

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

SESAB

Secretaria de Saúde do Estado da Bahia

ACADEMIA DA SAÚDE

SÃO SEBASTIÃO DO PASSÉ

PROJETO EXECUTIVO

ESTRUTURA METÁLICA
MEMORIAL DESCRITIVO

JULHO / 2017

CONTROLE

[illegible]

ÍNDICE

A. OBJETIVO.....	4
B. NORMAS TÉCNICAS.....	4
C. DOCUMENTOS DE PROJETO UNIFILAR	4
D. CONDIÇÕES GERAIS.....	5
E. ESCOPO DE FORNECIMENTO.....	5
F. MATERIAIS	5
G. PROJETO DE DETALHAMENTO	6
<i>Documentos que Compõem o Detalhamento</i>	<i>6</i>
H. FABRICAÇÃO	10
I. MONTAGEM	27
J. RESPONSABILIDADE PERANTE AO CREA	30
K. GARANTIA	30
L. ROTEIRO DE INSPEÇÃO DE FABRICAÇÃO	31
<i>Considerações Preliminares.....</i>	<i>31</i>
M. ESQUEMAS DE PROTEÇÃO ANTI-CORROSIVA.....	34

A. OBJETIVO

Este documento estabelece os requisitos mínimos exigidos para o fornecimento de projeto de Detalhamento das Estruturas, materiais, fabricação, pintura, montagem e inspeção das estruturas metálicas para cobertura metálica da Academia de Saúde, e estabelecer os critérios mínimos que devem ser obedecidos na execução da estrutura metálica.

B. NORMAS TÉCNICAS

Esta especificação deve ser complementada pelas disposições de normas e/ou códigos aplicáveis ao assunto, em suas últimas edições, e das Associações relacionadas a seguir:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – (ABNT);
- American Institute of Steel Construction – (AISC);
- American Iron and Steel Institute – (AISI);
- American Society for Testing and Materials – (ASTM);
- American Welding Society – (AWS);
- Structural Steel Painting Council – (SSPC).

C. DOCUMENTOS DE PROJETO UNIFILAR

C.1 São fornecidos os seguintes desenhos de Projeto das construções metálicas e seus complementos:

029_PE_MET_001_ACAD_PASSE_MET

C.2 Quando houver incompatibilidade de informações entre os projetos citados no item C.1 dessa especificação, a CONTRATANTE deve ser informada antecipadamente, a fim de providenciar o devido esclarecimento e a sua correção.

C.3 O Projeto de Estruturas Metálicas foi desenvolvido com o objetivo de definir a configuração básica das estruturas metálicas em atendimento as principais premissas da CONTRATANTE e estimar as quantidades de aço a serem instaladas com base nos cálculos de dimensionamento.

D. CONDIÇÕES GERAIS

- D.1** A CONTRATADA deve visitar o local onde as estruturas serão instaladas, para verificar as condições da área, tais como: interface com estruturas existentes, interferências, dificuldades de montagem, trânsito local, medições de campo, etc.
- D.2** Antes do início dos serviços a CONTRATADA deve efetuar as medições de campo por meios adequados, a fim de confirmar as dimensões do Projeto para assegurar a perfeita fabricação e montagem das estruturas.

E. ESCOPO DE FORNECIMENTO

- Projeto de Detalhamento;
- Definição das Ligações engastadas e articuladas;
- Fabricação;
- Pintura;
- Embalagem, transporte e armazenamento;
- Montagem;
- Fornecimento de todos os materiais de aplicação, tais como chapas de aço, perfis, parafusos, eletrodos, chumbadores, tintas, etc.;
- Fornecimento de todos materiais de consumo e equipamentos para fabricação, pintura, montagem, equipamentos de segurança, EPI's, etc.;
- Fornecimento de toda mão-de-obra necessária para a perfeita execução dos serviços;
- Fornecimento de todos ensaios exigidos pela FISCALIZAÇÃO.

F. MATERIAIS

- Perfis laminados tipo W e HP: aço ASTM A-572 Gr 50;
- Perfis soldados e chapas grossas: aço ASTM A-572 Gr 50;
- Perfis de chapas finas dobradas à frio: ASTM A-36;
- Barras redondas para tirantes, laminados (tipo L, U, I): aço ASTM A-36;
- Chumbadores para fixação em estrutura existente: tipo químico, galvanizados e pintados;
- Parafusos para ligações principais: ASTM A-325 Galvanizados;
- Parafusos para ligações secundárias: ASTM A-394 Galvanizados;
- Soldas: eletrodos AWS E70XX.

G.PROJETO DE DETALHAMENTO

Documentos que Compõem o Detalhamento

- Programação / Controle de desenhos;
- Memorial de cálculo das ligações;
- Lista de perfil soldado;
- Lista de perfil de chapa dobrada;
- Desenhos de montagem;
- Desenhos de fabricação com lista de material;
- Lista de tirantes;
- Lista de chumbadores;
- Lista de parafusos (montagem);
- Resumo de parafusos (compra);
- Resumo de materiais - estrutura metálica;
- Plano de montagem.

Os desenhos devem ser elaborados segundo os critérios da AISC - American Institute of Steel Construction - Detailing.

Os documentos devem ser enviados para aprovação da Contratante em conjuntos que se completam (montagem, fabricação e memorial de cálculo).

Os desenhos de detalhamento devem seguir fielmente as indicações e recomendações do Projeto.

G.1 Alterações de Projeto: As modificações que se fizerem necessárias no projeto, durante os estágios de fabricação ou montagem da estrutura, inclusive substituição de perfis indicados no Projeto, devem ser feitas somente com a permissão da CONTRATANTE, devendo os documentos técnicos pertinentes ser corrigidos coerentemente com as modificações.

G.2 Antes do início do Projeto de Detalhamento, a CONTRATADA deverá estabelecer juntamente com CONTRATANTE, os tipos de ligações a serem utilizadas, principalmente nos casos não especificados do Projeto.

G.3 Caberá ao Projeto de Detalhamento, a verificação da suficiência da seção útil das

peças tracionadas ou fletidas, providenciando os reforços necessários.

