

# MANUAL DE MONTAGEM

---

## FFS-GF-M-2R - Premium

Estrutura de ferragem de fixação de solo mono - apoio em aço galvanizado - 02 linhas de módulos em retrato

<b>1. ESCOPO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. APLICAÇÃO:.....</b>	<b>2</b>
<b>3. PREMISSAS DE PROJETO E METODOLOGIAS.....</b>	<b>3</b>
3.1. Normas técnicas aplicadas.....	3
3.2. Condições de instalação.....	3
<b>4. COMPOSIÇÃO:.....</b>	<b>4</b>
4.1. Pilar.....	4
4.2. Perfil longitudinal.....	5
4.3. Mão francesa.....	5
4.4. Trilho fotovoltaico em aço galvanizado a fogo universal.....	5
4.5. Agulha.....	6
4.6. Parafusos sextavados.....	6
4.7. Porcas sextavadas.....	6
4.8. Arruela lisa.....	7
4.9. Clip prisioneiro do trilho fotovoltaico.....	7
4.10. Junção interna para união do trilho fotovoltaico.....	7
4.11. Grampo intermediário.....	8
4.12. Grampo terminal:.....	8
<b>5. PREPARAÇÃO DO TERRENO.....</b>	<b>9</b>
<b>6. FERRAMENTAS NECESSÁRIAS.....</b>	<b>11</b>
<b>7. INSTRUÇÕES DE MONTAGEM.....</b>	<b>11</b>
7.1. Passo 1: Fixação dos pilares.....	11
7.2. Passo 2: Montagem dos pórticos.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
7.3. Passo 3: Montagem e fixação dos trilhos fotovoltaicos.....	13
7.4. Passo 4: Agulhamento.....	17
7.5. Passo 5: Fixação dos módulos.....	19
7.6. Aterramento.....	21
<b>8. ANEXO A: RECOMENDAÇÕES PARA FIXAÇÃO E APERTO DE PARAFUSOS E PORCAS.....</b>	<b>23</b>
<b>9. ANEXO B: DEFORMAÇÕES E DANIFICAÇÕES NA GALVANIZAÇÃO.....</b>	<b>23</b>
9.1. Reparação da cobertura galvanizada.....	23
<b>10. ANEXO C: MANUTENÇÃO.....</b>	<b>24</b>

## 1. ESCOPO

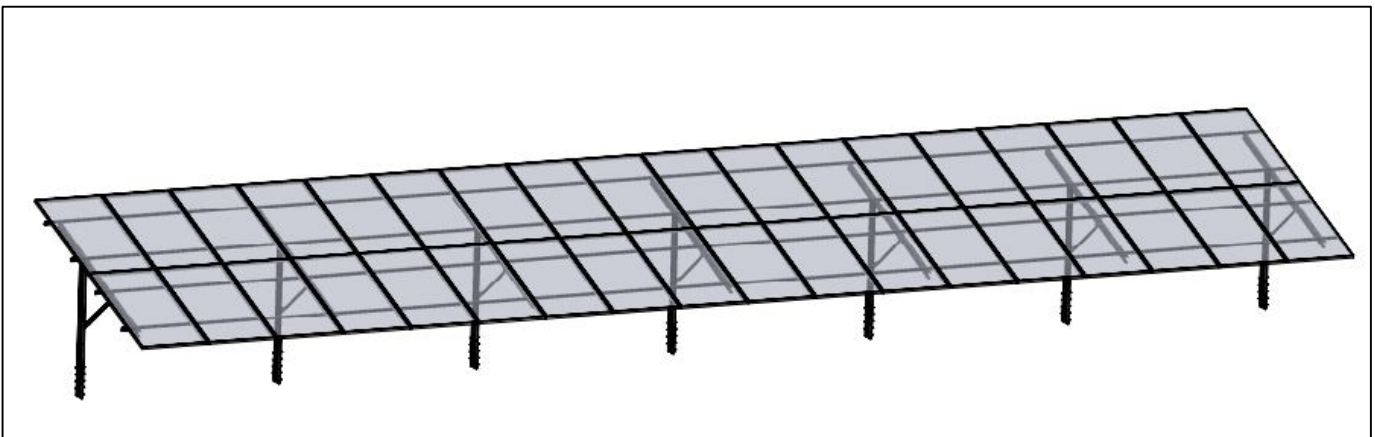
O presente manual de montagem descreve instruções e procedimentos para a instalação e montagem adequada da ferragem de fixação de solo mono- apoiada para duas fileiras de módulos em retrato, projetada e fabricada pela GF2.

É necessária a utilização de máquinas adequadas e equipamentos de proteção individual. A montagem deve ser realizada por profissionais capacitados para montagem de estruturas metálicas.

Antes iniciar a montagem verifique as informações contidas no layout correspondente ao projeto, nele estão presentes as dimensões globais da estrutura e detalhes complementares a este manual de instruções.

## 2. APLICAÇÃO:

A estrutura FFS-GF-M-2R é projetada para a aplicação em usinas de geração de energia fotovoltaica fixadas em solo, configurada para a instalação de duas linhas de módulos em retrato.



### 3. PREMISSAS DE PROJETO E METODOLOGIAS

As ferragens de fixação de solo para módulos fotovoltaicos produzidas pela GF2 são fabricadas com base nas normas brasileiras vigentes para dimensionamento, projeto e cobertura galvanizada garantindo assim um produto de alta qualidade e segurança.

O dimensionamento, projeto e verificação da estrutura é realizado com o auxílio de Softwares especializados em simulação estrutural, garantindo a confiabilidade e aplicabilidade da estrutura em suas diversas aplicações.

#### 3.1. Normas técnicas aplicadas

##### Cálculo estrutural:

- ABNT NBR – 14762 - 07/2010 – Dimensionamento de Estrutura de Aço Construídas Por Perfis Formados a Frio.
- ABNT NBR – 6123 07/1998 - Forças Devidas ao Vento em Edificações.
- ABNT NBR – 8800 – 08/2008 –Projeto de estruturas de Aço e de Estruturas Mista de Aço e Concreto de Edifícios
- ABNT NBR – 6122– 09/2019 – Projeto e execução de fundações
- ABNT NBR – 6118– 08/2014 – Projeto de estruturas de concreto - procedimento

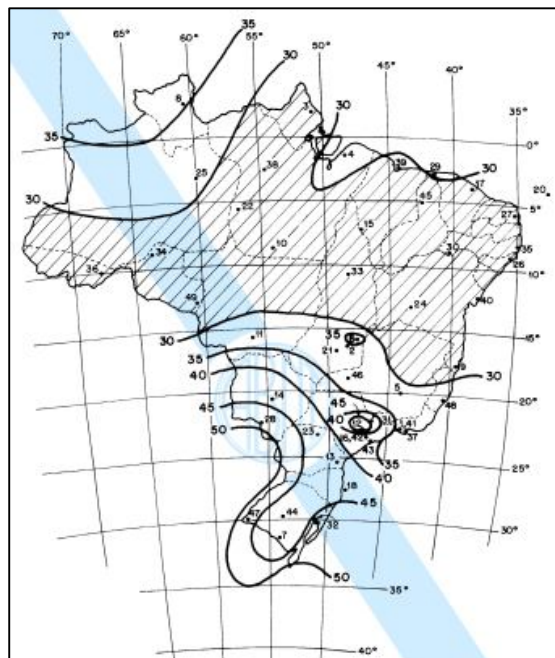
##### Cobertura galvanizada:

- ABNT NBR – 6323 - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido– Especificação.
- ABNT NBR 7399:2015 - Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio.
- ABNT NBR 7400:2015 - Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a Quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.

#### 3.2. Condições de instalação

De acordo com o dimensionamento, a estrutura está apta a instalação de módulos com até 12,5 kg/m<sup>2</sup> (área superficial).

A ação do vento sobre a estrutura é calculada de acordo com a ABNT NBR – 6123 07/1998 - Forças Devidas ao Vento em Edificações. A velocidade máxima do vento considerada de acordo com as isopletas é de 45m/s e para as definições de terreno, foi considerada a configuração mais crítica, sendo assim, apta a instalação em todos os tipos de terrenos descritos em norma.

