



Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Centro de Tecnologia (CT)
Escritório Modelo de Engenharia



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

**EXECUÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL DOS TELHADOS
MODELO DO COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL (CTISM) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM)**

Município de Santa Maria – Rio Grande do Sul

Elaborado por

ESCRITÓRIO MODELO DE ENGENHARIA - UFSM

Santa Maria, maio de 2024.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1. GENERALIDADES

1.1. Finalidade

A presente Especificação Técnica visa estabelecer as condições para execução da **Estrutura Metálica dos pórticos de sustentação dos telhados modelo do CTISM e suas fundações em concreto armado** e atividades correlacionadas à sua construção, na Universidade Federal de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, com área total de 97,5 m².

Serão executados três pórticos, dois deles para sustentar telhas do tipo metálica e/ou fibrocimento e um para a sustentação de telhas cerâmicas. As fundações e estrutura principal dos três pórticos é igual. Eles diferem apenas na trama de sustentação das telhas cerâmicas.

1.2. Definições

CONTRATANTE: Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

FISCALIZAÇÃO: Pessoa e/ou organização indicada pela CONTRATANTE para inspecionar o fornecimento, conferir a matéria prima, o produto acabado, o processo de fabricação, acompanhar o curso da fabricação e da montagem, bem como verificação dos desenhos do Projeto Estrutural e Especificação Técnica, no sentido de verificar o atendimento ao especificado nos documentos do projeto.

CONTRATADA: Empresa encarregada do fornecimento, fabricação e montagem das estruturas de aço e seus acessórios, bem como encarregada pela execução global da obra, incluindo as fundações, os elementos estruturais em concreto armado e o processo químico de galvanização a quente das estruturas em aço, mantendo contrato de execução da obra com a CONTRATANTE.

PROJETISTA: Órgão responsável pela elaboração do Projeto Estrutural e Especificações Técnicas, representado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), através do Projeto de Extensão Universitária nº 055757 – Escritório Modelo de Engenharia.

1.4. Projeto Estrutural e Legislação

Como premissas de projeto, as estruturas metálicas e de concreto foram projetadas considerando uma Vida Útil de Projeto (VUP) para o Sistema Estrutural de, no mínimo, 50 anos e para o Sistema de Pintura de, no mínimo, 08 anos, tendo por base a ABNT NBR 15575-1, já que não existe uma norma técnica específica para edificações públicas. Considerou-se a realização de inspeções e manutenções rotineiras ou preventivas em intervalos de tempo não superiores à 02 (dois) anos e de inspeções e manutenções corretivas sempre que se constatar alguma inconformidade técnica que possa vir a prejudicar as características e perfeito funcionamento dos sistemas. As inspeções e manutenções periódicas rotineiras, preventivas ou corretivas, devem seguir as recomendações da ABNT NBR 5674 e da ABNT NBR 14037, para que todos os elementos e componentes dos sistemas possam conservar suas características e seu perfeito funcionamento durante a VUP.

Os pórticos foram projetados em estrutura de aço, do tipo ASTM A36, com parafusos do tipo ASTM A325, soldas do tipo filete com eletrodos E70XX. Os elementos em aço, por estarem expostos à intempéries, foram considerados submetidos a um processo químico de galvanização a quente, para fins de proteção passiva contra corrosão atmosférica.



As fundações foram projetadas em estacas escavadas, tipo broca, moldadas *in loco*, com resistência característica à compressão de 25 MPa, circulares de 25 cm de diâmetro, de escavação com maquineta manual, e sobre as mesmas blocos de coroamento em concreto moldado *in loco*, com resistência característica à compressão de 25 MPa, armados com aços CA-50 e CA-60, do tipo vergalhão.

A ligação dos blocos de coroamento com a estrutura metálica se dá por meio de chumbadores (insertos) e placas de base, ambos produzidos em aço ASTM A36 e também galvanizados à quente.

O projeto estrutural foi desenvolvido atendendo as seguintes normas técnicas e legislações:

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, ABNT, 2023.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6120. Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, ABNT, 2019.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6122. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, ABNT, 2022.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6123. Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, ABNT, 2023.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 8800. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, ABNT, 2008.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 14762. Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6323. Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2016.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 14432. Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações. Rio de Janeiro, ABNT, 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 14323 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios em Situação de Incêndio. Rio de Janeiro, ABNT, 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15575-1 – Edificações Habitacionais: Desempenho. Rio de Janeiro, ABNT, 2021.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5674 - Manutenção de edificações: Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, ABNT, 2012.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 14037 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações: Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, ABNT, 2011 (Versão Corrigida: 2014).

2. ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

Para execução do projeto dos Telhados Modelo do CTISM da UFSM, serão necessárias as seguintes etapas construtivas:

1. Serviços Preliminares e Técnicos



2. Movimento de Terra e Fundações
3. Fabricação da Estrutura Metálica
4. Galvanização da Estrutura Metálica
5. Montagem da Estrutura Metálica
6. Embalagem e Transporte
7. Serviços Finais

Nos itens a seguir, são discriminadas cada uma destas etapas da obra, a serem realizadas pela CONTRATADA:

2.1. Serviços Preliminares e Técnicos

2.1.1. Taxas e Serviços

Deverá ser realizado pela CONTRATADA o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil (PCMAT) ou Programa de Gerenciamento de Riscos (PPRA), antes do início da obra, dependendo da quantidade de trabalhadores no canteiro de obras.

Deverá ser emitido pela CONTRATADA a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) junto ao CREA-RS, relativa à execução da obra, e solicitado à Prefeitura Municipal de Santa Maria o Alvará de Construção dos Telhados Modelo do CTISM.

2.1.2. Instalações Provisórias e Canteiro de Obras

Placas de Obra

Deverão ser fornecidas pela CONTRATADA Placas de Obra, conforme manual visual de placas de obras do Governo Federal do Brasil, construídas com chapas metálicas galvanizadas nº 20, adesivadas, e estrutura metálica composta por tubos de metalon de seção 20 x 50 mm e espessura 1,5 mm. Receberão uma demão de fundo anticorrosivo e no mínimo três demãos de tinta esmalte sintético nas cores definidas pela fiscalização. Os adesivos deverão ser de alta resistência. O tamanho de cada placa será 200 x 100 cm. As placas serão colocadas em locais visíveis e sustentadas por estrutura de madeira.

Instalações Provisórias de Água, Esgoto e Energia Elétrica

Deverá ser providenciado pela CONTRATADA as instalações provisórias de água, esgoto e energia elétrica, podendo ser utilizadas as redes locais com os devidos cuidados não só quanto a utilização, mas também quanto aos possíveis danos causados pela construção.

Instalações da Obra

Em local previamente estudado e escolhido com layouts submetidos à FISCALIZAÇÃO para análise, serão construídas as instalações necessárias ao atendimento geral da obra, atendendo as recomendações da Norma Regulamentadora NR-18¹ do M.T.E, tais como escritório, depósito, ferramentaria, refeitório, sanitários (com chuveiros, bacias sanitárias, mictórios e lavatórios e etc.), vestiários, central de armadura e central de formas. O esgoto oriundo dos sanitários deverá ser tratado em fossa séptica e filtro, e após encaminhado para sumidouro ou rede coletora de esgoto. Especial atenção deve ser tomada quanto a locação das instalações sanitárias da obra, evitando contaminação

¹ Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção. Norma Reguladora Nº 18 (NR-18), 2020.

do lençol freático ou do curso d'água. As instalações elétricas deverão atender as exigências da ABNT NBR 5410:2008² e Norma Regulamentadora NR-10³.

Tapume

Durante a execução da obra deverá ser fornecido e instalado pela CONTRATADA tapume em telha metálica TP40 tipo trapezoidal, de altura 2,20 m e espessura 0,43 mm, em todo o perímetro do canteiro de obras, garantindo total segurança no controle de acesso. Os portões, portas e alçapões para descarga de materiais deverão ser executados com as mesmas chapas, devidamente estruturadas.

2.1.3. Administração da Obra

A execução da obra deverá ser acompanhada por responsável com formação em engenharia civil, em regime parcial, que será o responsável técnico pela execução da obra, comprovada pela emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

A CONTRATADA deverá providenciar um Diário de Obras, onde será sua incumbência registrar diariamente as principais ocorrências que caracterizam o andamento das obras, devendo o responsável técnico assiná-lo, obrigatoriamente, em cada uma de suas visitas à obra. O Diário de obras deve estar disponível no canteiro de obras para conferência por parte da FISCALIZAÇÃO sempre que solicitado.

