitivo da estrutura.

Durante o período de garantia, o Montador se obrigará a refazer imediatamente, às suas custas exclusivas, todos os servidores que apresentam falhas de material, mão-de-obra ou métodos de execução.

## **12. ENTREGA DA OBRA**

Será sempre encargo do Montador por ocasião da entrega da obra:

- Executar a limpeza completa em toda a área em que tenham sido realizadas obras relacionadas com a estrutura em questão. Essa limpeza deverá incluir a remoção de entulhos, sobras de materiais, ferrugem, sujeiras, e de todos e quaisquer detritos consequentes das obras. Deverão ser removidos também equipamentos, máquinas e ferramentas utilizados nas obras, bem como demolidos os barracões, ou outras construções provisórias que tenham sido feitas.

- Recompôr todas as construções pré-existentes que tenham sido demolidas, modificadas ou danificadas em consequência da montagem das estruturas.

- Devolver os materiais que tenham sobrado e que sejam de propriedade da SINFRA ou que tenham sido solicitados pela mesma.

## **13. PINTURA**

### **13.1 Generalidades**

Serão pintadas as superfícies dos seguintes elementos pertencentes ao escopo da estrutura de aço Ponte sobre o Rio Pericumã – MA.

- Vigas: todas as superfícies, exceto as que estiverem em contato com elementos de concreto armado;
- Transversinas de apoio;
- Transversinas intermediárias; e
- Contraventamentos superiores e inferiores.

Qualquer superfície a ser pintada deverá ser completamente limpa de toda sujeira, pó, graxa, óleo ou qualquer outra substância prejudicial, antes da aplicação da tinta.

Deverão ser utilizados produtos e sistemas de limpeza não prejudiciais à superfície ou ao sistema de pintura. Deverão ser tomadas todas as precauções de segurança, quando do manuseio dos produtos ou equipamentos para limpeza.

As superfícies deverão estar secas a não ser quando a umidade for necessária a um tipo particular de pintura.



Qualquer superfície que sofrer algum processo de contaminação no decorrer do trabalho, deve ser limpa novamente, antes de se dar continuidade ao processo de pintura.

Remover toda carepa de laminação, ferrugem, incrustações e demais impurezas de modo a restarem somente ligeiras manchas ou raias em não mais de 5 % da área jateada.

### **13.2 Aplicação de pintura**

Pintura de Fundo/Base: Duas demãos de primer epóxi 02(dois) componentes cromato de zinco, com 35 micrômetros de película seca / demão.

A pintura da base deverá ser aplicada pelo Fabricante da estrutura em sua respectiva oficina ou instalação.

Acabamento: Duas demãos de esmalte sintético alquídico, com no mínimo 35 micrômetros de película seca / demão. A pintura de acabamento deverá ser aplicada pelo Fabricante da estrutura em sua oficina ou instalação.

Cor: Conforme a ser especificada pelo contratante.

A pintura de retoques de acabamento deverá ser aplicada somente durante a fase final da montagem/obra em conjunto com a pintura geral de outros materiais de acabamento.

### **13.3 Preparação das superfícies**

Todas as superfícies de aço a serem pintadas deverão ser totalmente limpas com remoção de toda ferrugem, carepa, sujeiras, que possam interferir com o processo de adesão da tinta.

Deverão ser tomadas precauções especiais na limpeza dos cordões de solda, devido à elevada porosidade. Todos os resíduos e escória fundente deverão ser cuidadosamente removidos e procedida uma limpeza cautelosa. A oxidação superficial formada durante o resfriamento da solda deverá ser removida por esmerilhamento ou jateamento. As superfícies devem apresentar-se secas conforme a necessidade para aplicação da tinta de base (primer) ou demais demãos.

A preparação das superfícies deverá ser feita de acordo com as normas SSPC. A superfície final limpa será inspecionada e verificada de acordo com os padrões visuais das Normas Suecas SIS 05 5900. A superfície final deverá apresentar o mesmo grau de limpeza dos padrões visuais.



Jateamento ao metal quase branco:

SSPC-SP-10                      Método de limpeza

Sa 2 ½                              Padrão visual sueco

## ANEXO I

### ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA ESTRUTURAL EM AÇO PARA PONTES RODOVIÁRIAS CLASSE 45

CLASSIFICAÇÃO AÇO	PRODUTO	ESPECIFICAÇÃO AÇO	LE Fy MPa	LR Fu MPa
Aço de baixa liga, alta resistência à corrosão atmosférica	Chapas laminados planos	NBR-5008 ou ASTM-A588	345,00	480,00
Aço de baixa liga, alta resistência à corrosão atmosférica	Perfis laminados não planos	NBR-5008 Ou ASTM-A242	345,00	480,00
Aço de baixa liga, alta resistência à corrosão atmosférica	Parafusos de alta resistência	ASTM – A-A325	635,00	825,00
Aço carbono	Parafusos comuns	ASTM A-307	235,00	415,00

## ANEXO II

## INSTALAÇÃO DOS PARAFUSOS

Força de protensão mínima de aperto

Os parafusos de alta resistência devem ser apertados de forma a se obter uma força mínima de protensão adequada a cada diâmetro e tipo de parafuso usado, como indicado na Tabela abaixo, independentemente da ligação ser por atrito ou por contato. O aperto deve ser aplicado pelo método da rotação de porca, da chave calibrada, ou do indicador direto de tração.