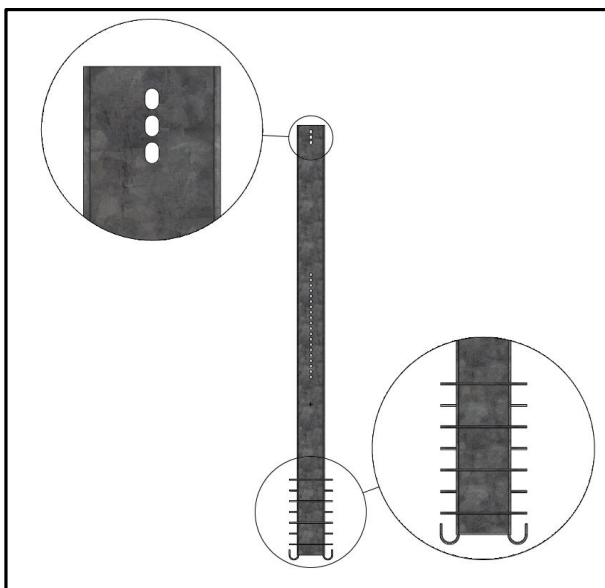


Isoplethas da velocidade básica - ABNT NBR – 6123 07/1998. Pag. 6

#### 4. COMPOSIÇÃO:

Observação: Nunca realize furos ou cortes nas peças metálicas, tais procedimentos podem comprometer a integridade da estrutura, oferecer risco aos envolvidos e ocasionar na suspensão da garantia.

##### 4.1. Pilar

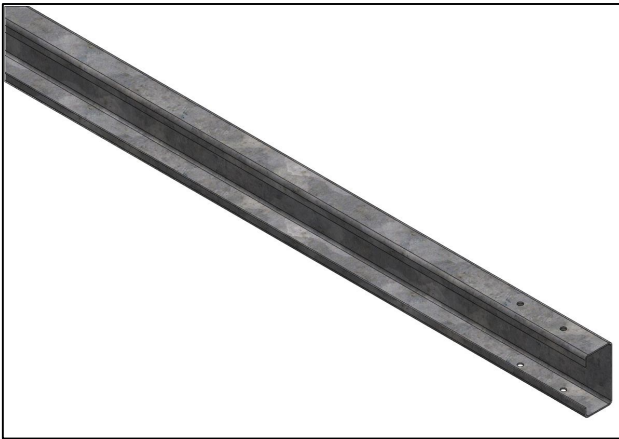


Material: aço carbono ASTM A36 galvanizado a fogo.

Possui chumbadores na parte inferior para garantir rigidez ao fixar no concreto.

Altura: 2 m.

#### 4.2. Perfil longitudinal



Material: aço carbono ASTM A36  
galvanizado a fogo.

Comprimento: 3/3,3 m.

#### 4.3. Mão francesa



Material: aço carbono ASTM A36  
galvanizado a fogo.

Comprimento: 1,20 m.

#### 4.4. Trilho fotovoltaico em aço galvanizado a fogo universal



Material: aço carbono ASTM A36  
galvanizado a fogo.

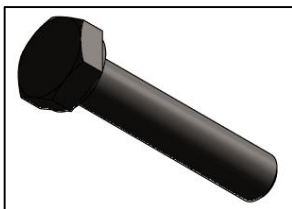
Comprimentos: 6m / 3,25m / 3m / 2,75m  
/ 2,5m / 0,75m / 0,5 m.

#### 4.5. Agulha



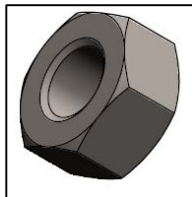
Material: aço carbono ASTM A36 galvanizado a fogo.  
Comprimentos: 1,09m / 1,36 m.

#### 4.6. Parafusos sextavados



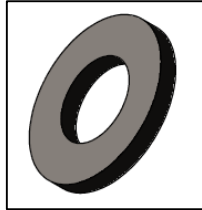
Material: aço inoxidável AISI 304.  
Dimensões: M10 x 20 mm e M12 x 20 mm.

#### 4.7. Porcas sextavadas



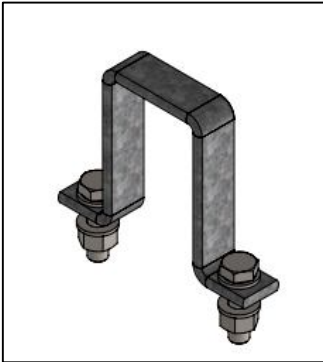
Material: aço inoxidável AISI 304.  
Dimensões: M10

#### 4.8. Arruela lisa



Material: aço inoxidável AISI 304.

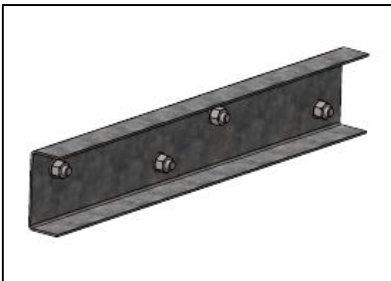
#### 4.9. Clip prisioneiro do trilho fotovoltaico



Material: aço carbono ASTM A36 galvanizado a fogo.

Completo com parafuso M8 x 30, arruela lisa e porca em aço inoxidável 304.

#### 4.10. Junção interna para união do trilho fotovoltaico



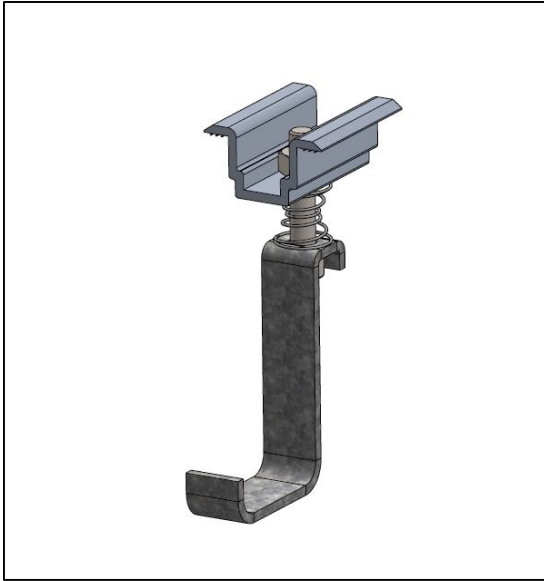
Material: aço carbono ASTM A36 galvanizado a fogo.

Completo com parafusos M8 x 20 em aço inoxidável AISI 304, arruelas lisas e porcas sextavadas M8.

Comprimento: 400mm.



#### 4.11. Grampo intermediário



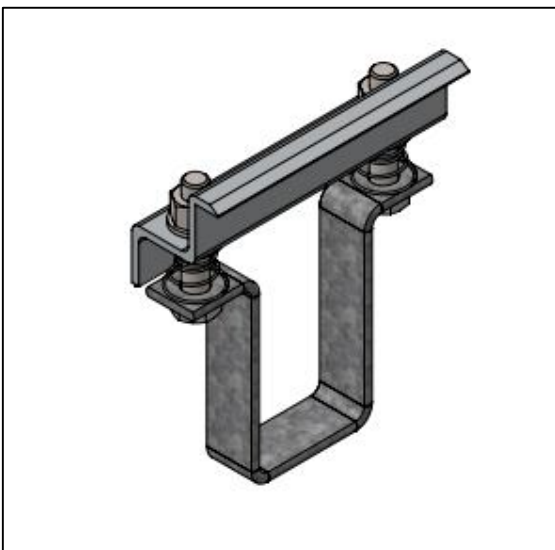
Material: Alumínio, liga ASTM e ABNT 6061.

Espaçamento entre módulos 25mm.

Atende Módulos com frame de 30,35 e 40mm.

Completo com suporte gancho para TFV-GF-U, parafuso Allen M8 em aço inoxidável 304, arruela lisa e porcas M8 em aço inoxidável.

#### 4.12. Grampo terminal:



Material: Alumínio, liga ASTM e ABNT 6061.

Atende Módulos com frame de 30,35 e 40mm.