A execução dos serviços no canteiro de obras deverá ser gerenciada por um mestre de obras, em regime integral, com o registro de função obrigatório na Carteira de Trabalho e Previdência Social (CTPS).

O canteiro de obras deverá dispor de um técnico de segurança do trabalho, em regime parcial, com a finalidade de identificar, avaliar e controlar/orientar as situações de risco presentes nas atividades dos trabalhadores, materializada através do PCMAT ou PPRA, com o registro de função obrigatório na Carteira de Trabalho e Previdência Social (CTPS).

2.2. Locação da Obra

A locação da obra deverá ser realizada através de gabarito em tábuas corridas, pontaleadas a cada 2,00 m, sendo de inteira responsabilidade da CONTRATADA, devendo a mesma seguir rigorosamente os alinhamentos e níveis detalhados nos projetos executivos.

2.3 Movimento de Terra e Fundações

2.3.1. Movimento de Terra

Nas regiões das fundações da obra deverá ser realizada a limpeza, com retirada do solo e matéria orgânica e escavação até a cota determinada no projeto estrutural. O início dos trabalhos ocorrerá após o local estar limpo, livre de entulho e solo. O material retirado deverá ser transportado pela CONTRATADA para um local indicado pela FISCALIZAÇÃO.

² Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5410. Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, ABNT, 2008.

³ Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Norma Reguladora N° 10 (NR-10), 2019.

2.3.2. Estacas e Blocos de Fundação

As estacas de fundação serão do tipo moldadas *in loco* de concreto, de seção circular, escavadas com maquina manual no solo do local.

As estacas terão diâmetro de 25 cm, em concreto usinado lançado de resistência característica à compressão, f_{ck} , de 25 MPa, preparado, lançado e adensado mecanicamente. No projeto estrutural encontram-se detalhadas as armaduras das estacas e, também, as armaduras de ligação das estacas com os blocos de coroamento para solidarização.

Sobre as estacas serão executados blocos de coroamento moldados *in loco* em concreto usinado lançado. Os blocos de fundação serão executados de acordo com o projeto estrutural e seguindo os dispositivos constantes da ABNT NBR 6118:2023⁴ e ABNT NBR 6122:2022⁵, no que tange aos materiais, execução, controle e aceitação da estrutura.

Na base de cada pilar de aço será executada uma estaca e um bloco de fundação. Totalizando assim 18 blocos e 18 estacas. O f_{ck} do concreto utilizado nos blocos será de 25 MPa, preparado, lançado e adensado mecanicamente. A relação água/aglomerante do concreto e o cobrimento das armaduras deverão estar de acordo com as recomendações da ABNT NBR 6118:2023, conforme projeto estrutural. As dimensões e posicionamento das armaduras estão indicadas no projeto estrutural, sendo as formas de madeira.

A locação dos blocos, bem como o seu detalhamento e das estacas encontram-se no projeto estrutural.

As estacas devem ser arrasadas, conforme cota indicada no projeto estrutural. O fundo da escavação do bloco deve ser recoberto com uma camada de concreto magro, conforme espessura definida no projeto estrutural (~ 5 cm). A camada de concreto magro deve ser nivelada na cota de fundo de bloco, com dimensão de 40 a 60 cm maior que as dimensões do bloco em planta, de maneira que que elementos de fixação das formas possam ser adequadamente instalados.

As fôrmas devem ser executadas em madeira serrada e não poderão apresentar deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças a serem moldadas. As fôrmas deverão ser projetadas de modo a suportar o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto e de modo que o concreto acabado não seja danificado quando da sua remoção. As fôrmas deverão ter as dimensões do projeto, estar de acordo com alinhamento e cotas e apresentar uma superfície lisa e uniforme. As dimensões, o nivelamento e a verticalidade das fôrmas deverão ser verificados cuidadosamente antes da colocação das armações. As juntas das fôrmas deverão ser obrigatoriamente vedadas, para evitar perda de argamassa do concreto ou da água. Antes da concretagem, as fôrmas deverão ser abundantemente molhadas. A retirada das fôrmas e elementos de fixação só poderá ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir as cargas a que estará submetido nessa idade, em condições tais que não ocorram fissuração e deformação excessiva. A retirada das formas e elementos de fixação deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

2.3.3. Controle de Qualidade dos Materiais (Vergalhão e Concreto)

A CONTRATADA deverá fornecer à FISCALIZAÇÃO cópias de certificados de ensaios físicos e químicos do aço, realizados em amostras representativas de cada lote, para que constate que o

⁴ Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2023.