- G.4** Todas as conexões deverão ser calculadas e detalhadas a partir das informações contidas nos documentos do Projeto. As conexões de campo deverão ser parafusadas, exceto indicação em contrário no Projeto. As soldas de campo poderão ser utilizadas somente com a autorização da Fiscalização, e se aplicando somente em casos especiais tais como: ligação com estrutura de aço existente, quantidade excessiva de parafusos, razões construtivas, etc. Neste caso, deve ser indicado nos desenhos as recomendações de tipos de superfícies e pinturas de campo.
- G.5** Contra-flecha nas treliças: Exceto se indicado em contrário no Projeto, prever contra-flecha devido à ação de cargas permanentes + 50% da sobrecarga.
- G.6** Furos para drenagem: nos casos onde houver a possibilidade de acúmulo de água, deve ser previsto furos para drenagem.
- G.7** Corrosão galvânica: todas as partes das estruturas de aço a serem conectadas a outros tipo de materiais que possam ocasionar o fenômeno da corrosão galvânica (por exemplo: alumínio) devem ser protegidas por material isolante, tipo fita adesiva a base de neoprene.
- G.8** Seções tubulares: todas as seções tubulares devem ser hermeticamente fechadas. Os gases do processo de soldagem devem ser retirados do seu interior por meios adequados, exceto quando o Projeto indicar ao contrário.
- G.9** Todas as partes que ficarão em perfeito contato deverão ser no mínimo aplainadas. Outros casos especiais tais como aparelhos de apoio, as superfícies devem ser usinadas.
- G.10** Desenhos de montagem: elaborados em formato A1 e compostos basicamente de planta chave, plano de bases (incluindo calços de nivelamento), plantas, elevações, seções, detalhes, e devem conter entre outras, as seguintes informações:
- Notas gerais, incluindo esquemas de pintura para estruturas metálicas, chumbadores, etc.;
 - Distâncias principais das estruturas metálicas;
 - Elevações principais: nível do pátio e/ou piso acabado, face inferior da placa de

base, topo das vigas de plataformas, topo das chapas de piso/grade, ponto de trabalho da cobertura, etc.;

- Detalhes de ligações de campo necessárias;
- Marcação dos conjuntos estruturais que devem ser montados;
- Planta chave e seta norte (para esquerda ou para cima do desenho) em todas as plantas;
- Notas elucidativas dos trabalhos de montagem;
- Indicação dos desenhos de fabricação correspondentes;
- Referências (desenhos de Projeto Executivo);
- Tolerâncias de montagem.

As marcas de montagem devem ser alfanuméricas maiúsculas, “marcas maiúsculas” (por exemplo: viga 38A, coluna 42C, etc.) em traços mais grossos para não confundir com outras indicações do desenho, e o número utilizado correspondente ao n.º do desenho de fabricação onde o conjunto ou subconjunto está detalhado.

Nos desenhos de montagem devem constar somente as marcas das peças avulsas (marcas maiúsculas).

G.11 Desenhos de fabricação: elaborados em formato A1, com lista de material impressa no próprio desenho, e devem conter entre outras, as seguintes informações:

- Detalhamento completo para fabricação, incluindo: figura geométrica, locação e tamanho de todas as furações, identificação de todos os perfis e chapas, acessórios para montagem, etc.;
- Operações especiais de oficina tais como: soldas, usinagem, recortes, chanfros, esmerilhamento, etc.;
- Tipos de materiais: categorias dos aços das estruturas, pisos, tirantes, parafusos, eletrodos, esticadores, etc.;
- Esquemas de pintura e indicação das partes que não devem ser pintadas e protegidas por verniz de fácil remoção;
- Cuidados especiais na fabricação;
- Todas as cotas dos conjuntos ou subconjuntos (afastamentos dos pontos de trabalho, folgas para montagem, etc.);
- Instruções para inspeção à fabricação;
- Marcação dos elementos que compõem um subconjunto (marca maiúscula) receberão marcas de fabricação em alfanumérica minúscula, onde o número utilizado

corresponde ao número do desenho de fabricação onde o elemento foi detalhado;

- Os conjuntos ou subconjuntos receberão marcas alfanuméricas maiúsculas;
- No caso de colunas, o detalhamento deverá indicar a FACE NORTE das mesmas, a fim de facilitar o posicionamento correto na montagem;
- Referências: por exemplo, desenhos de montagens;
- Tolerâncias de fabricação;
- As listas de materiais referentes às estruturas metálicas devem ser feitas no próprio desenho de fabricação e devem indicar para cada conjunto ou subconjunto:
 - Quantidade marca e peso unitário do conjunto ou subconjunto; com a identificação do material;
 - Marca, quantidade, dimensões de um elemento, pesos unitário e total de cada elemento que compõem o conjunto ou subconjunto;
 - Peso total do desenho.
- Considerando que as dimensões no desenho fornecem as indicações necessárias à fabricação ou montagem, desvios moderados de escala podem ser tolerados, desde que as proporções gerais sejam mantidas.

G.12 As listas de parafusos para montagem devem ser apresentadas em formato A4, e devem indicar para cada item:

- Quantidade, tipo, diâmetro e comprimento do parafuso;
- Espessuras a conectar (de cada componente e total);
- Peças a conectar (marcas dos componentes a conectar);
- Quantidade e tipo de arruela.

G.13 A lista resumo de parafusos (para fornecimento à obra), deve ser apresentada em formato A4, e indicar para cada item:

- Quantidades (necessária e a fornecer), tipo, diâmetro, comprimento e rosca máxima do parafuso;
- Quantidade de porca e tipo;
- Quantidade e tipo de arruela;
- Peso total calculado.

G.14 Os conjuntos de parafusos, porcas, contra-porcas e arruelas devem ser fornecidos em excesso, de acordo com o seguinte:

Quantidade necessária	Quantidade adicional
-----------------------	----------------------

1 a 5 conjuntos	2 conjuntos
6 a 10 “	3 “
11 a 15 “	4 “
16 a 20 “	5 “
21 a 50 “	6 “
51 a 100 “	8 “
101 a 200 “	10 “
acima de 201 “	5% do total

G.15 O memorial de cálculo deve justificar as conexões apresentadas nos desenhos (dimensionamento dos parafusos, soldas, efeitos de tensões localizadas, flexão de chapas reforçadores, etc.) bem como a verificação da seção útil das peças. As ligações que precisam ser justificadas no memorial de cálculo são aquelas estabelecidas no Projeto como engastadas, e outras não citadas especificamente, mas consideradas como necessárias de comprovação de cálculo tais como: emendas e conexões especiais.

H. FABRICAÇÃO

H.1 A fabricação deverá ser executada de modo a se obter um produto da melhor qualidade, de acordo com a melhor e a mais moderna técnica, obedecendo às prescrições das normas citadas no item B desta Especificação.

H.2 As estruturas metálicas serão fabricadas de forma programada, obedecendo às prioridades do cronograma de montagem.

H.3 A fabricação será feita conforme as seguintes etapas principais:

- Estocagem de matéria-prima;
- Preparação dos perfis soldados, chapas dobradas e chapas;
- Traçagem (com transferência de códigos para permitir rastreabilidade da qualidade das chapas das mesas e alma dos perfis soldados);
- Cortes;
- Furação;

- Calandragem;
- Soldagem;
- Usinagem;
- Aplainamento;
- Pré-montagem;
- Pintura;
- Embalagem;
- Transporte.