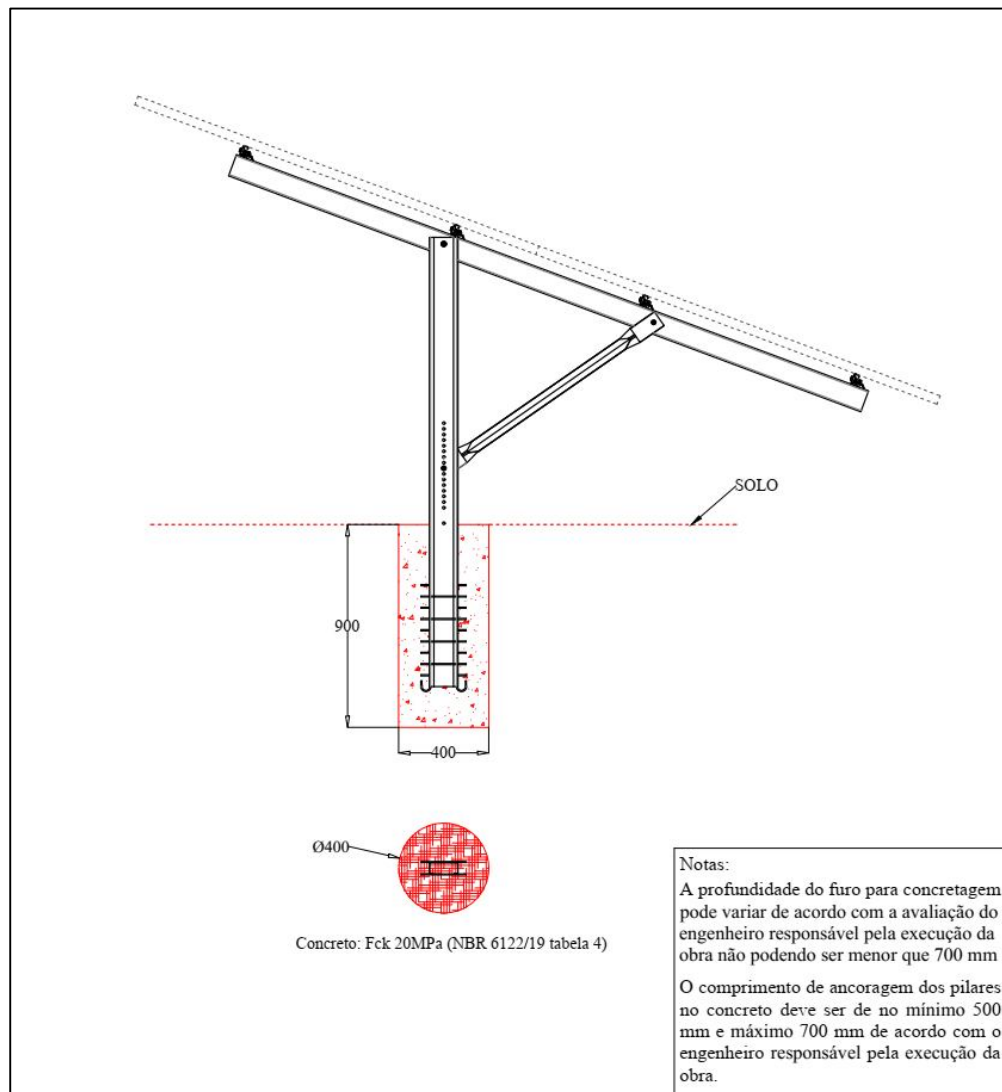
Completo com suporte para TFV-GF-U, parafusos Allen M8 em aço inoxidável 304, arruelas lisas e porcas M8 em aço inoxidável.

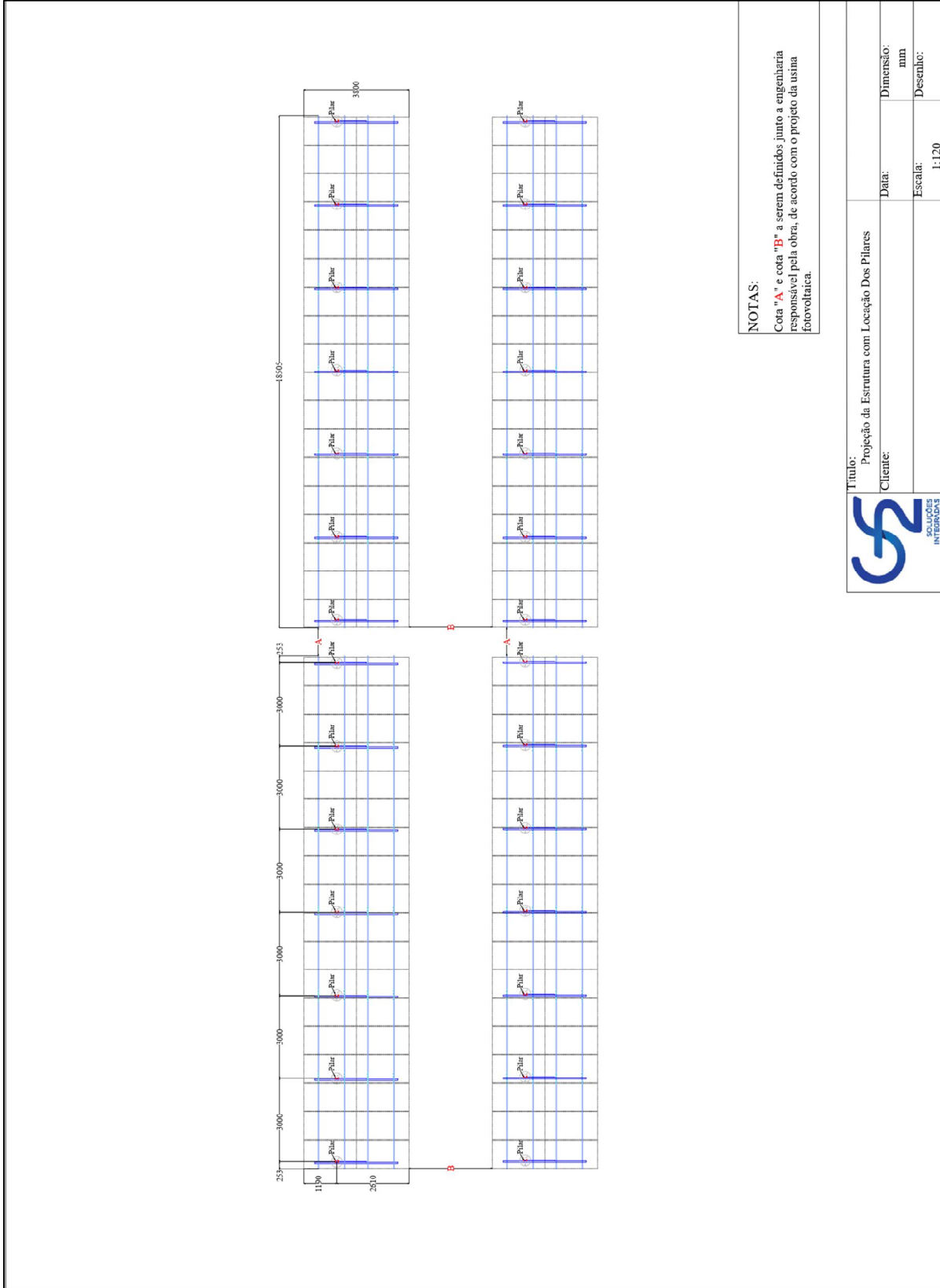
## 5. PREPARAÇÃO DO TERRENO

É essencial a realização de uma avaliação das condições de resistência do solo e elaboração de um projeto de fundação para instalação da estrutura.

A opção mais utilizada para instalação é o modelo de fundação rasa com brocas cilíndricas concretadas com ou sem armadura. O modelo abaixo é um exemplo de fundação executável para o caso. O dimensionamento deve ser realizado por profissional qualificado seguindo as especificações das normas técnicas vigentes.

Para auxiliar na elaboração do projeto, solicite as cargas de reação da estrutura sobre a fundação.





**NOTAS:**

Cota "A" e cota "B" a serem definidos junto a engenharia responsável pela obra, de acordo com o projeto da usina fotovoltaica.