⁵ Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6122. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, ABNT, 2022.

material utilizado na confecção das estacas e blocos de coroamento está de acordo com o estabelecido no projeto estrutural.

A CONTRATADA deverá também fornecer à FISCALIZAÇÃO cópias dos certificados de ensaios mecânicos de resistência à compressão do concreto, conforme norma vigente, realizados em amostras representativas de cada lote para que seja constatado que o material utilizado na confecção das estacas e blocos de coroamento está de acordo com o estabelecido no projeto estrutural.

2.4 Calçada

Deverá ser executada uma calçada em concreto armado sob cada um dos pórticos. Cada uma das calçadas terá dimensão de 5 x 6,5 m, com espessura de 10cm. Executada em concreto de resistência à compressão (f_{ck}) de 25 MPa, armada com malha de aço eletrosoldada, quadrada, com diâmetro de 4,2mm, espaçados a cada 10cm, nas duas direções. O acabamento deverá ser reguado, levemente rugoso para evitar quedas. Deverá ser executado um caimento com sentido para fora para escoamento da água da chuva.

3. FABRICAÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA

Os desenhos do projeto estrutural encontram-se em anexo a este documento.

3.1. Descrição da Estrutura

As escadas e as passarelas foram projetadas em estrutura de aço, do tipo ASTM A36, com parafusos do tipo ASTM A325. As soldas são do tipo filete com eletrodos E70XX.

A estrutura metálica será em perfis de chapa dobrada (formados a frio) com as dimensões e formatos conforme indicados no projeto estrutural.

O piso das passarelas e escada será com chapa expandida, padrão GME-3.

Todos os elementos da estrutura e suas fixações, inclusive chumbadores devem ser galvanizados a quente, devendo ser respeitados os procedimentos executivos e de fabricação previstos na NBR 6323:2016. As peças galvanizadas a quente devem possuir espessura mínima de galvanização de 60 μm (com deposição média de 400 g/m^2).

3.2. Escopo de Fornecimento

A CONTRATADA deverá fornecer, fabricar e montar todos os elementos estruturais constantes nos desenhos do projeto estrutural. Cabendo também a execução da galvanização a dos elementos estruturais e de fixação.

Estão incluídos no fornecimento todos os elementos que, embora não indicados nos desenhos de projeto, são necessários para a montagem das estruturas, tais como: parafusos, porcas, arruelas, chapas de ligação, etc.

A CONTRATADA deverá também fornecer todas as ferramentas, máquinas e materiais necessários para a adequada execução dos serviços de montagem das respectivas estruturas.

Todos os materiais deverão ser novos, de primeira qualidade e possuir certificados de qualidade e procedência. Na falta desses certificados a CONTRATANTE poderá exigir realização de ensaios para a determinação das características mecânicas do material. Os ensaios serão feitos por empresas ou instituições especializadas, de acordo com as normas ASTM e ABNT, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE.

3.3. Disposições Gerais

A CONTRATADA deverá fornecer à FISCALIZAÇÃO cópias de certificados de ensaios físicos e químicos do aço, realizados em amostras representativas de cada lote, para que constate que o material utilizado está de acordo com o estabelecido nos documentos do projeto estrutural.

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. Todas as partes das estruturas deverão ser bem acabadas e deverão atender às tolerâncias especificadas neste documento.

A fabricação deverá ser dividida em conjuntos, conforme detalhado nos desenhos do projeto estrutural, orientada no sentido de minimizar o trabalho de campo e dar velocidade à montagem. Pilares, vigas, treliças, etc., deverão ser fabricadas no maior comprimento possível, observando as limitações de transporte, montagem e içamento.

Todos os cortes de chapas ou perfis deverão ser feitos preferencialmente em tesouras ou serras. Admite-se o corte feito a maçarico, desde que acabado de forma a apresentar-se com bom aspecto e livre de imperfeições.

Todos os furos para parafusos deverão ser executados com diâmetro 1,6 mm maior que o diâmetro nominal do parafuso, exceto onde indicado em contrário nos desenhos do projeto estrutural.

