

PORTFÓLIO FOTOVOLTAICO

CLIENTE WDC

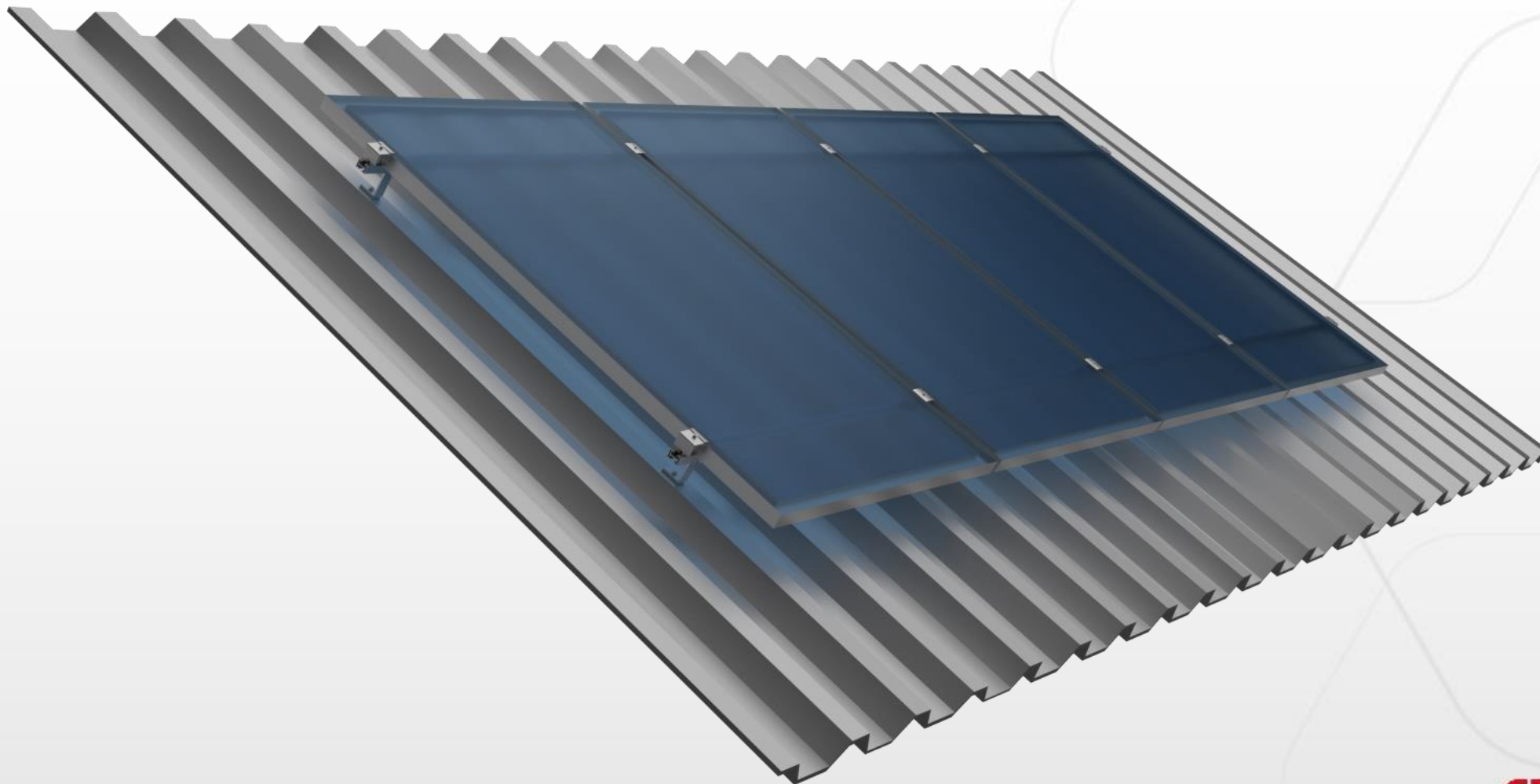
ESTRUTURAS SOLARES

+700 MW

**Fornecidos em
Estruturas Fotovoltaicas
para Geração Distribuída**

Suportes para Telha Ondulada

Telhado



Auto brocante "Z"

Suportes para telha metálica



Composição dos kits



Kit Auto brocante "Z"



Perfil "H"



Auto brocante "Z"



Mid Clamp



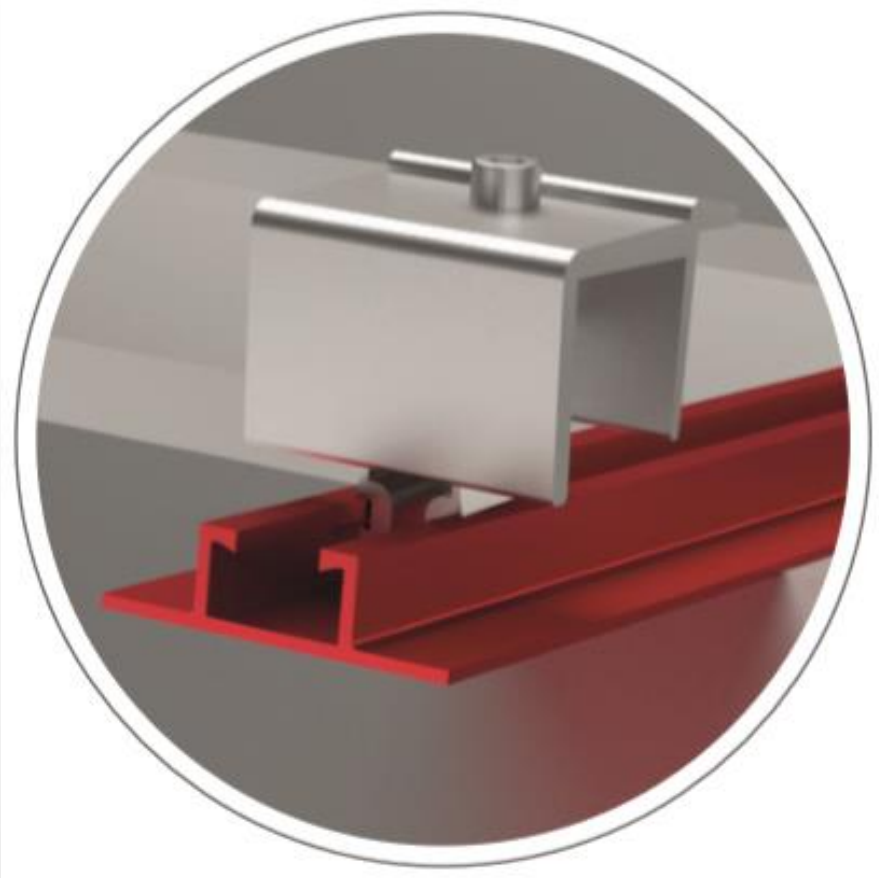
End Clamp

2 Módulos	2 perfis de 2,15 m	6 fixadores	2	4
4 Módulos	2 perfis de 4,15 m	8 fixadores	6	4
Matéria prima	Alumínio 6063-T6	Aço carbono galvanizado a fogo	Alumínio 6063-T6	Alumínio 6063-T6