**Título:** Projeto de Estrutura com Localização Dos Pilares

**Cliente:**

**Data:**

**Dimensão:**  
mm

**Escala:**  
1:120

**Desenho:**

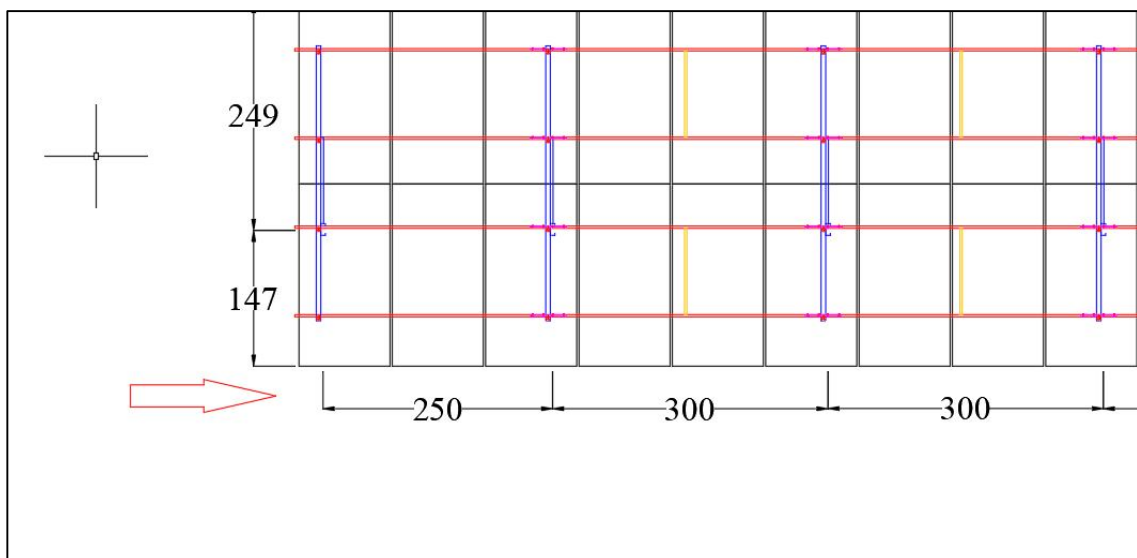
## 6. FERRAMENTAS NECESSÁRIAS

- Chave fixa ou combinada 15mm para parafusos e porcas M10
- Chave biela ou soquete 13mm para porcas M8
- Chave Allen de 6mm para grampos intermediários
- Torquímetro calibrado
- Trena
- Nível
- Linha de nylon

## 7. INSTRUÇÕES DE MONTAGEM

### 7.1. Passo1: Fixação dos pilares.

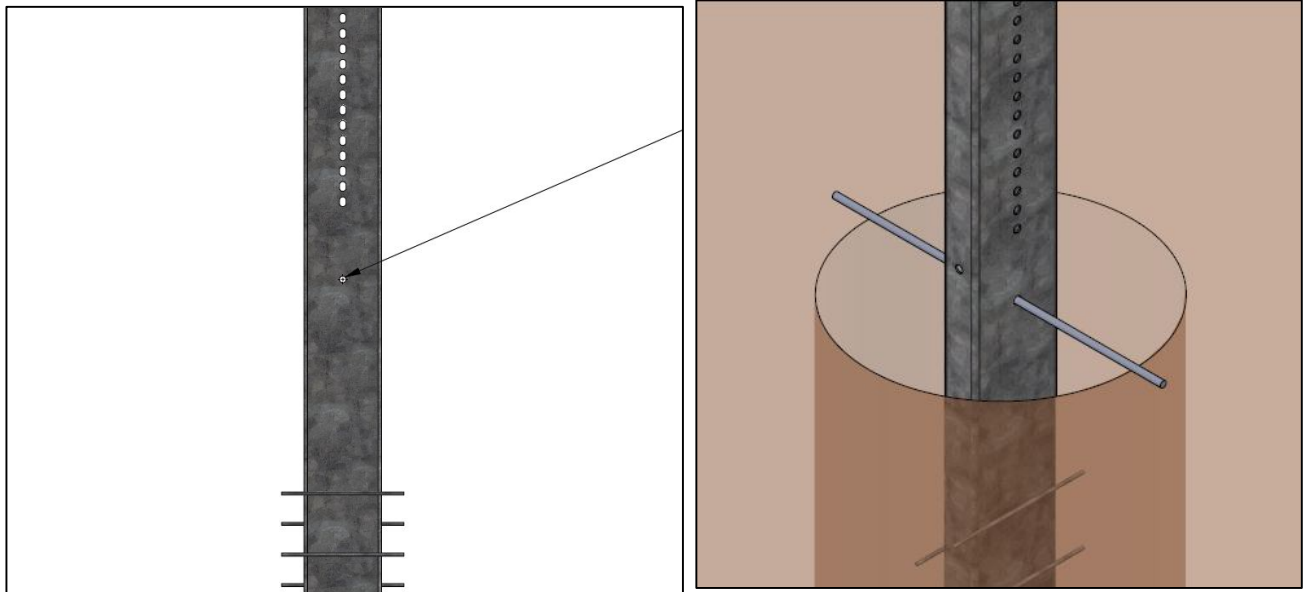
Antes de iniciar a marcação da fundação e instalação dos pilares é importante observar o espaçamento entre os pórticos previsto no layout.



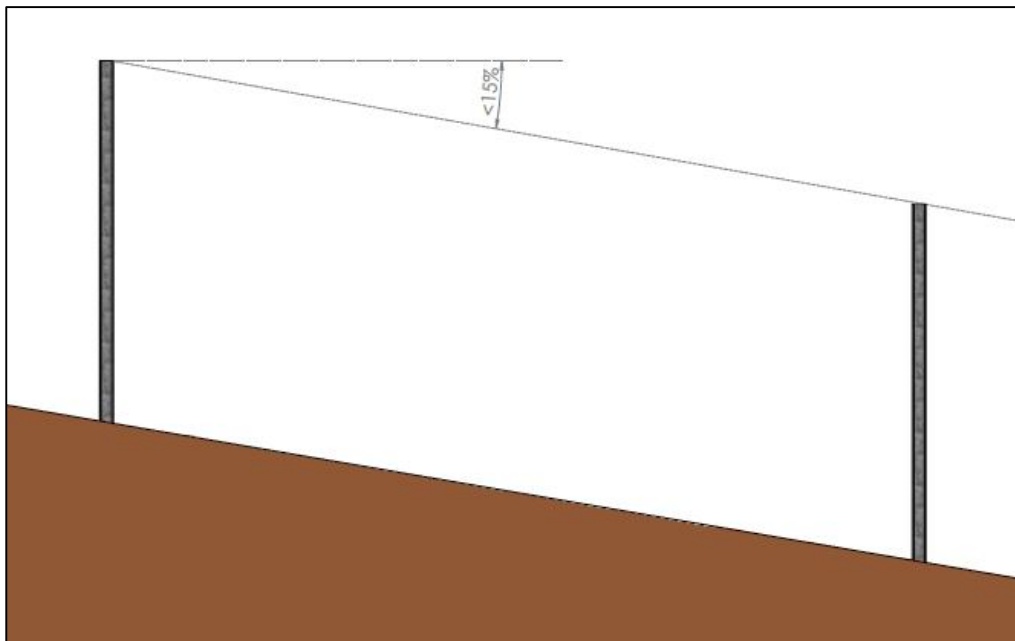
O dimensionamento das mesas é realizado baseado na dimensão dos módulos e quantidade instalada, sendo assim é essencial repassar ao vendedor as informações do módulo fotovoltaico no momento da compra.

Para realizar a instalação dos pilares verifique o alinhamento utilizando esquadro e linha de nylon.

Todos os pilares possuem um furo localizado à 700mm da base para ser utilizado como gabarito de profundidade, insira um vergalhão ou barra redonda no furo do pilar. Utilize calços de madeira para regular a altura.