Força de protensão mínima em parafusos, dada em KN<sup>(a)</sup>.

Diâmetro do parafuso em polegadas	ASTM	ASTM
	A-325	A-490
1/2 "	53	66
5/8 "	85	106
3/4 "	125	156
7/8 "	173	216
1 "	227	283
1 1/8 "	250	357
1 1/4 "	317	453
1 1/2 "	460	659

(a) Igual a 70 % da resistência mínima à tração especificada para o parafuso =  $0,70 \cdot Ar \cdot Fu$ .

Aperto pelo método da rotação da porca

Quando for usado o método de aperto pela rotação da porca para aplicar a força de protensão mínima especificada na Tabela A, deve haver número suficiente de parafusos na condição de pré-torque, de forma a garantir que as partes estejam em pleno contato. A condição de pré-torque é definida como o aperto obtido após poucos impactos aplicados por uma chave de impacto, ou pelo esforço máximo aplicado por um indivíduo usando uma chave normal. Após esta operação inicial, devem ser colocados parafusos nos furos restantes e tais parafusos também levados à condição de pré-torque. Todos os parafusos da ligação deverão então receber um aperto adicional, através da rotação aplicável da porca, como indicado na Tabela B, devendo esta operação começar na parte mais rígida da ligação e prosseguir em direção às borda livres. Durante essa operação, a parte oposta àquela em que se aplica a rotação não pode girar.

### Aperto com chave calibrada

Quando forem usadas chaves calibradas, elas devem ser reguladas para fornecer uma protensão pelo menos 5% superior à protensão mínima dada na Tabela A. As chaves devem ser calibradas pelo menos uma vez por dia de trabalho, para cada diâmetro de parafuso a instalar. Elas devem ser recalibradas quando forem feitas mudanças significativas no equipamento ou quando for notada uma diferença significativa nas condições de superfície dos parafusos, porcas e arruelas. A calibração deve ser feita através do aperto de três parafusos, porcas e arruelas. A calibração deve ser feita através do aperto de três parafusos típicos de cada diâmetro, retirados do lote de parafusos a serem instalados, em um dispositivo capaz de indicar a tração real no parafuso. Na calibração deve ser verificado que, durante a instalação dos parafusos na estrutura, a calibragem escolhida não produz uma rotação da porca ou da cabeça do parafuso, a partir da posição de pré-torque, superior à indicada na Tabela B. Caso sejam usadas chaves manuais com torquímetro, quando o torque for atingido, as porcas deverão estar em movimento de aperto. Durante a instalação de vários parafusos na mesma ligação, aqueles já apertados previamente devem ser testados com a chave, e reapertados, caso tenham “folgado” durante o aperto dos parafusos subsequentes, até que todos os parafusos atinjam o aperto desejado.

TABELA A – Rotação da porca<sup>(a)</sup> a partir da posição de pré-torque.

Disposição das Faces Externas das Partes Aparafusadas			
Comprimento do parafuso (medido da parte inferior da cabeça à extremidade)	Ambas as faces normais ao eixo do parafuso	Uma das faces normal ao eixo do parafuso e a outra face inclinada não mais que 1:20 (sem arruela biselada)	Ambas as faces inclinadas em relação ao plano normal ao eixo do parafuso não mais que 1:20 (sem arruelas biseladas)
Inferior ou igual a 4 diâmetros	1/3 de volta	1/2 de volta	2/3 de volta
Acima de 4 diâmetros até no máximo 8 diâmetros, inclusive	1/2 de volta	2/3 de volta	5/6 de volta
Acima de 8 diâmetros até no máximo 12 diâmetros (b)	2/3 de volta	5/6 de volta	1 volta

(a) A rotação da porca é considerada em relação ao parafuso, sem levar em conta o elemento que está sendo girado (porca ou parafuso). Para parafusos instalados com 1/2 volta ou menos, a tolerância na rotação é de mais ou menos 30° ; para

parafusos instalados com 2/3 de volta ou mais, a tolerância na rotação é de mais ou menos 45 °.

(b) Nenhuma pesquisa foi feita para estabelecer o procedimento a ser usado para aperto pelo método da rotação da porca, para comprimentos de parafusos superiores a 12 diâmetros. Portanto, a rotação necessária deverá ser determinada por ensaios em um dispositivo que meça a tração, adequado, que simule as condições reais.

Aperto pelo uso de um indicador direto de tração

É permitido apertar parafusos por este método, desde que possa ficar demonstrado, por um método preciso de medida direta, que o parafuso ficou sujeito à força mínima de protensão dada na Tabela A, após o aperto.