H.4 Todas as matérias-primas e materiais de consumo serão fornecidos pela CONTRATADA e deverão estar em conformidade com o especificado no Projeto Executivo.

H.5 Comprovação da qualidade dos materiais:

- Perfis e chapas: através do certificado de análise química e propriedades mecânicas, fornecido pela usina siderúrgica;
- Barras redondas e parafusos: através do certificado e da estampagem do fabricante;
- Consumíveis de soldagem: através do certificado;
- Conectores tipo pino com cabeça: através do certificado de propriedades mecânicas.

H.6 Desempeno de Material

Antes do seu uso na fabricação, os materiais laminados, perfis soldados, tubos e chapas devem estar desempenados dentro das tolerâncias de fornecimento.

Caso essas tolerâncias não estejam sendo atendidas, é permitido executar trabalho corretivo pelo uso de aquecimento controlado e/ou desempenho mecânico, sujeito as limitações de norma.

A temperatura das áreas aquecidas, medida por métodos aprovados, não deve ser superior a 650°C.

H.7 Corte

O corte executado por meios térmicos deve ser feito, de preferência com equipamentos automáticos. Eventuais entalhes ou de pressões deverão ser inspecionados e analisar se estão dentro de tolerâncias permitidas.

Não é necessário aplainar ou dar acabamento às bordas de chapas cortadas com serra, tesoura ou maçarico, desde que não apresentem fissuras, rebarbas ou entalhes.

H.8 Furação

Quando a espessura do material for inferior ou no máximo igual ao diâmetro nominal do parafuso acrescido de 3 mm, os furos podem ser puncionados.

Para maiores espessuras, os furos podem ser broqueados com seu diâmetro final, podendo também ser subpuncionados ou sub-bronqueados com diâmetro menor e posteriormente usinado até seu diâmetro final. A matriz para todos os furos subpuncionados ou a broca para todos os furos sub-broqueados deve ter no mínimo 3,5 mm a menos que o diâmetro final do furo. O diâmetro do furo não deve ter folga maior que 2 mm em relação ao diâmetro nominal do parafuso.

Não é permitido o uso de maçarico para abertura de furos.

H.9 As soldas serão executadas através de procedimentos de soldagem pré-qualificadas segundo AWS D1.1 item 5, parte A (EPS).

H.10 As soldas serão realizadas por soldadores/operadores de soldagem qualificados segundo AWS D1.1 item 5, parte C (QSD).

H.11 Marcação para montagem: todos os componentes da estrutura metálica serão marcados adequadamente por puncionamento, com a mesma marca do desenho de fabricação.

O puncionamento deverá ser cravado na mesma extremidade da peça, conforme mostrado no desenho de fabricação e destacado através de um retângulo pintado na cor amarelo segurança (na maioria dos casos) ou na cor verde (no caso que a cor de acabamento for amarela).

H.12 Todas as estruturas devem ser pré-montadas na Fábrica, em todo ou em parte, a fim de assegurar a perfeita montagem no campo.

H.13 Limpeza e pintura: as estruturas metálicas deverão ser embarcadas completamente

pintadas, ficando a cargo da montagem, pequenos retoques no campo. O esquema de pintura a ser aplicado é o especificado no item M.

Todas as recomendações aplicáveis ao assunto (da SSPC-Steel Structures Painting Council, Fabricantes de tintas, etc.) devem ser obedecidas.

O FABRICANTE deverá apresentar para a FISCALIZAÇÃO, os certificados de análise da tinta, contendo os resultados de todos os requisitos qualitativos e quantitativos da norma correspondente.

H.14 Embalagem: parafusos, porcas e arruelas serão embalados em caixa de madeira com uma etiqueta de identificação para o despacho.

Devem estar separados por tipo e dimensões, e conter a identificação dos mesmos.

Peças isoladas, de pequenas dimensões devem estar amarrados convenientemente ou embalados em caixas de madeira se necessário.

H.15 Tolerância de Fabricação

As tolerâncias serão divididas em três categorias e aplicadas quando pertinentes:

- Grupo I

Todas as estruturas carregadas dinamicamente, nas quais a resistência à fadiga é decisiva.

- Grupo II

Todas as estruturas carregadas estaticamente ou carregadas indiretamente com cargas dinâmicas.

Ex.: Pisos, coberturas, etc.

As estruturas deste fornecimento enquadram-se no Grupo II.

- Grupo III

Estruturas complementares, como guardas e corrimãos, fechamentos, escadas, etc.

H.16 Tabelas de Tolerâncias

Serão apresentadas as seguintes tabelas de tolerâncias:

- Tabela 1 - Tolerâncias de perfis soldados;
- Tabela 2 - Tolerâncias na furação;
- Tabela 3 - Tolerâncias na inclinação e empeno das conexões;
- Tabela 4 - Tolerâncias nas colunas;
- Tabela 5 - Tolerâncias em tesouras;
- Tabela 6 - Tolerâncias em treliças.

TABELA 1 - Tolerâncias de Perfis Soldados

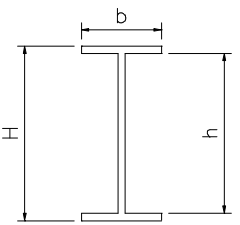
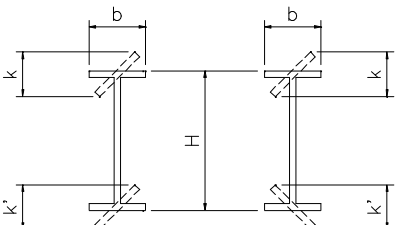
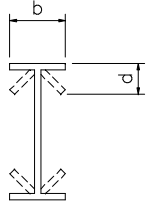
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
ALTURA (h) LARGURA (b)		h	± 3mm	± 4mm	± 5mm
		b	$f \leq \frac{L}{1000} \leq 8$	± 4mm	± 5mm
INCLINAÇÃO DA ABA		$b \leq 200$	$k \text{ e } k' \leq 2\text{mm}$	$k \text{ e } k' \leq 3\text{mm}$	$k \text{ e } k' \leq 3\text{mm}$
		$b > 200$	$k \text{ e } k' \leq \frac{b}{100}$ $k \text{ e } k' \leq 6\text{mm}$	$k \text{ e } k' \leq \frac{b}{100}$ $k \text{ e } k' \leq 8\text{mm}$	$k \text{ e } k' \leq 10\text{mm}$
DEFORMAÇÃO DA MESA		$b < 100$	—	$d \leq \frac{b}{100}$	$d \leq \frac{b}{100}$
		$b \geq 100$	$d \leq 2\text{mm}$	$d \leq 3\text{mm}$	$d \leq 4\text{mm}$

TABELA 1 - (cont.)