- Suporte de fixação com boa relação custo benefício (preço x tempo de instalação);
- Impermeabilização garantida por borracha nitrílica (parafuso auto brocante);
- A fixação é feita por baixo do perfil de alumínio;
- Transfere a carga para telha e para a viga;
- Suporte para Telha metálica ou Fibrocimento.

Perfil Plano

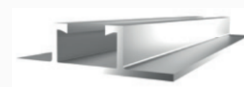
Suportes para telha metálica



Composição dos kits



Kit Perfil Plano



Perfil Plano



Paraf. auto brocante



Mid Clamp



End Clamp

2 Módulos	6 perfis de 55 cm	24 parafusos	2	4
4 Módulos	10 perfis de 55 cm	40 parafusos	6	4
Matéria prima	Alumínio 6063-T6	Aço carbono galvanização eletrolítica	Alumínio 6063-T6	Alumínio 6063-T6

- Suporte de fácil aplicação, pois dispensa o uso de ganchos intermediários;
- Esse perfil pode ser colado ou parafusado com parafuso auto brocante;
- Impermeabilização garantida por fita EPDM, incluso no kit;
- Suporte para Telha metálica.

Rosca Dupla

Suportes para telha fibrocimento



Composição dos kits

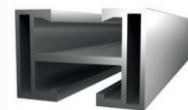


Kit Rosca Dupla

2 Módulos

4 Módulos

Matéria prima



Perfil "H"

2 perfis de 2,15 m

2 perfis de 4,15 m

Alumínio 6063-T6



Rosca Dupla

6 fixadores

8 fixadores

Aço carbono
galvanizado a fogo



Mid Clamp

2

6

Alumínio 6063-T6



End Clamp

4

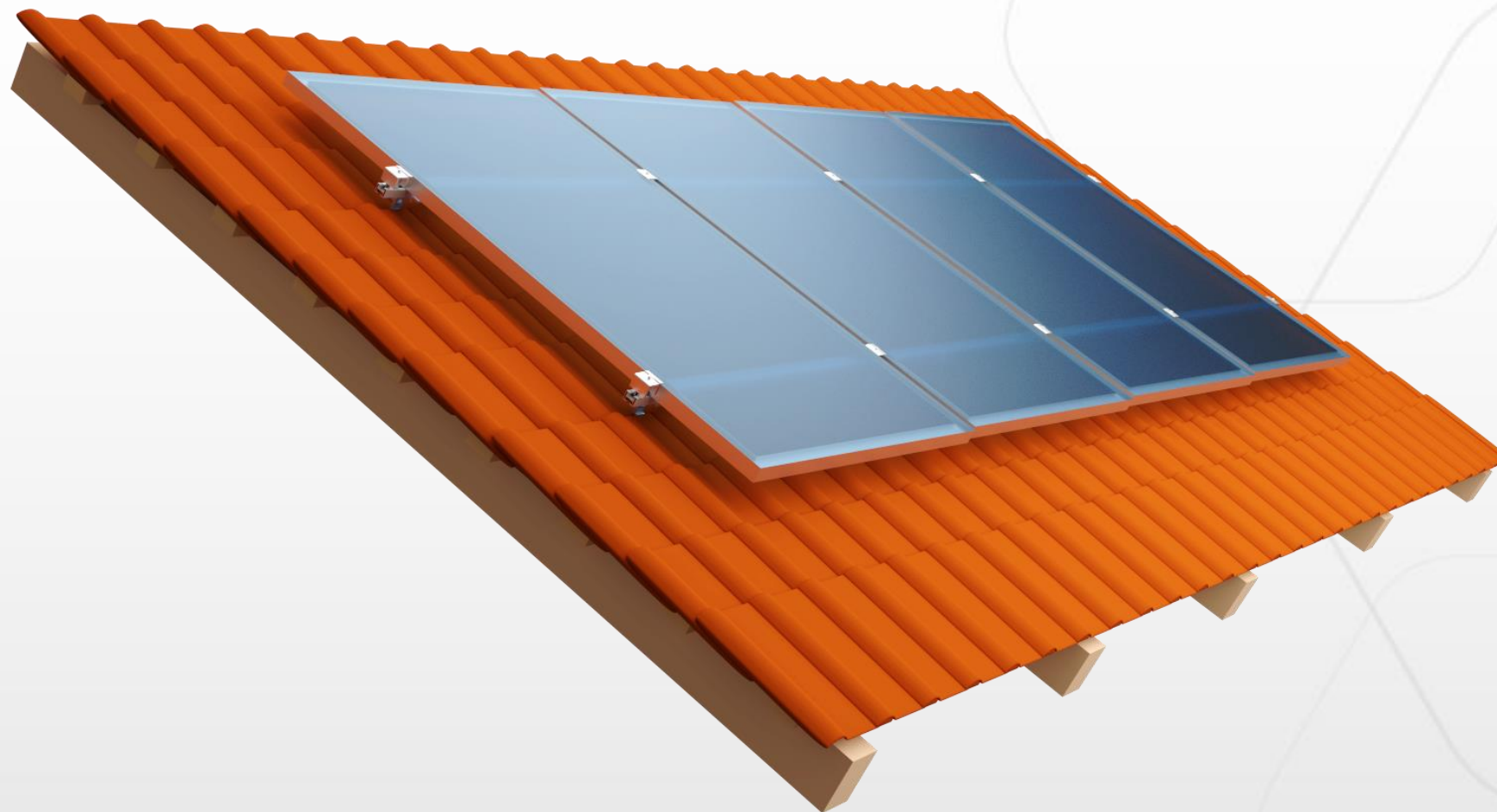
4

Alumínio 6063-T6

- Suporte de fixação com boa relação custo benefício (preço x tempo de instalação);
- Impermeabilização garantida por vedação de borracha (parafuso rosca dupla);
- A fixação é feita por baixo do perfil de alumínio;
- Transfere a carga diretamente à viga do telhado;
- Suporte indicado para telhas com vigeamento em madeira.