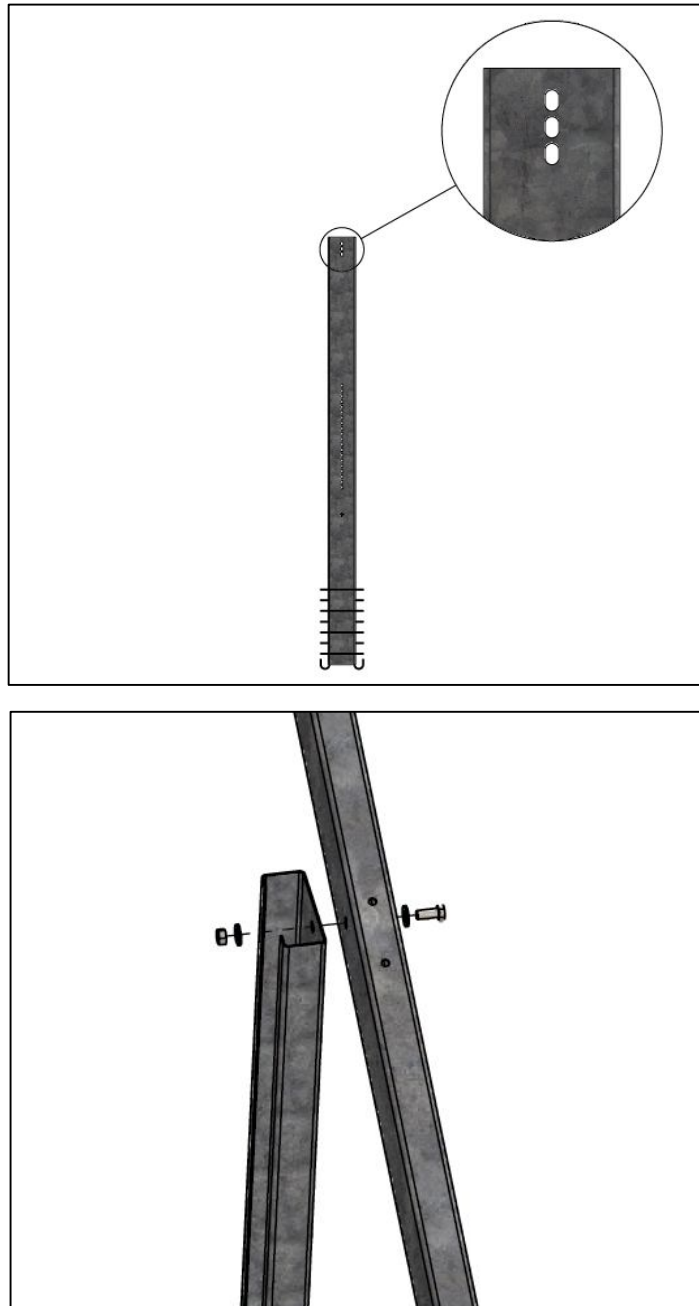


A estrutura FFS-GF-M-2R na sua configuração padrão permite a instalação com a inclinação máxima em até 15% no sentido Leste/Oeste entre os pilares. Em caso ocorra a necessidade de instalação em inclinações maiores solicite a orientação do nosso setor de engenharia.

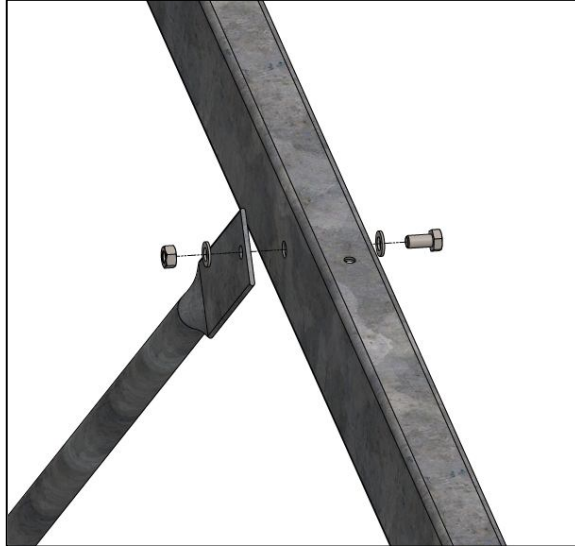


## 7.2. Passo 2: Montagem dos pórticos

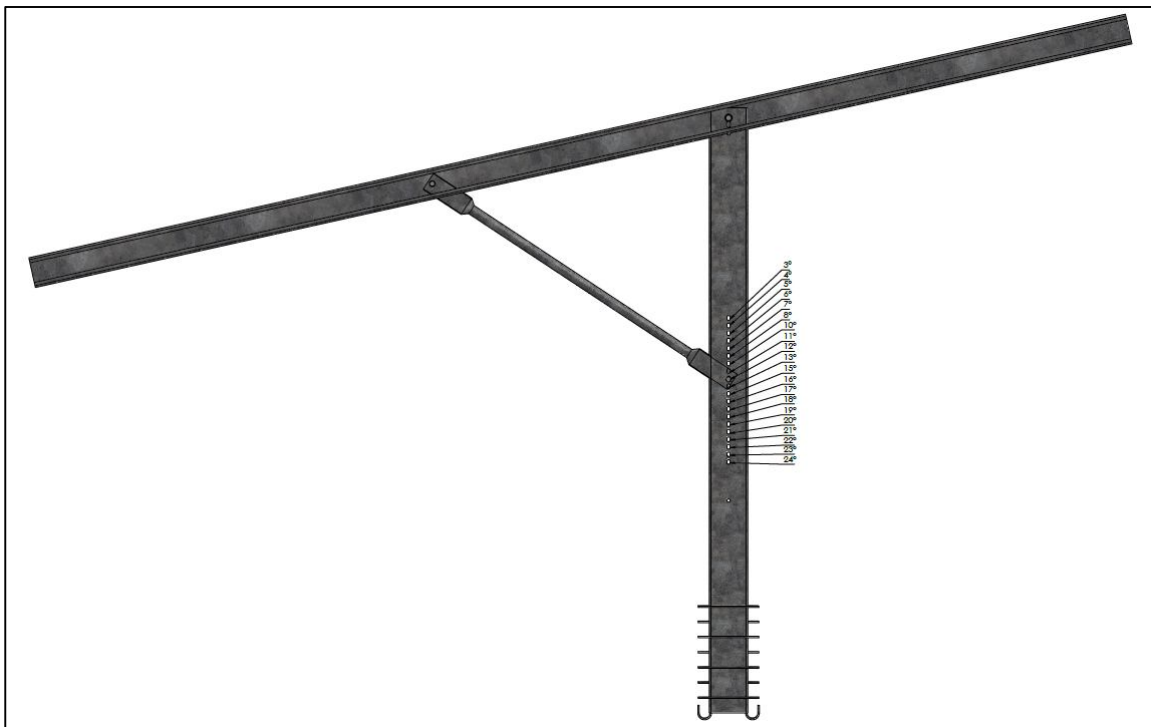
Inicialmente, posicione a lateral do perfil longitudinal na face fechada do perfil pilar com os demais furos voltados para cima e em seguida fixe as duas peças utilizando 1 parafuso e 1 porca sextavada M12 e 2 arruelas lisas nos furos posicionado na parte superior do perfil pilar e em um dos furos da lateral do perfil longitudinal. O pilar possui 3 furos oblongos na parte superior para ajuste fino de altura e alinhamento dos perfis. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).

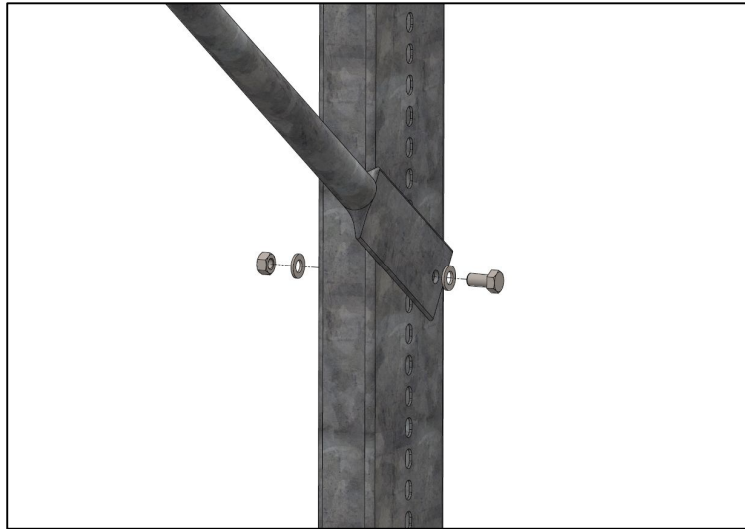


Em seguida, posicione a face da mão francesa na lateral do perfil longitudinal e fixe o conjunto utilizando 1 parafuso e 1 porca sextavados M10 e 2 arruelas lisas. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).