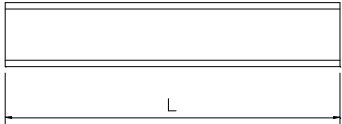
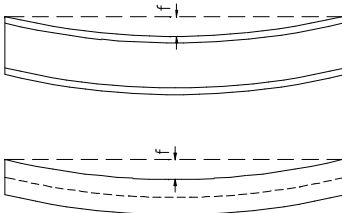
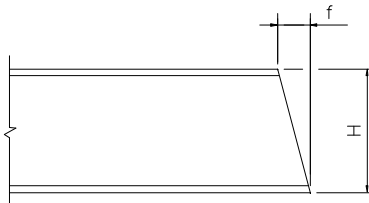
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂME- TRO	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	
COMPRIMENTO		$L \leq 12000$	$\pm 3\text{mm}$	$\pm 3\text{mm}$	$\pm 5\text{mm}$	
EMPENO LONGITUDINAL		$L \leq 12000$	$f \leq \frac{L}{1000} \leq 8$	$f \leq \frac{L}{1000} \leq 10$	$f \leq \frac{L}{1000} \leq 12$	
		$L > 12000$	$f \leq \frac{L}{1000} - 4$	$f \leq \frac{L}{1000} - 2$	$f \leq \frac{L}{750}$	
ESQUADRO DE EXTREMIDADE		COLUNAS $P/H \leq 600$	$-2 \leq f \leq +2$	$-3 \leq f \leq +3$	$-4 \leq f \leq +4$	
		VIGAS P/ $H \leq 1000$				
		COLUNAS $P/H > 600$	$-3 \leq f \leq +3$	$-4 \leq f \leq +4$		
		VIGAS P/ $H > 1000$				

TABELA 1 - (cont.)

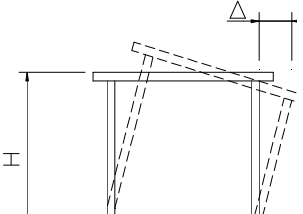
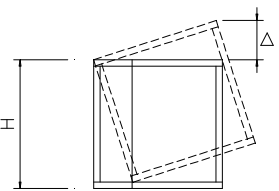
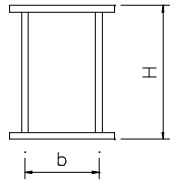
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
PERPENDICULARIDADE		$H \leq 1000$	$\Delta \leq 3$	$\Delta \leq 4$	—
		$1000 \leq H \leq 2000$	$\Delta \leq 4$	$\Delta \leq 5$	—
		$1000 \leq H \leq 3000$	$\Delta \leq 6$	$\Delta \leq 6$	—
		$H > 3000$	$\Delta \leq 0,002H$	$\Delta \leq 0,002H$	—
TORÇÃO DAS VIGAS CAIXÃO		$L \leq 12000$	$\Delta \leq 0,005H$	$\Delta \leq 0,006H$	—
		$L > 12000$	$\Delta \leq 0,0065H$	$\Delta \leq 0,008H$	—
ALTURA E LARGURA		—	$H \pm 3$ $b \pm 3$	$H \pm 3$ $b \pm 3$	—

TABELA 1 - (cont.)

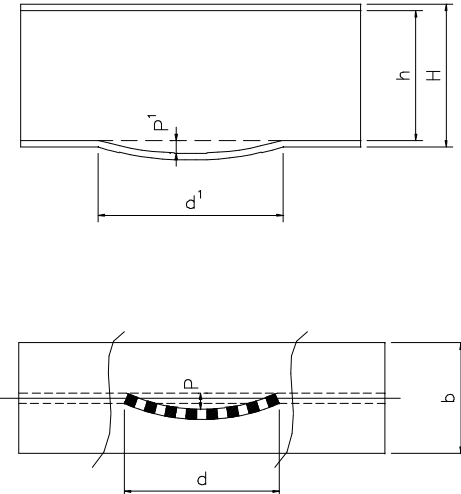
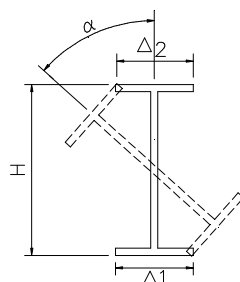
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
ONDULAÇÕES LONGITUDINAIS DA MESA E DA ALMA (PLANICIDADE)		MESA	$d' \leq b$ $P' \leq \frac{d'}{100} \leq 3$	$d' \leq b$ $P' \leq \frac{d'}{100} \leq 4$	$d' \leq b$ $P' \leq \frac{d'}{100} \leq 5$
		ALMA	$p/h \leq 450$ $P \leq 3$ $p/h > 450$ $P \leq \frac{d}{150} \leq 4$	$d < h$ $P \leq \frac{d}{150} \leq 4$	$d < h$ $P \leq \frac{d}{150} \leq 5$
TORÇÃO			$\Delta_1 + \Delta_2 \leq \begin{cases} \frac{L}{1000} \\ \frac{H}{100} \\ 3 \end{cases}$	$\Delta_1 + \Delta_2 \leq \begin{cases} \frac{L}{1000} \\ \frac{H}{75} \\ 5 \end{cases}$	$\Delta_1 + \Delta_2 \leq \begin{cases} \frac{L}{1000} \\ \frac{H}{50} \\ 7 \end{cases}$

TABELA 1 - (cont.)

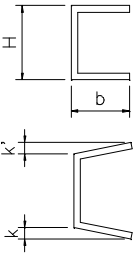
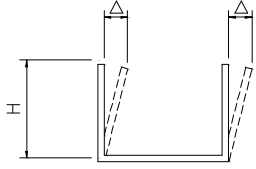
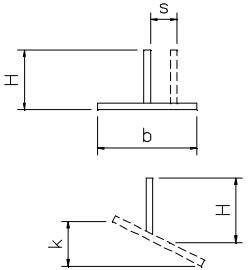
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	GRUPO I	GRUPO II		GRUPO III	
PERFIL "U" SOLDADO		$H \leq 150$	$H \pm 3$ $b \pm 3$	$H \pm 4$ $b \pm 4$		$H \pm 4$ $b \pm 4$ $K+K' = 0,05b$	
		$H \leq 150$	$K+K' = 0,03b$	$K+K' = 0,04b$		$H \pm 5$ $b \pm 5$ $K+K' = 0,04b$	
EMPEÑO LATERAL		—	$\Delta \leq 0,034H$	$\Delta \leq 0,004H$		—	
PERFIL "T" SOLDADO		$H < 100$	$H \pm 3$ $b \pm 3$	$H \pm 4$ $K \leq 0,03b$	$H \pm 3$	$H \pm 5$ $K \leq 0,04b$	$H \pm 4$ $S \pm 4$
		$H \geq 100$	$K \leq 0,02b$ $S \pm 3$	$S \pm 4$	$H \pm 4$		$H \pm 5$ $S \pm 5$

TABELA 1 - (cont.)