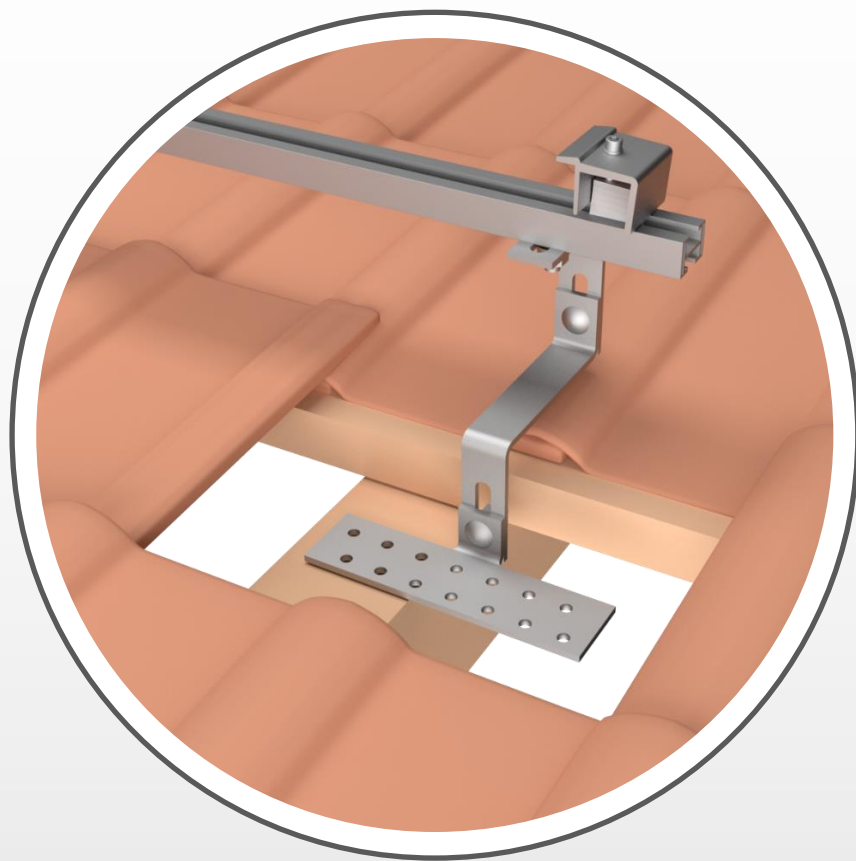
Suportes para Telha Cerâmica

Telhado



Gancho TC - RS 281

Suportes para telha colonial



Composição do kit

 Kit Gancho TC RS281	 Perfil "H"	 Gancho TC RS281	 Mid Clamp	 End Clamp
2 Módulos	2 perfis de 2,20 m	6 fixadores	2	4
4 Módulos	2 perfis de 4,20 m	8 fixadores	6	4
Matéria prima	Alumínio 6063-T6	Aço carbono galvanizado a fogo	Alumínio 6063-T6	Alumínio 6063-T6

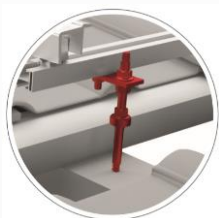
- Suporte de fixação com boa relação custo benefício (preço x tempo de instalação);
- O gancho não possui aba, proporcionando um melhor encaixe em telhas abauladas;
- Possui ajuste de nível, permitindo a instalação na parte alta da telha;
- A fixação é feita por baixo do perfil de alumínio;
- Transfere a carga diretamente à viga do telhado.

Rosca Dupla

Suportes para telha colonial



Composição dos kits

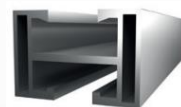


Kit Rosca Dupla

2 Módulos

4 Módulos

Matéria prima



Perfil "H"