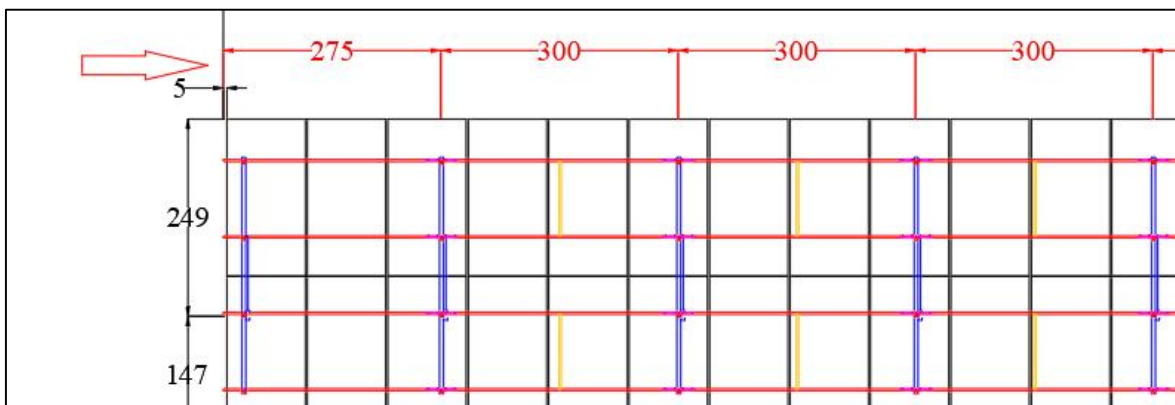
Por último realize a fixação da mão francesa no perfil pilar utilizando 1 parafuso, 1 porca sextavada M10 e 2 arruelas lisas unindo a mão francesa ao pilar. Os pilares possuem 20 furos oblongos para ajuste fino da inclinação, a figura abaixo serve como uma referência aproximada para seleção da posição. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).





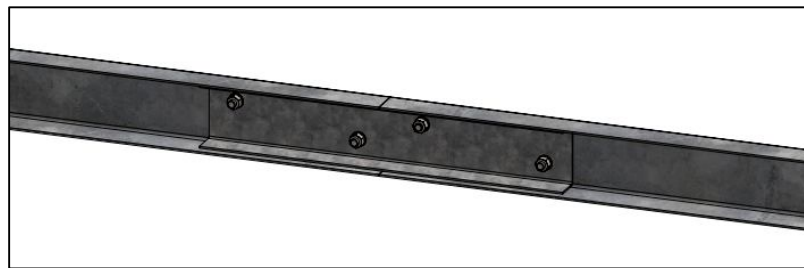
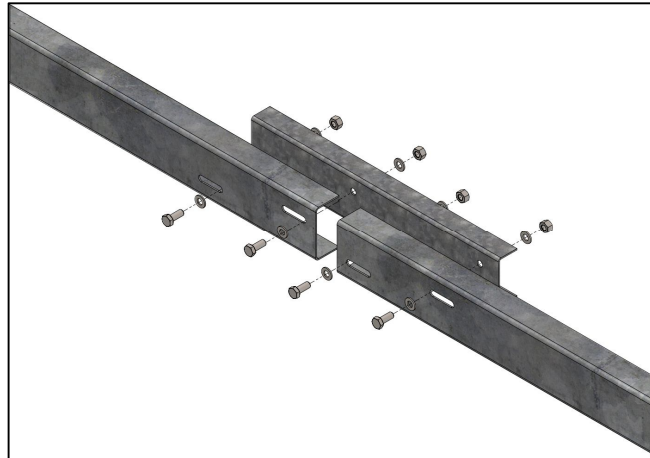
### 7.3. Passo3: Montagem e fixação dos trilhos fotovoltaicos

A fileira de trilhos determina a largura da mesa, a montagem deve ser realizada de acordo com o layout fornecido para cada mesa.

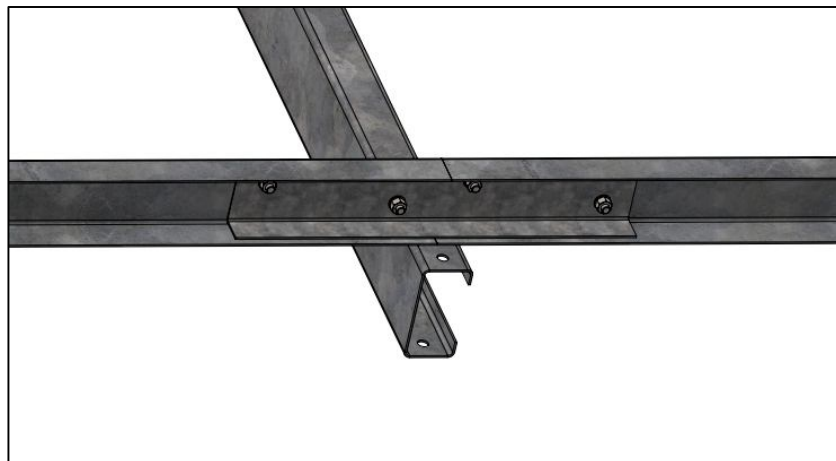


Cada trilho será unido ao próximo utilizando a junção posicionada na face interna do trilho e fixada com 4 parafusos M8 x 20, 4 porcas sextavadas e 8 arruelas lisas como mostra as ilustrações abaixo. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).



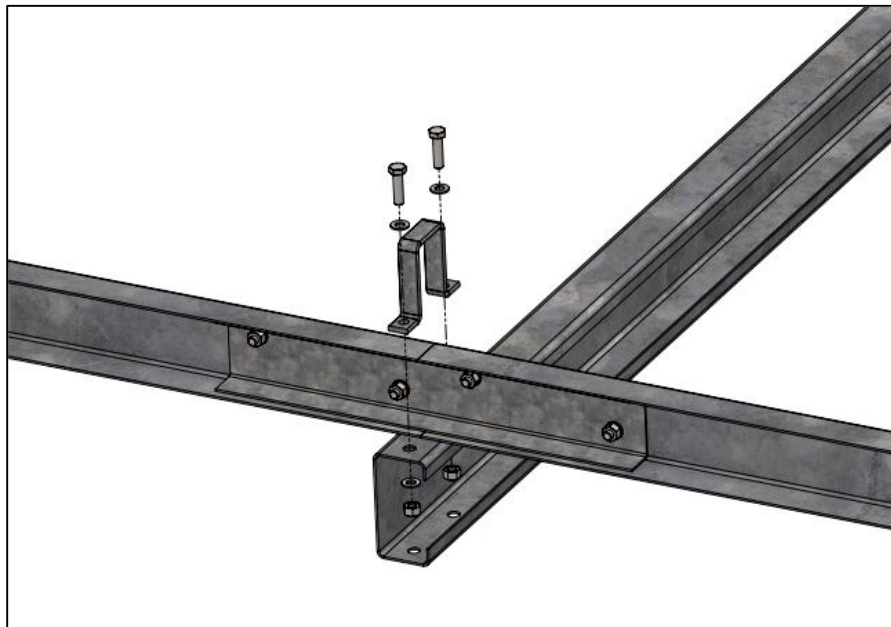


Para fixá-los na estrutura os trilhos devem ser posicionados apoiados sobre o perfil longitudinal com as abas voltadas para a frente. Para garantir maior rigidez do conjunto, as junções que unem os perfis devem estar localizadas acima do perfil longitudinal, pode haver um deslocamento da união em até 200 mm para a esquerda ou direita a fim de corrigir erros de posicionamento.



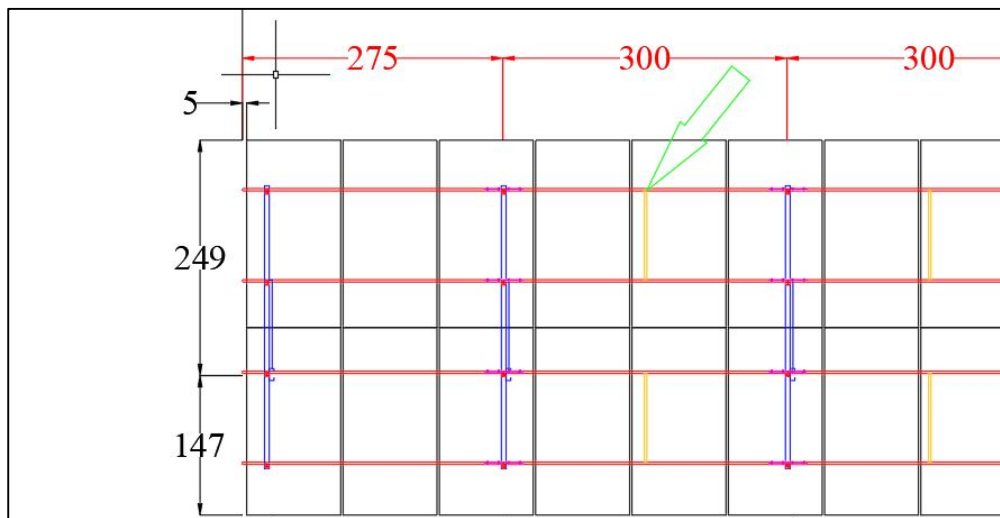
O conjunto de trilhos é preso ao pórtico com o clip prisioneiro. Posicione o clip sobre o trilho e realize a fixação utilizando 2 porcas sextavadas, 2 parafusos M8 x 30 e 4 arruelas

lisas. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).