Não serão permitidas rebarbas nos furos devido ao processo de punção. Quando isso ocorrer, as rebarbas deverão ser eliminadas por esmerilhamento.

3.3.1 Conexões

As conexões deverão ser executadas conforme indicado nos desenhos do projeto estrutural.

3.3.2. Soldas

As soldas devem ser realizadas, conforme indicado nos desenhos do projeto estrutural.

Os serviços de solda deverão ser executados por soldadores qualificados. A qualificação dos soldadores e dos processos da execução das juntas soldadas deverá ser feita de acordo com as recomendações da AWS D1.1:2020⁶.

A CONTRATADA deverá fornecer cópias de certificados de qualificação dos soldadores, compreendendo o período dos seis meses anteriores.

Todas as soldas deverão ser feitas a arco elétrico, de acordo com a AWS D1.1:2020, devendo-se proceder de modo a não causar empenos nem tensões adicionais. As superfícies a serem soldadas devem ser isentas de escamas soltas, escória, ferrugem, graxa e outros materiais estranhos. Não poderão ser realizadas soldas nas estruturas expostas à chuva ou ao vento.

Na execução das soldas em várias camadas a superfície de cada uma delas deverá ser perfeitamente limpa e isenta de porosidade, inclusões, fissura ou quaisquer outros defeitos. Se algum defeito for averiguado, ela deverá ser removida e refeita.

Os trechos soldados não devem sofrer resfriamento brusco. Durante a soldagem e o resfriamento, as partes soldadas não devem ser submetidas a vibrações e abalos.

⁶ American Welding Society. Structural welding code – steel.

A sequência dos serviços de solda deverá ser de tal maneira que provoque mínimos esforços de contração, e as peças apresentem a forma prevista nos desenhos, sem a necessidade de desempenamento posterior.

Nenhuma solda resistente deverá ter perna inferior a 5 mm, conforme indicado nos desenhos do projeto.

3.3.3. Perfis de chapa dobrada (formados a frio)

Os elementos estruturais deverão ser retilíneos e manter a forma desejada, livre de distorções, empenos ou outras deformações, de acordo com as tolerâncias especificadas neste documento.

3.3.4. Placas de Base

As placas de base deverão estar perfeitamente desempenadas, não sendo necessário, em princípio, usiná-las. Entretanto, as placas que servem de apoio a colunas com extremidades usinadas deverão também ter a face de topo usinadas.

3.3.5. Contraventamentos

Os elementos estruturais deverão ser retilíneos e manter a forma desejada, livre de distorções, empenos ou outras deformações, de acordo com as tolerâncias especificadas neste documento.

3.3.6. Tolerâncias

Comprimento total de peças com extremidades acabadas para contato = $\pm 1,0$ mm

Comprimento total de peças sem acabamento para contato:

- até 9,0 m = $\pm 1,5$ mm
- acima de 9,0 m = $\pm 3,0$ mm

Distância entre furos de uma mesma ligação = $\pm 1,0$ mm

Distância entre grupo de furos = $\pm 2,0$ mm

Distância entre furos e bordas de peças = $\pm 2,5$ mm

Afastamento do eixo de furação ao vértice de cantoneiras = $\pm 1,0$ mm

Diâmetro de furos = $\pm 0,5$ mm

Empeno das peças: conforme especificado na ASTM-A6:2022⁷.

Empeno em peças compridas, além de atender aos itens anteriores deverão ter suas flechas entre pontos lateralmente suportados, limitados a 1/1000 do vão.

⁷ American Standard of Testing Materials. ASTM-A6 - Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes and Sheet Piling. 2022.

4. GALVANIZAÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA

Todos os elementos da estrutura devem ser revestidos com galvanização a quente.

A espessura mínima da galvanização deve possuir 60 μm , com deposição média de 400 g/m², executada de acordo com o preconizado pela NBR 6323:2016⁸.

A verificação da espessura de galvanização deve ser realizada por meio de método não destrutivo, previsto na NBR 7399:2015⁹. As espessuras devem respeitar as camadas previstas na NBR 6323:2016, Tabelas 2 e 3.

Medições da espessura do revestimento não podem ser efetuadas em superfícies cortadas ou áreas a menos de 10 mm das bordas, superfícies cortadas com maçaricos ou cantos.