2 perfis de 2,15 m

2 perfis de 4,15 m

Alumínio 6063-T6



Rosca Dupla

6 fixadores

8 fixadores

Aço carbono
galvanizado a fogo



Mid Clamp

2

6

Alumínio 6063-T6



End Clamp

4

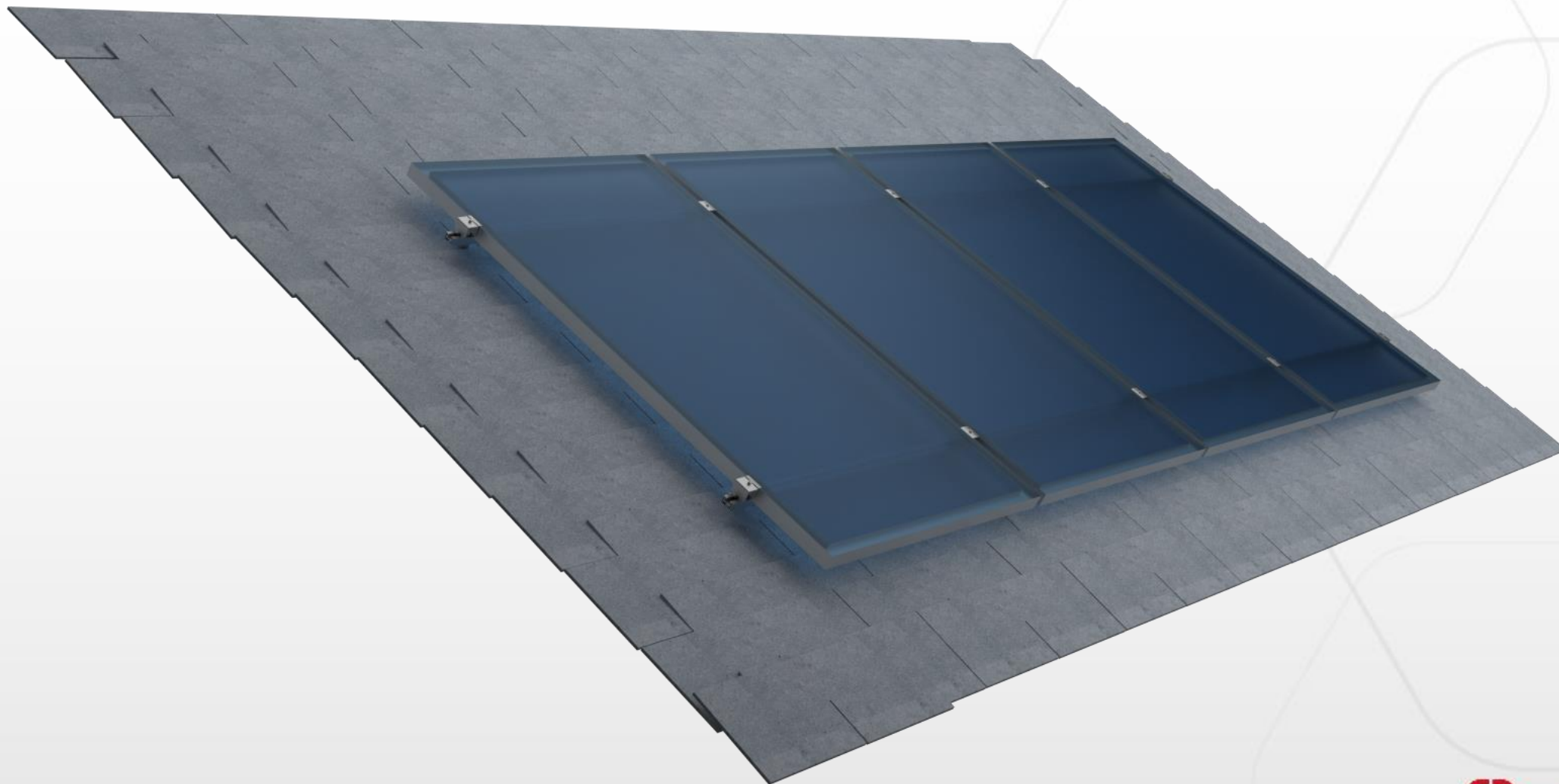
4

Alumínio 6063-T6

- Suporte de fixação com boa relação custo benefício (preço x tempo de instalação);
- Impermeabilização garantida por vedação de borracha (parafuso rosca dupla);
- A fixação é feita por baixo do perfil de alumínio;
- Transfere a carga diretamente à viga do telhado;
- Suporte indicado para telhas com vigamento em madeira.

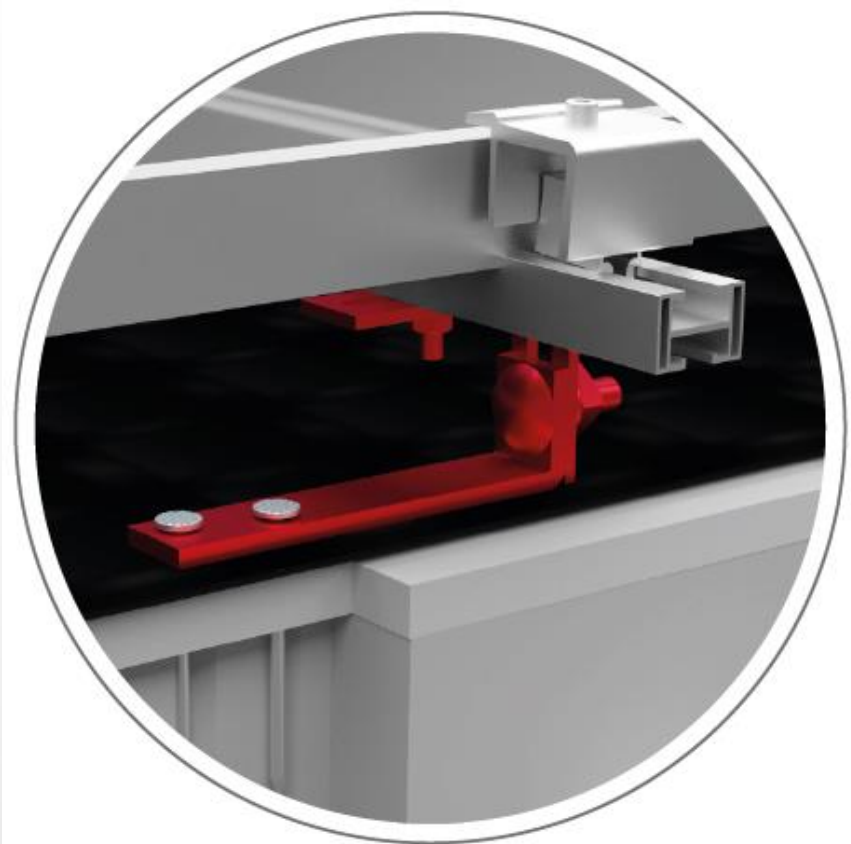
Suportes para Telha Shingle

Telhado



Gancho TSI

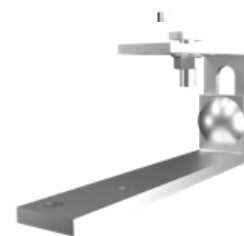
Suportes para telha shingle



Composição dos kits



Perfil "H"