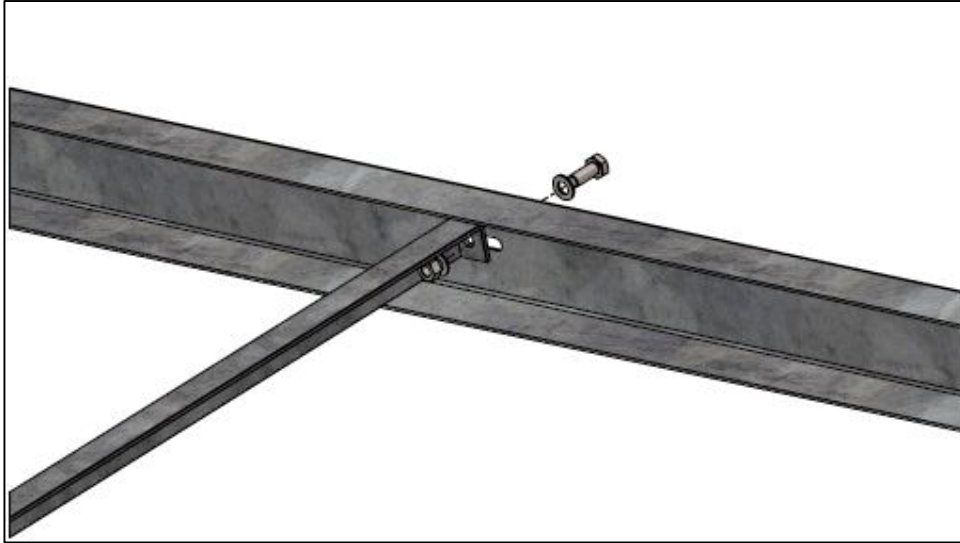


#### 7.4. Passo 4: Agulhamento

As agulhas devem ser montadas entre os trilhos que suportam os módulos superiores e os trilhos que suportam os módulos inferiores, posicionados no centro dos vãos entre os pórticos conforme previsto no layout de cada mesa.

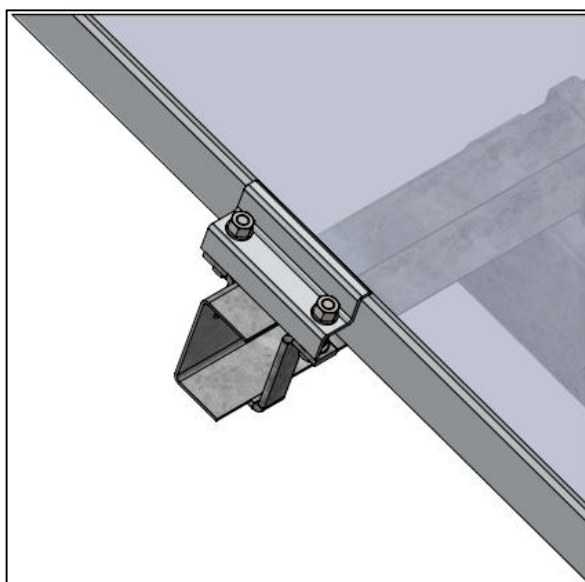
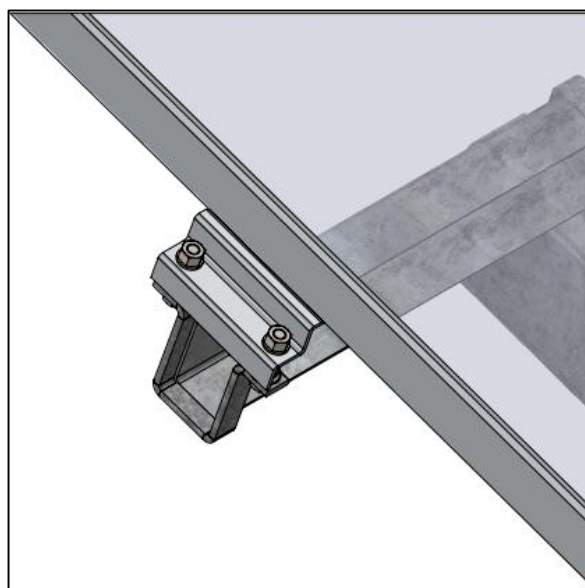


Para realizar a montagem posicione a extremidade da agulha contra a face do trilho e utilize um parafuso M8x20, uma porca sextavada e duas arruelas em cada extremidade para fixar o conjunto. O furo oblongo no centro do trilho deve ser utilizado para ajuste fino e alinhamento. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).

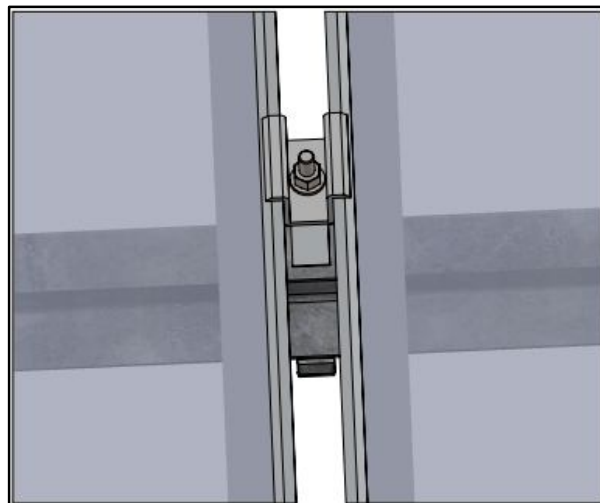
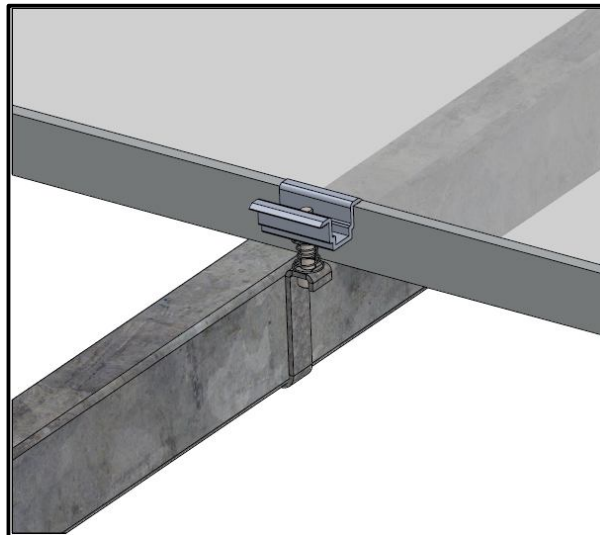


### 7.5. Passo 5: Fixação dos módulos

A fixação dos módulos fotovoltaicos na estrutura é realizada utilizando os grampos intermediários e terminais. Para prender os grampos terminais, insira o suporte pela extremidade do trilho, como nas figuras abaixo. Apoie o grampo terminal na lateral do módulo e rosqueie as porcas M8 na parte superior do grampo para fixar o conjunto. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).



Para fixar os grampos intermediários insira o suporte gancho por baixo do trilho, apoie um lado do grampo intermediário na lateral do módulo, posicione o próximo módulo a ser instalado com a lateral apoiada no grampo e rosqueie o parafuso para fixar o conjunto. Utilize um torquímetro calibrado para realizar o aperto do parafuso. (As indicações de torque estão presentes no anexo A deste manual).



É possível realizar a instalação do grampo intermediário apertando o parafuso por baixo ou por cima da estrutura conforme a preferência do instalador. Os grampos são inicialmente montados na configuração de aperto inferior, para alterar a configuração de montagem, basta inverter a posição da porca e do parafuso.