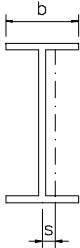
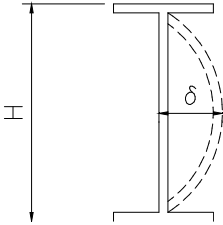
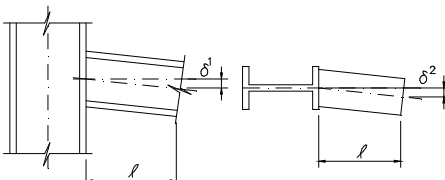
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
EXCENTRICIDADE DA ALMA		$b < 100$	—	$S \leq 1\text{mm}$	$S \leq 2\text{mm}$
		$b \geq 100$	$S \leq 3\text{mm}$	$S \leq 4\text{mm}$	$S \leq 5\text{mm}$
CURVATURA DA ALMA		$H < 750$			$\delta \leq 5\text{mm}$
		$H \geq 750$			$\delta \leq \frac{H}{150}$
DESALMAMENTO		$\frac{\delta_1}{l}$	—	$\frac{1}{300}$ e	$\frac{1}{300}$ e
		$\frac{\delta_2}{l}$		$\delta_1 \text{ e } \delta_2 \leq 3\text{mm}$	$\delta_1 \text{ e } \delta_2 \leq 3\text{mm}$

TABELA 2 - Tolerâncias na Furação

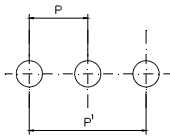
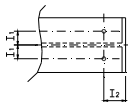
ITEM	DESCRIÇÃO	TOLERÂNCIA
1. ESPAÇAMENTO DOS FUROS		$\pm 2 \text{ mm}$
2. VARIAÇÃO DO ALINHAMENTO DOS FUROS		$\pm 2 \text{ mm}$
3. ESPAÇAMENTO DOS FUROS NOS APOIOS DAS VIGAS		$l_1, l_2 \pm 2 \text{ mm}$

TABELA 3 - Tolerâncias na Inclinação e Empeno das Conexões

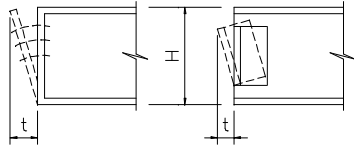
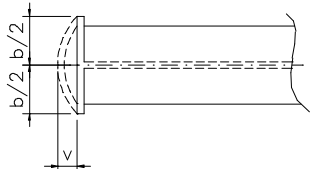
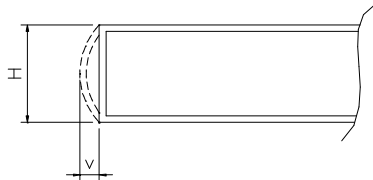
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
INCLINAÇÃO DE CONEXÃO		$H \leq 600$	$t \leq 1$	$t \leq 2$	
		$H > 600$	$t \leq 2$	$t \leq 3$	
EMPENHO DE CONEXÃO		$b \leq 200$		$v < 2$	—
		$b > 200$		$v < 3$	—
		—	$0,002H \leq 2$	$0,003H \leq 2$	—

TABELA 4 - Tolerâncias nas Colunas

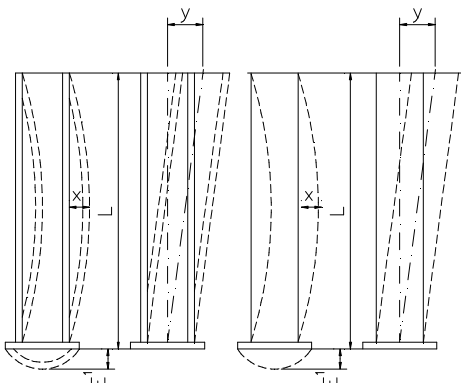
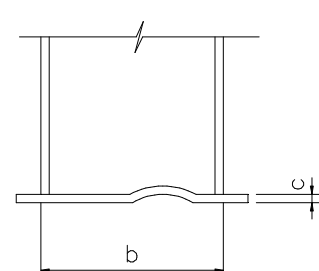
ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂM.	DEFORM.	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
EMPENOS NAS COLUNAS		L > 12m	X	$f \leq \frac{L}{1000} \leq 8$	$f \leq \frac{L}{1000} \leq 10$	$f \leq \frac{L}{750} \leq 12$
			Y	± 3	± 4	± 5
			E ₁	± 3	± 4	± 5
		L < 12m	X	$f \leq \frac{L}{1000} \leq -4$	$f \leq \frac{L}{1000} \leq -2$	$f \leq \frac{L}{750}$
			Y	± 4	± 5	± 6
			E ₁	± 4	± 5	± 6
PLANICIDADE		PLACA DE BASE		C = 4mm/m	c = 5 mm/m	—

FIGURA 1 - Colunas de Edifícios

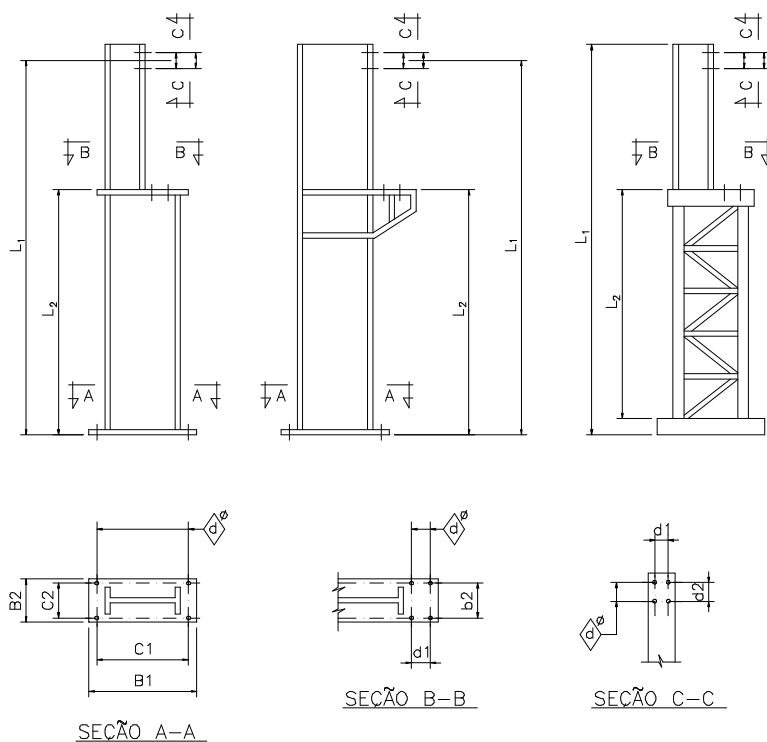


TABELA 4 - Tolerâncias nas Colunas

H	L1	L2	B1	B2	C1 e C2	d1 e d2	D		
							d≤20	20≤d≤50	d>50
H ≤ 12000	±4	±4	±4	±4	±3	±2	+2 0	+3 0	+4 0
H > 12000	±5	±5							