Mid Clamp



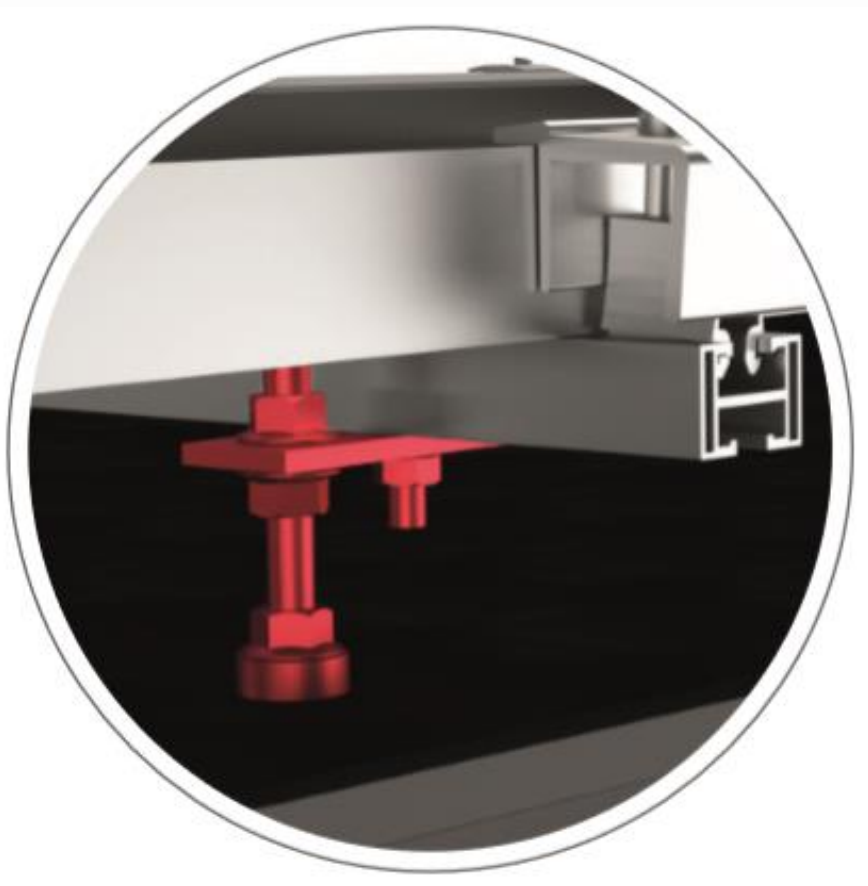
End Clamp

2 Módulos	2 perfis de 2,15 m	6 fixadores	2	4
4 Módulos	2 perfis de 4,15 m	8 fixadores	6	4
Matéria prima	Alumínio 6063-T6	Aço carbono galvanizado a fogo	Alumínio 6063-T6	Alumínio 6063-T6

- Suporte de fixação com boa relação custo benefício (preço x tempo de instalação);
- A fixação é feita por baixo do perfil de alumínio;
- Transfere a carga diretamente à viga do telhado.

Rosca Dupla

Suportes para telha shingle



Composição dos kits



Kit Rosca Dupla



Perfil "H"



Rosca Dupla



Mid Clamp

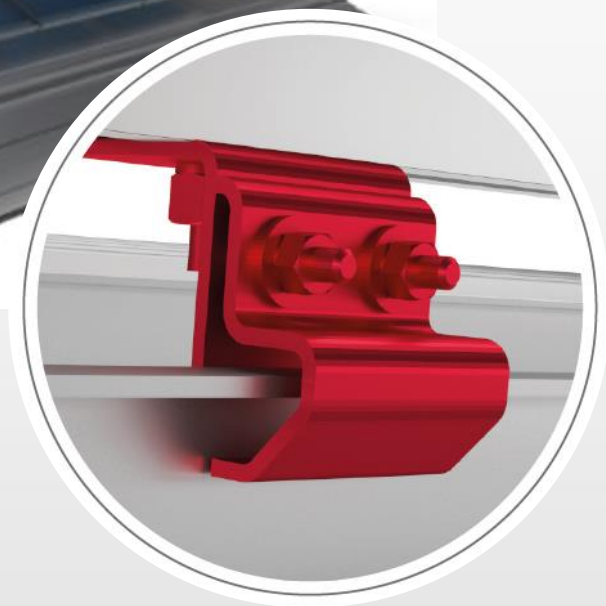


End Clamp

2 Módulos	2 perfis de 2,15 m	6 fixadores	2	4
4 Módulos	2 perfis de 4,15 m	8 fixadores	6	4
Matéria prima	Alumínio 6063-T6	Aço carbono galvanizado a fogo	Alumínio 6063-T6	Alumínio 6063-T6

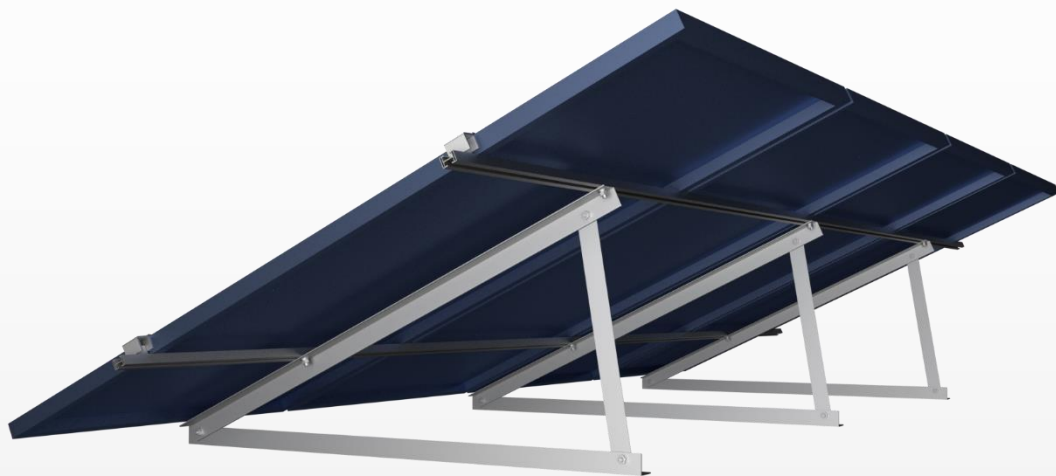
- Suporte de fixação com boa relação custo benefício (preço x tempo de instalação);
- Impermeabilização garantida por vedação de borracha (parafuso rosca dupla);
- A fixação é feita por baixo do perfil de alumínio;
- Transfere a carga diretamente à viga do telhado;
- Suporte indicado para telhas com vigamento em madeira.

Telha Zipada – RS 215



- A fixação do suporte telha zipada é feita diretamente na telha, transferindo a carga para a mesma;
- O suporte não prejudica a vedação do telhado, pois não é necessário perfurar para fixar;
- O sistema contém o perfil H, solução com o dimensional otimizado, onde a fixação é feita pela parte inferior do perfil.

Laje de concreto e telhado angular – RS 186



- O suporte possui base triangular em alumínio com ângulos variáveis:
5° / 15° / 25°
- O sistema contém o perfil H, solução com dimensional otimizado, onde a fixação é feita pela parte inferior do perfil.

Opções de fixação:

Laje de concreto

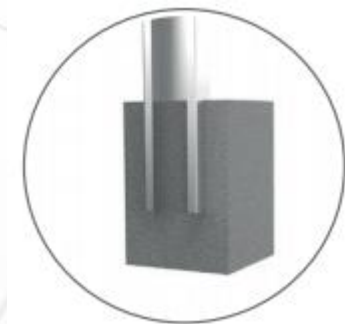
- Parafuso Parabolt
- Bloco / dormente de concreto
- Adesivo / cola industrial

Telhado Angular

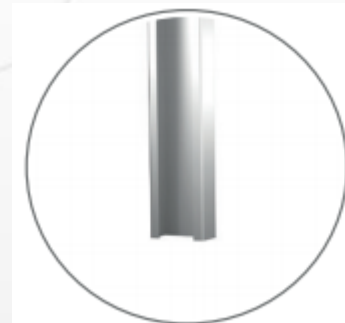
- Gancho de fixação para telha
- Parafuso Rosca Dupla

Mesa Solar Monoposte (Múltiplos de 4 Painéis) – RS 232

Solo – Estrutura Fixa



Concreto

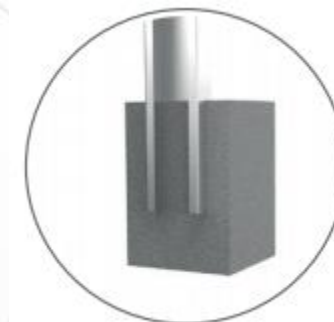


Estaca

- Desenvolvido com ângulos reguláveis entre 5° e 30° e com dimensionamento em múltiplos de 4 módulos;
- O projeto segue as NBRs 8800, 6123, 6323, 14643 e ISO 9223;
- Garantia de 25 anos contra corrosão em ambientes classe C3 (ISO 9223), e de 10 anos contra defeitos de fabricação.