5. MONTAGEM DA ESTRUTURA METÁLICA

5.1. Disposições Gerais

A CONTRATADA deverá proceder à montagem das estruturas em estrita concordância com o projeto estrutural.

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

5.2. Movimentação das Estruturas de Aço

As operações de carga e descarga das peças deverão ser feitas com todos os cuidados necessários para evitar deformações que as inutilizem parcial ou totalmente e que resultem em custos adicionais.

Deverão ser tomados cuidados especiais para os casos de peças esbeltas e que devem ser devidamente contraventadas provisoriamente para a movimentação.

5.3. Elementos Provisórios de Montagem

A CONTRATADA deverá tomar as providências necessárias para que a estrutura permaneça estável durante a montagem, utilizando contraventamentos, estaiamentos e ligações provisórias, em quantidade adequada e com resistência suficiente de modo a suportar os esforços atuantes durante a montagem.

Todos os contraventamentos e estaiamentos provisórios deverão ser retirados após a montagem. Todas as ligações provisórias, inclusive pontos de solda, deverão ser retiradas após a montagem.

5.4. Graute de Nivelamento e Enchimento

A execução dos serviços de nivelamento e enchimento nos apoios das estruturas de aço serão de responsabilidade da CONTRATADA.

⁸ Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6323. Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2016.

⁹ Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 7399. Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio. Rio de Janeiro, ABNT, 2015.

Após a conclusão da montagem das estruturas, esta será vistoriada pela FISCALIZAÇÃO, para fins de liberação. Somente após a liberação deverão ser iniciados os serviços de enchimento.

O graute de nivelamento e enchimento deverá ter um f_{ck} mínimo de 40 MPa.

O graute deverá ser aplicado tão logo a inspeção o permita, antes da estrutura ser colocada em carga. Deverá ser executado de maneira a preencher completamente o espaço existente entre o nível inferior da placa de base e o nível superior da estrutura de apoio.

5.5. Equipamentos

A CONTRATADA será responsável pelo emprego, segurança, manutenção e capacidade do equipamento de montagem.

5.6. Montagem e Tópicos Diversos

A CONTRATADA será responsável pela execução correta da montagem e preservação dos elementos da estrutura em seu devido estado, isentos de deformações.

Não será permitida a montagem de partes ou peças da estrutura que estejam nas seguintes condições:

- Peças com comprimento inadequado (não será permitido forçá-las para adaptarem-se às respectivas conexões com a estrutura);
- Peças que apresentem fissuras, inclusão de escória bolhas ou outros defeitos;
- Peças deformadas ou empenadas.

A CONTRATADA deverá tomar precauções para minimizar os danos à pintura (galvanização a quente) durante a montagem. Caso ocorra algum dano localizado à galvanização, durante o manuseio do elemento estrutural (transporte e montagem), este deverá ser reparado pela CONTRATADA com tinta à base de alumínio, do tipo Galvalum ou CRZ ou similar, observando-se estritamente as recomendações do fabricante para sua aplicação.

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 desalinhados.

A CONTRATADA deverá proceder à montagem das estruturas em estrita concordância com os desenhos do projeto estrutural.

Antes do início da montagem, a CONTRATADA deverá verificar o alinhamento, nivelamento e locação de todos os chumbadores e insertos.

A CONTRATADA deverá garantir a estabilidade da estrutura durante as diferentes fases da montagem através de escoramentos e travamentos temporários. Deformações permanentes e outros problemas estruturais que possam acontecer durante a montagem, por falta de maiores precauções, serão de responsabilidade da CONTRATADA, tendo a mesma ter que arcar com os custos dos reparos que forem necessários.

Deverão ser tomadas precauções adequadas a fim de evitar amassamentos, distorções e deformações durante o manuseio, transporte, armazenamento e içamento.

O material que for danificado deverá ser consertado ou substituído, antes de ser montado.

O armazenamento deverá ser feito em local isento de umidade e sujeira, adequado à guarda de estruturas metálicas.

A carga na fábrica e a descarga no local de obra são responsabilidade da CONTRATADA.