FIGURA 2 – Tesouras

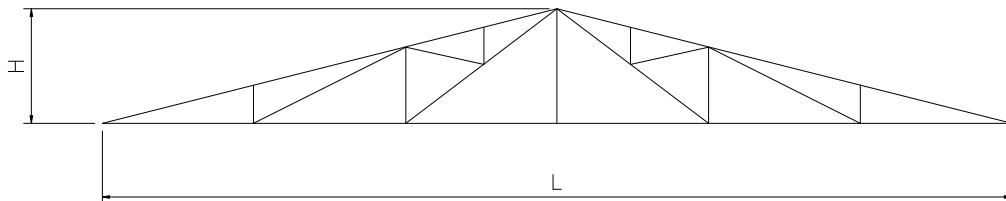
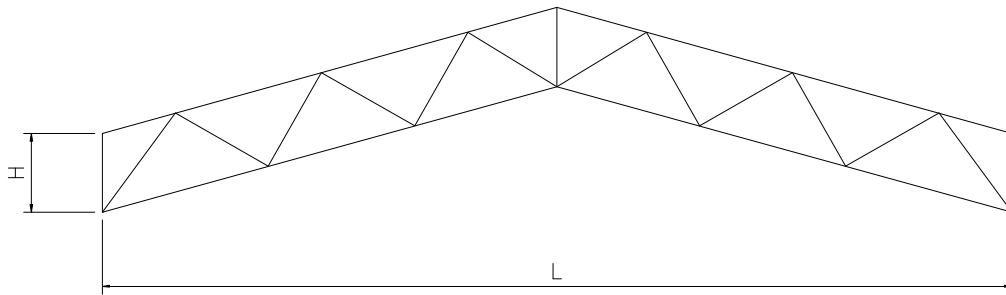
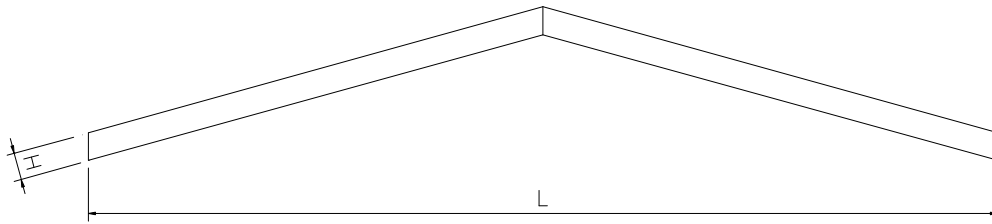
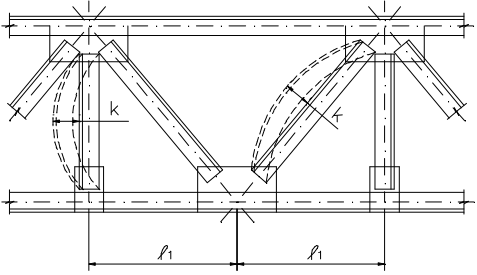


TABELA 5 - Tolerâncias em Tesouras

—	I	II	III
$L \leq 12000$	$L \pm 3$	$L \pm 4$	—
$L > 12000$	$\pm 0,00025L$	$\pm 0,00035L$	—
H	± 3	± 4	—

TABELA 6 - Tolerâncias em Treliças

ITEM	DESCRIÇÃO	PARÂMETRO	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
FORA DE CENTRO		$H \leq 600$	$C \leq \pm 4$	$C \leq \pm 5$	$C \leq \pm 6$
EMPENOS DE DIAGONAIS E MONTANES DISTÂNCIA ENTRE CHAPAS DE LIGACLÃO		$K \leq$	$0,001L \leq 10$	$0,0015L \leq 12$	$0,0015L \leq 15$
		l_1	± 3	± 4	± 5

H.17 Inspeção e Diligenciamento

- As inspeções e diligenciamento das diferentes etapas de fabricação dos componentes das estruturas metálicas serão executadas pela FISCALIZAÇÃO, que deverá ter livre acesso às instalações na Fábrica;
- O FABRICANTE deverá fornecer à FISCALIZAÇÃO, os documentos que comprovem a qualidade dos materiais e mão de obra empregada, e ensaios realizados, nas diferentes etapas da fabricação, entre outros:
 - Certificados de usina das chapas de aço e perfis;
 - Certificados dos parafusos de alta resistência;
 - Certificados dos consumíveis de soldagem;
 - Certificados dos conectores;
 - Certificados de outros materiais utilizados na fabricação;

- Relatórios de ensaios não destrutivos;
 - Listagem de soldadores/operadores de soldagem qualificados;
 - Procedimentos de soldagem pré-qualificados.
- A FISCALIZAÇÃO inspecionará visual e/ou dimensional todas as etapas da fabricação: matéria-prima, cortes, furações, soldagem, pré-montagem, pintura, embalagem, transporte, etc.;
- A FISCALIZAÇÃO poderá rejeitar:
- Materiais que não atendam às especificações correspondentes;
 - Materiais que apresentem sinais de já terem sido utilizados, mesmo que provisoriamente;
 - Materiais que apresentem desvios dimensionais acima das tolerâncias indicadas nos Catálogos das Usinas Siderúrgicas;
 - Materiais com erros de fabricação tais como medidas, furações, soldas, pinturas, etc.;
 - Outros não citados especificamente, mas constantes no Projeto ou no Detalhamento ou nas Normas citadas anteriormente e aplicáveis.
 - Peças que não atendam as tolerâncias definidas nesta especificação.

I. MONTAGEM

- I.1** A montagem das estruturas metálicas deverá se processar de acordo com as indicações contidas no Projeto de Detalhamento e as premissas estabelecidas pela FISCALIZAÇÃO.
- I.2** Antes no início dos serviços, a contratada deverá apresentar para aprovação da FISCALIZAÇÃO, um plano de montagem completo e detalhado de todas as construções metálicas, incluindo o planejamento detalhado.
- I.3** As recomendações contidas nas normas ABNT NBR-8800 , AWS e AISC devem ser obedecidas.
- I.4** A montagem das estruturas será realizada de forma programada, obedecendo à ordem estipulada no cronograma de montagem da obra.