Mesa Solar Monoposte (Múltiplos de 10 Painéis) – RS 230

Solo – Estrutura Fixa



Concreto



Estaca

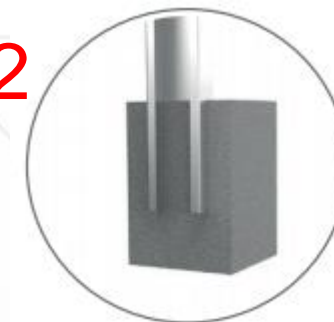
- Projeto desenvolvido com ângulos reguláveis entre 5°, 10°, 15°, 20°, 25° e 30° e com dimensionamento em múltiplo de 10 módulos;
- Possui menos pontos de cravação, garantindo uma instalação mais rápida;
- Garantia de 25 anos contra corrosão em ambientes classe C3 (ISO 9223), e de 10 anos contra defeitos de fabricação;
- Opções de estruturas com perfis em alumínio ou aço galvanizado;
- O projeto segue as NBRs 8800, 6123, 6323, 14643 e ISO 9223.

Mesa Solar Bi-poste (Múltiplos de 10 Painéis) – RS 062

Solo – Estrutura Fixa



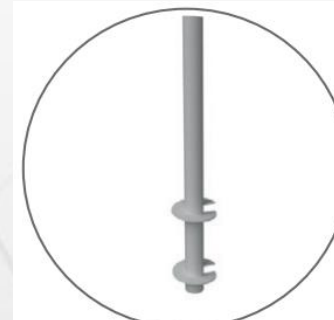
- Permite maior flexibilidade no arranjo de linhas e colunas dos painéis;
- Opções de estruturas com perfis em alumínio ou aço galvanizado;
- O projeto segue as NBRs 8800, 6123, 6323, 14643 e ISO 9223;
- Garantia de 25 anos contra corrosão em ambientes classe C3 (ISO 9223);
- Garantia de 10 anos contra defeitos de fabricação.