Configuração 1: aperto inferior



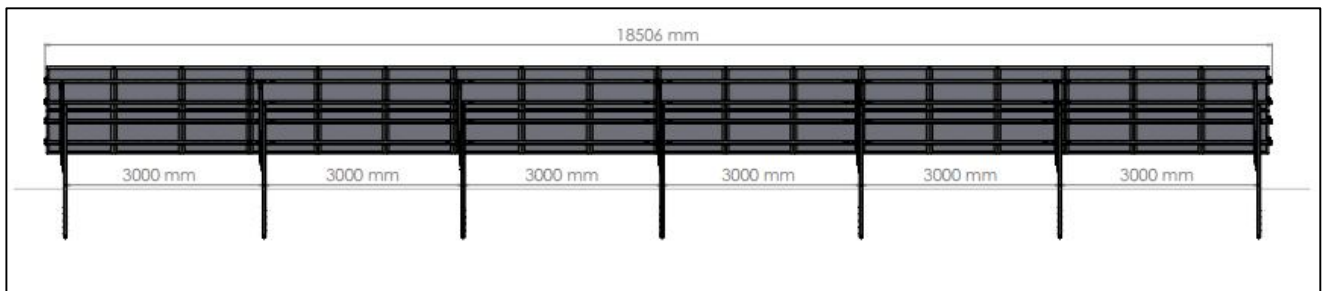
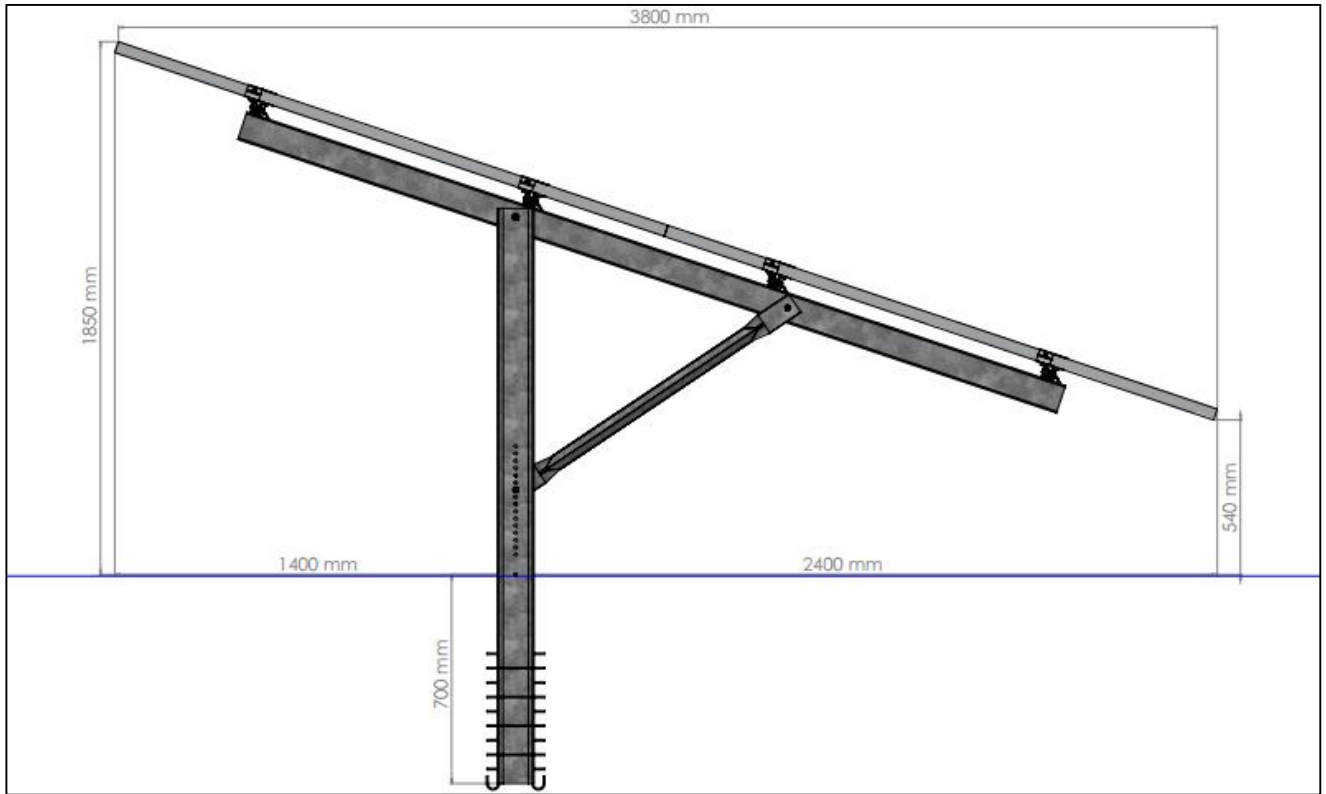
Configuração 2: aperto superior

## 7.6. Aterramento

Os furos restantes da face do pilar podem ser utilizados para promover o aterramento da estrutura, basta conectar um terminal de 10 mm utilizando parafusos e porcas M10. O aterramento deve ser realizado de acordo com a análise do responsável pelo projeto elétrico da usina fotovoltaica.



## DIMENSÕES DE MESA PADRÃO



\*As dimensões acima podem variar de acordo com os módulos fotovoltaicos a serem instalados, para esses exemplos foram considerados módulos com 1000mm x 2000mm.

## 8. ANEXO A: RECOMENDAÇÕES PARA FIXAÇÃO E APERTO DE PARAFUSOS E PORCAS

Para que a estrutura fique bem fixada e sólida, é importante atentar às condições de instalação dos fixadores.

Um material submetido a atrito por fricção, pode apresentar emperramento, devido a uma soldagem localizada. O aço inoxidável é mais susceptível a este problema do que os aços comuns, devido à sua maior ductilidade. Para evitar esse tipo problema é importante que parafusos e porcas estejam limpos, livres de rebarbas ou qualquer tipo de partícula estranha. Roscas danificadas ou montagens fora de alinhamento também devem ser evitadas.

Quando utilizadas maquinas é aconselhável apertar a fixação na velocidade lenta e uniforme, não usando ferramentas de impacto.

Os parafusos e porcas devem ser apertados de acordo com os torques indicados na tabela abaixo selecionados a partir do diâmetro nominal.

TORQUES DE APERTO	
Diâmetro nominal	Torque de aperto em Nm
M6	8,8
M8	16 - 20
M10	33
M12	53

## 9. ANEXO B: DEFORMAÇÕES E DANIFICAÇÕES NA GALVANIZAÇÃO

A maior parte das peças que compõem a estrutura são fabricados em aço carbono galvanizado a fogo. A galvanização é um mecanismo de acabamento superficial com o objetivo principal de proteger o aço contra corrosão. Esse mecanismo aumenta significativamente a vida útil do aço e reduz a necessidade de manutenção da estrutura. Todo processo de galvanização é realizado de acordo com as especificações da ABNT NBR – 6323.

Durante os processos de transporte, manipulação, montagem e manutenção das peças que compõem a estrutura pode haver a danificação acidental da cobertura galvanizada, assim, é necessário realizar a reparação dos locais danificados.

### 9.1. Reparação da cobertura galvanizada

Quando detectados locais que sofreram danos na superfície e estão sem cobertura galvanizada é necessário remover óleos graxas, oxidação e umidade, antes de iniciar o procedimento de retoque.



Utilize uma escova de cerdas metálicas para raspar a área danificada, e posteriormente utilize uma lixa de granulação fina para remover totalmente a ferrugem. Limpe a área com um pano úmido e quando a superfície estiver totalmente seca, pinte a área com tinta com teor mínimo de 85% de zinco.

## 10. ANEXO C: MANUTENÇÃO

É fundamental a execução de manutenções periódicas para garantir desempenho e máxima vida útil da estrutura. Segue abaixo a listagem de verificações necessárias e periodicidade correspondente.

AÇÃO	PERIODICIDADE (meses)
Inspeção visual da cobertura galvanizada	06
Inspeção visual da soldagem	06
Inspeção visual das juntas aparafusadas	06
Reaperto dos parafusos dos grampos terminais e intermediários	24
Reaperto das juntas aparafusadas	24