- I.5** As tolerâncias de montagem são as estabelecidas nas normas citadas no item B desta Especificação.
- I.6** O manuseio das partes estruturais durante a montagem deverá ser cuidadoso, de modo a se evitar danos nessas partes; as avarias deverão ser reparadas ou substituídas, de acordo com as exigências da FISCALIZAÇÃO.
- I.7** Os serviços de montagem deverão obedecer rigorosamente às medidas angulares e lineares alinhamentos, prumos e nivelamentos, contidos nas normas citadas anteriormente, ou especificados no Projeto ou Detalhamento.
- I.8** Os ganchos de içamento fixados às peças de estruturas metálicas devem ser retirados após a montagem.
- I.9** Os reparos de pintura na estrutura, parafusos e chumbadores, devem ser executados no campo com o mesmo esquema de proteção anti-corrosiva aplicado na Fábrica.
- I.10** Todos os parafusos de alta resistência ASTM A-325, devem ser apertados e torquados por meio de chave calibrada, pelo método do giro da porca, e segundo as prescrições da norma ABNT NBR-8800, complementada pela AISC ("Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts").
- I.11** Os parafusos comuns ASTM A-394 e as conexões de barras redondas rosqueadas, devem ser apertados com chave manual empregando-se o esforço manual máximo que se possa obter, até que não haja mais a rotação da porca.
- I.12** As peças estruturais que trabalharão tracionadas (diagonais de contraventamentos, tirantes, correntes, etc.) deverão ser montadas pré-tensionadas, conforme orientação do Projeto Executivo ou do Detalhamento.
- I.13** Não se permitirá o uso de soldas de campo, exceto onde indicado no Projeto Executivo ou quando aprovado pela FISCALIZAÇÃO.
- I.14** A execução e inspeção das soldas serão conforme a pela AWS D1.1 .
- I.15** Inspeção

- A FISCALIZAÇÃO deverá ter livre acesso ao Canteiro de Obra;
- Caberá à fiscalização observar a conduta da CONTRATADA de acordo com o disposto em contrato, projeto e detalhamento;
- O recebimento da estrutura metálica já montada deverá ser objeto de termo de aceitação, que deverá conter necessariamente a assinatura do representante oficial da FISCALIZAÇÃO;
- Além das atribuições pertinentes à função, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir:
 - Atestados de regulagem de torque em chaves calibradas para aperto de parafusos ASTM A-325;
 - Atestados de qualificação de soldadores de acordo com a AWS;
 - Ensaios magnéticos, radiografias, ultra-sonografias ou provas destrutivas em conexões soldadas;
 - Comprovação da suficiência de aperto em parafusos ASTM A-325;
 - Levantamentos topográficos;
 - E outros necessários. Obs.: os ensaios acima e levantamentos serão de responsabilidade da CONTRATADA.

I.16 A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todos e quaisquer contraventamentos, escoramentos, etc., que sejam necessários para colocar a estrutura em esquadro e torná-la estável durante a montagem. Estes elementos deverão ser retirados ao final dos serviços.

I.17 Deverão ser tomadas todas as precauções para proteger as construções existentes e outras partes da obra que possam estar sujeitas a danos durante os serviços de montagem.

I.18 Será permitida apenas ligeira chamada nas peças da estrutura para trazê-las à posição de montagem. Não serão permitidas chamadas para acomodar peças com furos defeituosos ou não alinhadas.

I.19 Não serão permitidas alargamentos de furos para facilitar a montagem.

I.20 Após a conclusão da montagem da estrutura, esta deverá ser vistoriada pela FISCALIZAÇÃO, para fins de liberação da mesma. Somente após esta liberação deverão ser iniciados os serviços de grouteamento.

I.21 O grouteamento para apoios das vigas e/ou aparelhos de apoio deverá ser perfeitamente nivelado e alinhado antes da montagem da estrutura.

I.22 Material de Grouteamento

Isento de cloretos, base cimento, alta resistência, grande fluidez, alta resistência inicial, sem retração, alta aderência, impermeável à água e óleo, e isento de substâncias corrosivas. Resistência à compressão com 24 h de cura: 20 MPa e resistência à compressão com 28 dias de cura: 50 MPa.

I.23 Os serviços de montagem só deverão ser iniciados após verificação da locação de todos os eixos da estrutura, elevações de todas as superfícies acabadas, locação e alinhamento dos chumbadores e insertos. Estas verificações são consideradas parte do escopo da CONTRATADA, e deverão ser executadas com todo o rigor, utilizando-se instrumentos de medição apropriados.

I.24 Ao final da obra, a CONTRATADA deverá enviar os desenhos de detalhamento “conforme construído”.

J. RESPONSABILIDADE PERANTE AO CREA

A CONTRATADA deverá apresentar a A.R.T. (Anotação de Responsabilidade Técnica) devidamente preenchida, assinada pelos responsáveis técnicos e recolhida junto ao CREA.

K. GARANTIA

K.1 A CONTRATADA deverá assegurar a qualidade do fornecimento, assumido a responsabilidade técnica e civil pelo período estipulado no código civil e termos contratuais.

K.2 Durante o PERÍODO DE GARANTIA, a CONTRATADA deverá reparar, ou substituir todo material que apresente deficiências, mesmo que tenha sido aceito e pago, não acarretando em qualquer ônus para a Contratante.

L. ROTEIRO DE INSPEÇÃO DE FABRICAÇÃO

Considerações Preliminares

Os itens indicados nesta especificação devem ser considerados como básicos. Durante a fabricação, outros controles poderão ser efetuados para assegurar a qualidade da estrutura metálica.

A inspeção será conduzida com base nesta especificação, códigos e normas especificados nos documentos de compra. Na falta destes, serão utilizados os vigentes e aplicáveis na época da realização da inspeção.

É dever da CONTRATADA transmitir a seus sub-fornecedores os requerimentos deste roteiro, pois os mesmos estarão sujeitos à inspeção pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá facilitar as atividades do inspetor fornecendo-lhe as informações técnicas necessárias (desenhos, especificações de projeto, certificados, fichas de controle, etc.).

A expedição de qualquer componente da estrutura metálica estará condicionada à emissão de documento de liberação pela FISCALIZAÇÃO. Este documento será exigido para aceitação da carga expedida.

L.1 Fases de Inspeção

- Antes do início da fabricação: a fiscalização identificará a matéria-prima, qualificará a mão-de-obra e processos a serem empregados;
- Durante da fabricação: a fiscalização inspecionará a fabricação da estrutura quanto à mão-de-obra, métodos de fabricação, controle e testes intermediários.
- Expedição: a fiscalização inspecionará os volumes a serem embarcados quanto à sua adequação.