Concreto



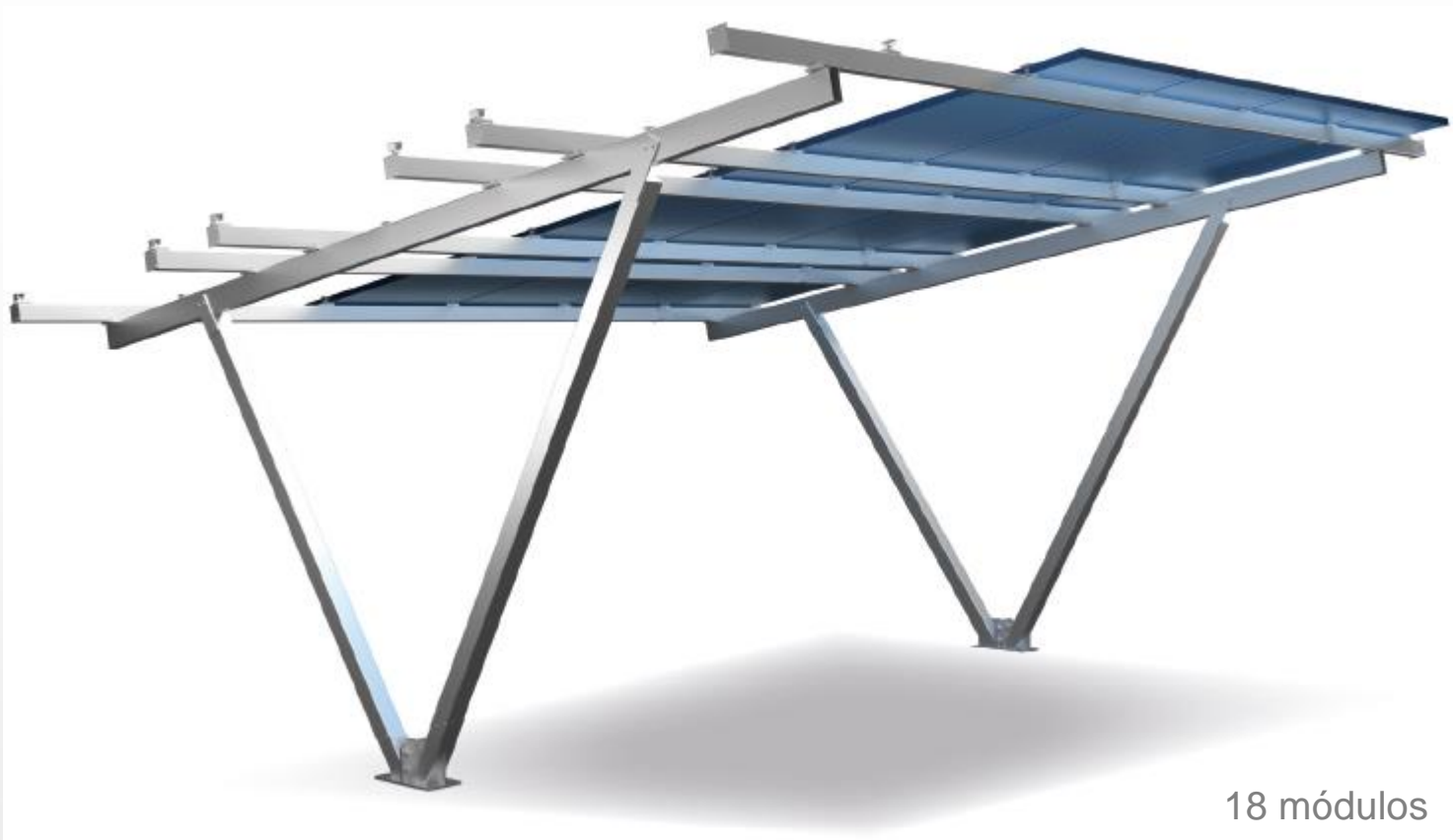
Estaca



Haste helicoidal

Garagem Tubular – RS 252 (2 vagas) Extensor 15 módulos

Carport



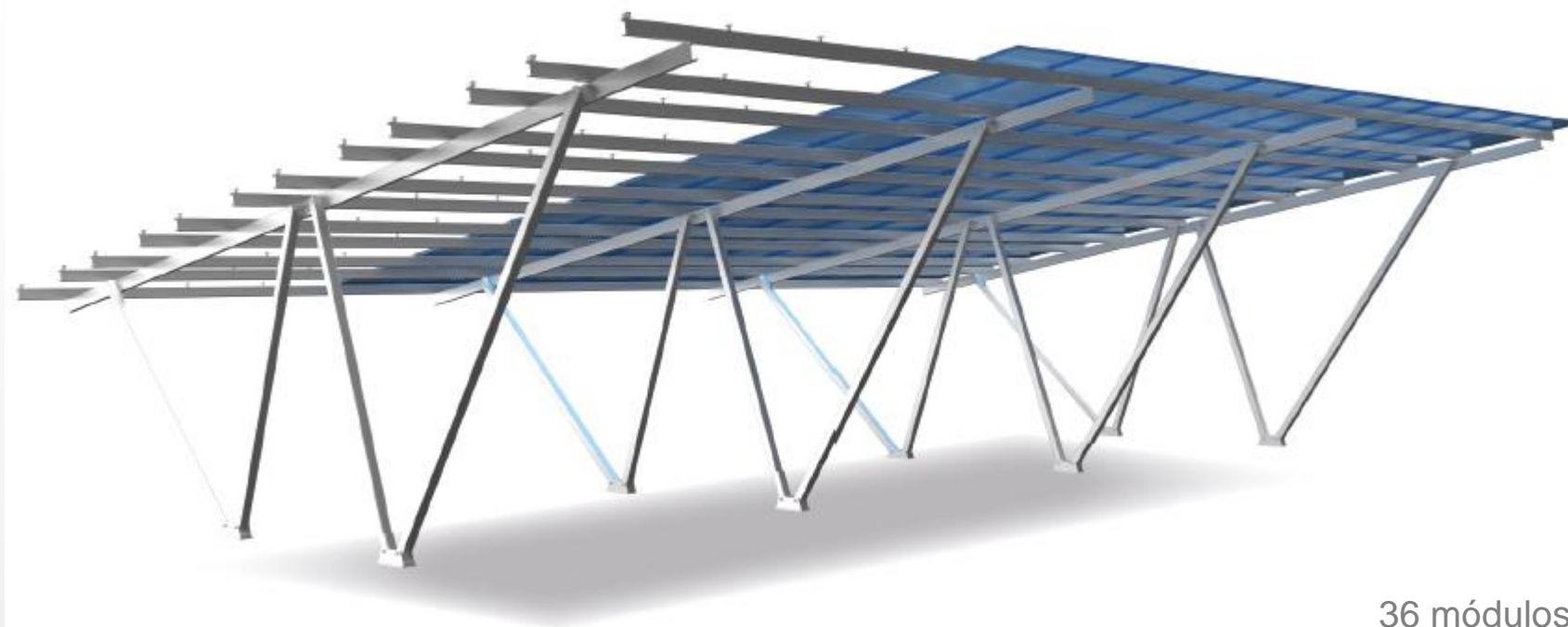
18 módulos

- Projeto de excelente relação custo x benefício;
- Inclinação dos módulos de 10°;
- Fácil instalação, pois dispensa o uso de guincho;
- Estrutura de garagem modular, permitindo a expansão sem a necessidade de alteração estrutural;
- Estruturas tubulares em aço galvanizado a fogo;
- Sistema de fixação dos módulos em alumínio e aço inox;
- Permite o acoplamento de vedação*.

* *Item opcional.*

Garagem Dupla Trelaçada – RS 268 (12 vagas) Extensor 30 módulos

Carport



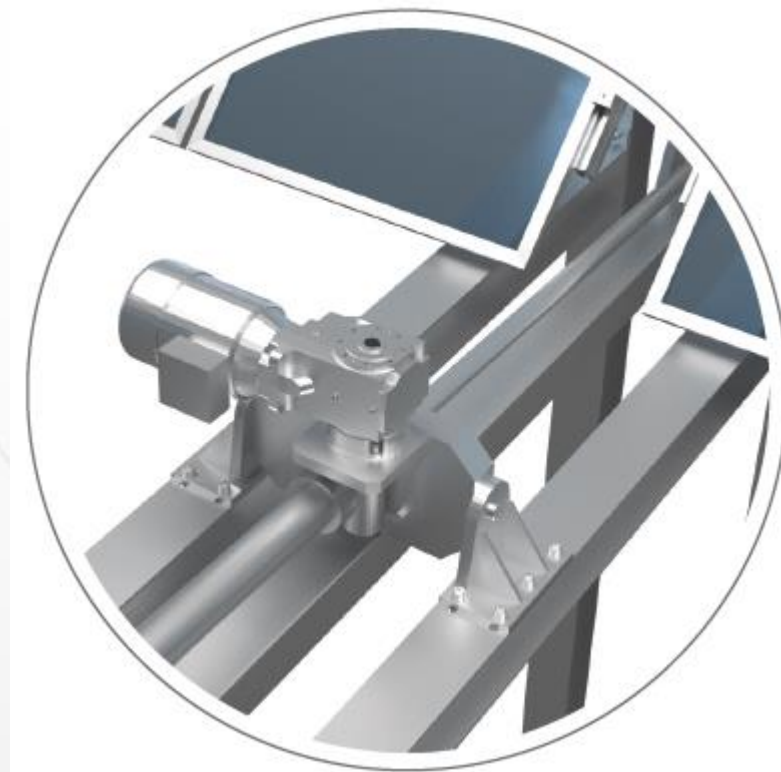
36 módulos

- Fácil instalação, pois dispensa o uso de guincho;
- Inclinação dos módulos de 10°;
- Estrutura em aço galvanizado a fogo;
- Sistema de fixação dos módulos em alumínio e aço inox;
- O projeto de garagem Dupla Trelaçada, possui lances maiores, permitindo instalação de mais módulos fotovoltaicos;
- Permite o acoplamento de vedação*.