5.7. Conexões Parafusadas

Deverão ser observadas as instruções que se seguem relativas à instalação de parafusos ASTM-A325:

- A instalação dos parafusos deverá atender a especificação “Structural Joints Using ASTM-A325 or A490 Bolts”;
- As superfícies de contato nas juntas deverão estar preparadas de acordo com a seção 3 da especificação do parafuso ASTM-A325;
- Quando a inclinação de uma das faces da peça a ser parafusada for maior que 1:20 em relação a um plano normal ao eixo do parafuso, deverão ser usadas arruelas biseladas para compensar a falta de paralelismo.

Serão admitidos o aperto dos parafusos de alta resistência pelos seguintes processos:

- Por meio de chaves manuais, as quais deverão ser munidas de medidores de torque e calibradas pelo menos uma vez por dia;
- Por meio de chave de impacto sem calibragem especial, pelo método de rotação das porcas. A tensão mínima será atingida, para cada diâmetro, por uma rotação determinada do parafuso, conforme especificação do parafuso ASTM-A325.

Após ter sido completado o aperto dos parafusos de uma junta, aqueles que tiverem sido inicialmente aplicados para unir os elementos da junta na montagem, deverão ser reapertados.

Numa fila extensa de parafusos, o aperto deve iniciar-se da parte central, progredindo daí para as extremidades.

No caso de várias filas paralelas, o serviço deve desenvolver-se da mesma maneira, progredindo conjuntamente em todas elas, do centro para os lados.

A verificação do aperto dos parafusos de alta resistência será feita de acordo com a seções 6 a 9 da especificação do parafuso ASTM-A325.

5.8. Solda de Campo

É permitida no campo apenas a execução de soldas pontuais. Estas devem seguir as técnicas previstas da Sociedade Americana de Solda (AWS) AWS D-19.0, “Welding Zinc Coated Steel”, conforme recomendação as NBR 6323:2016.

No caso de ocorrer o local deverá ser reparado com tinta à base de alumínio, do tipo Galvalum ou CRZ ou similar, observando-se estritamente as recomendações do fabricante para sua aplicação.

As chapas expandidas de piso deverão ser fixadas aos perfis, com soldas de filete de 5 mm, com comprimento de 5 cm e espaçadas a cada 15 cm, exceto para as chapas desmontáveis que deverão ser fixadas por meio de parafusos com cabeça escareada.

A soldagem das chapas de piso deverá ser realizada durante a fabricação da estrutura, anterior à etapa de galvanização do elemento estrutural.

Nas emendas de chapa com chapa, a solda deverá apresentar acabamento uniforme.

5.9. Tolerâncias

A locação dos chumbadores deverá atender o item 7.5.1 da ANSI/AISC 303¹⁰.

¹⁰ American National Standard – Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. ANSI/AISC 303. 2022.



Quando não especificado nos desenhos do projeto estrutural, os elementos da estrutura serão considerados corretamente aprumados e nivelados quando os desvios de verticalidade não excederem 1:500 do seu comprimento.

As demais tolerâncias (locação de pilares, elevação de pisos, nivelamento e desvios de verticalidade dos elementos da estrutura, etc.) deverão também atender as disposições do ANSI/AISC 303, da AISC (American Institute of Steel Construction).

5.10. Modificações

Toda e qualquer modificação da estrutura, com relação aos desenhos, desde que aprovada pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser registrada e catalogada pela CONTRATADA. Uma cópia deverá ser enviada à FISCALIZAÇÃO para que este providencie a atualização do desenho “as built” a final da montagem.

6. EMBALAGEM E TRANSPORTE

6.1. Considerações Gerais

Todo o material deverá ser embalado adequadamente para o transporte ao local de destino. As embalagens deverão ser suficientemente fortes para suportar o manuseio grosseiro.

Peças pesadas, tais como os pórticos e passarelas, deverão ser embaladas separadamente.

Todas as peças menores, tais como parafusos, chapas e outras conexões, deverão ser embalados em sacos ou caixas.

Grupos de sacos ou caixas poderão ser embalados numa mesma caixa.

6.2. Transportes

Todos os componentes das estruturas deverão ser bem acomodados no meio de transporte utilizado, a fim de se evitar avarias na estrutura.

As peças eventualmente danificadas durante o transporte para a obra deverão ser substituídas sem ônus para a CONTRATANTE.

7. SERVIÇOS FINAIS

Ao término da obra, deverá ser feita a desmobilização de todas as instalações do canteiro de obras e limpeza final do local para entrega da obra.