L.2 Atividades de Inspeção

- Antes do início da fabricação
 - Inspeção e identificação da matéria-prima a ser empregada na fabricação, em confronto com os certificados;
 - Análise dos processos de solda e soldadores com base no código de construção. Na ausência dos mesmos proceder à qualificação;

- Inspeção dimensional dos gabaritos quando utilizados na fabricação.

- Durante a fabricação
 - Verificar que os materiais utilizados são os previstos pelo projeto;
 - Verificar a preparação para solda;
 - Verificar que os eletrodos, arames e fluxos, são os adequados e previamente qualificados;
 - Verificar a adequação dos métodos de corte, usinagem, soldagem e de correção de deformações que estão sendo utilizados;
 - Verificar a necessidade de pré-montagem na oficina;
 - Verificar que os gabaritos utilizados ainda são adequados;
 - Verificar dimensional conforme desenhos aprovados;
 - Verificação do acabamento da solda;
 - Acompanhamento e liberação dos ensaios não destrutivos (item L.3);
 - Verificação das marcações (por puncionamento) das peças, de maneira a facilitar a montagem;
 - Verificação da limpeza e preparação da superfície para pintura;
 - Verificação da pintura (tipo de tinta, espessura, aderência).

- Após a fabricação
 - Liberar conjuntos completos e na seqüência lógica para montagem;
 - Liberar a estrutura com os respectivos elementos de fixação;
 - Verificar a preparação dos romaneiros;
 - Verificar os comprovantes de balança indicando o peso de cada embarque;
 - Verificação da adequação do tipo de transporte quanto a segurança e estabilidade dimensional das peças;
 - Acompanhamento e liberação dos ensaios não destrutivos as fases de montagem.

L.3 Ensaios não Destrutivos

Tipos de ensaios: Raio X / Ultra-Som / Líquido Penetrante

ITEM	CLASSIFICAÇÃO DAS INSPECÇÕES E TESTES	DESCRIÇÃO			REFERÊNCIA	
1	Inspeção visual e dimensional dos cordões de solda	Verificação quanto a presença de poros, mordeduras, trincas, concavidades e convexidade excessiva, etc.			AWS D1.1	
2	Inspeção do corte autógeno	Verificação do acabamento da superfície gerada pelo corte			AWS D1.1	
3	Ensaaios destrutivos não em cordões de solda (Oficina)	Localização do cordão	Extensão do teste	Teste	Execução	Aceitação
		Solda Filete	25%	Líquido pene-trante	ASTM E-165	AWS D1.1
		Solda de Penetração total para emenda de Chapas	25%	Ultra-som	AWS D1.1	AWS D1.1
		Emendas Longitudinais não previstas	100%	Ultra-som	AWS D1.1	AWS D1.1
		Cruzamento de solda	1 Filme 400 mm	Radio-grafia	AWS D1.1	AWS D1.1
4	Soldas e Cortes de Campo	Inspeção Visual e Dimensional dos cordões de solda			AWS D1.1	
		Corte Autógeno - Verificação da superfície gerada pelo corte			AWS D1.1	
		Localização do cordão	Extensão do teste	este	Execução	Aceitação
		Solda Filete Ligação Transversinas nas Longarinas	25%	Ultra-som	AWS D1.1	AWS D1.1
		Solda Filete onde não foi ultrasonado	25%	Líquido Pene-trante	AWS D1.1	AWS D1.1
		Solda de penetração total para emendas de chapas	100%	Ultra-som	AWS D1.1	AWS D1.1

- Todas as soldas não previstas serão ensaiadas com 100% de ultra-som ou raio x quando a Fiscalização assim o decidir.

- Aceitação e Reparos:

Caso sejam detectados defeitos inaceitáveis segundo os respectivos critérios de aceitação, o seguinte procedimento deverá ser adotado:

- Recuperar a região defeituosa e reensaia-la;
- Estender o teste a um novo trecho do cordão, dobrando o comprimento ensaiado anteriormente, até certificar-se que o cordão não possui defeitos inaceitáveis.

L.4 Aceitação e Rejeição

- Até a aceitação final das peças pela CONTRATANTE, individualmente ou em lotes, a CONTRATADA é a responsável pela conservação das mesmas e deve tomar todas as precauções cabíveis e indispensáveis contra possíveis danos.
- Os materiais serão considerados aceitos pela CONTRATANTE quando todas as exigências desta Norma forem cumpridas pela CONTRATADA.
- Esta aceitação não exime a CONTRATADA de responsabilidade pela qualidade dos materiais e serviços executados, pelo período previsto na legislação em vigor.
- A CONTRATADA deve arcar com todas as consequências decorrentes da rejeição da CONTRATANTE, devendo substituir ou reparar, se aprovado pela CONTRATANTE, as peças rejeitadas, às suas expensas.

M.ESQUEMAS DE PROTEÇÃO ANTI-CORROSIVA

- M.1** Todos os parafusos, arruelas, porcas e chumbadores devem ser galvanizados por imersão à quente, de acordo com as normas ASTM A-153 classe C e ABNT NBR-6323, e testadas conforme as normas ABNT NBR-7397, 7398, 7399 e 7400, complementadas pelas ASTM A-123 e A-143. As partes roscadas devem sofrer um repasse de maneira a permitir o giro da porca.
- M.2** As partes aparentes devem ser pintadas no campo, na mesma cor da estrutura metálica.
- M.3** As estruturas metálicas serão pintadas conforme o esquema a seguir:
- Preparo de Superfície – jato ao metal branco – padrão Sa 2 ½
 - 01 demão de tinta Dupla Função Epóxi Poliamida de Alta Espessura (N-2628) com espessura de película seca de 120µM.
 - Para padrão de cor de acabamento ver projeto de arquitetura.
- M.4** Regiões úmidas: as regiões das vigas próximas do apoio (num raio de 1.50m do apoio) em concreto e nas colunas (a 1.0m do piso) devem ser protegidas conforme o esquema a seguir:

- Preparo da superfície: jateamento ao metal branco Sa 2 ½
- 2(duas) demãos de epóxi alcatrão de hulha, esp. 200 micras cada; espessura total da película seca de 400 micra.

M.5 Superfícies que não devem ser pintadas: As superfícies abaixo relacionadas devem ser limpas por jateamento ao metal branco Sa 2 ½ e não devem receber pintura:

- Partes em contato de ligações parafusadas por parafusos de alta resistência em ligações por atrito;
- Regiões de juntas de soldas de campo, num raio de no mínimo 75 mm;
- Partes a receberem adesivo para colagem de elementos arquitetônicos tais como degraus e patamares de escada.
- Conectores soldados nas vigas, para funcionarem como seção composta.