** Item opcional*

Seguidor de um eixo horizontal – RS 173

Solo - Tracker



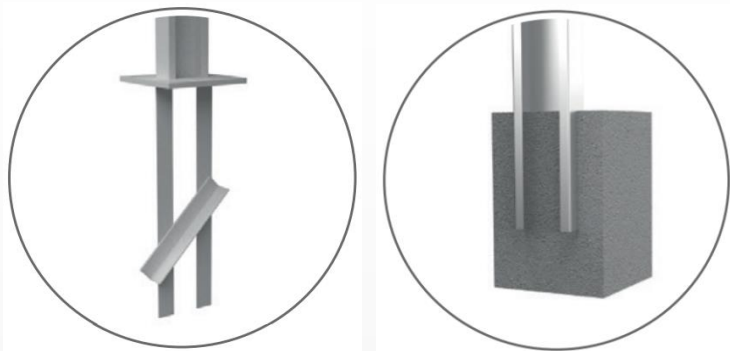
- Movimentação de até 640 módulos em terreno plano;
- Projeto com acionamento linear eletromecânico com motor de alta eficiência de 0,5 cv reversível;
- Possui movimento de giro amplo - 90° (+/-45°) e fácil integração e comunicação com sistemas SCADA por meio de protocolo Modbus (TCP/IP);
- O algoritmo de backtracking é configurável para cada seguidor solar.



Fundações

Estruturas de solo

Concreto



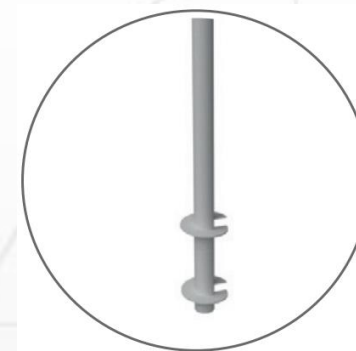
- Indicado para solos frágeis, alagadiços, arenosos e pedregosos;
- Ótima opção quando não se tem estudo detalhado do solo ou maquinário especial para realizar a cravação;
- Profundidade média de até 1,5 metros.

Estaca



- Indicado para solos argilosos e sem a presença de pedras;
- Ótima opção para solos com boa profundidade de cravação;
- Profundidade média de 1,8 a 2,5 metros.

Haste helicoidal



- Indicado para solos argilosos e sem a presença de pedras;
- Ótima opção para solos sem muita profundidade de cravação;
- Profundidade média de 1,2 a 1,5 metros.

Sistema de emenda

Estruturas Fotovoltaicas

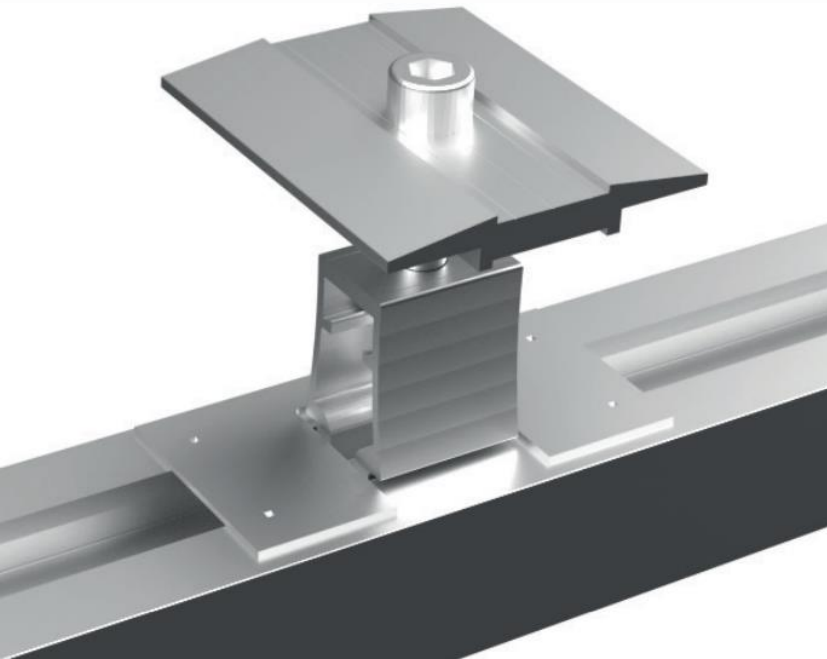


Características

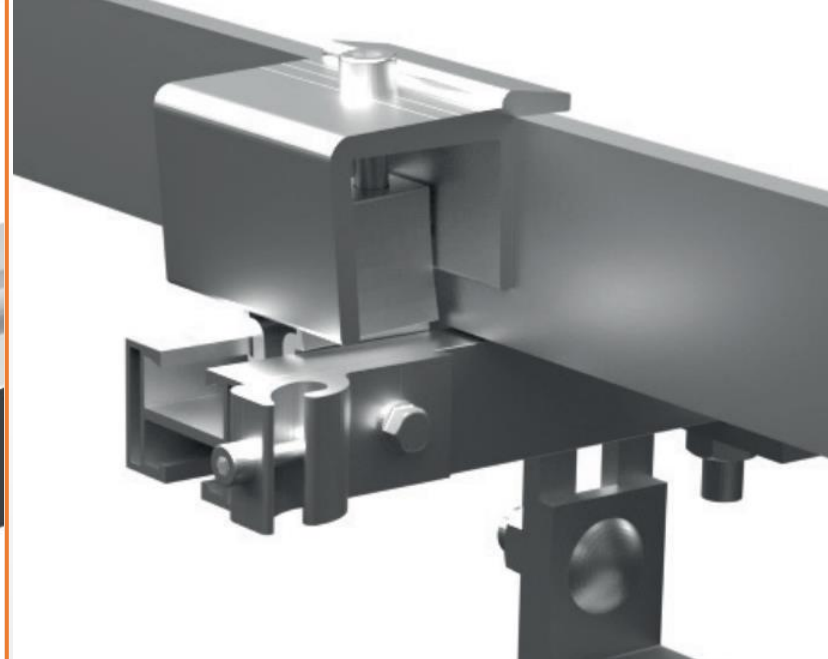
- A emenda garante a continuidade do perfil de alumínio;
- Utiliza-se uma unidade por perfil;
- Travamento é feito por parafusos auto-brocantes;
- Fabricado em alumínio estrutural.

Sistema de aterramento

Estruturas Fotovoltaicas



Chapa de aterramento



Terminal de aterramento

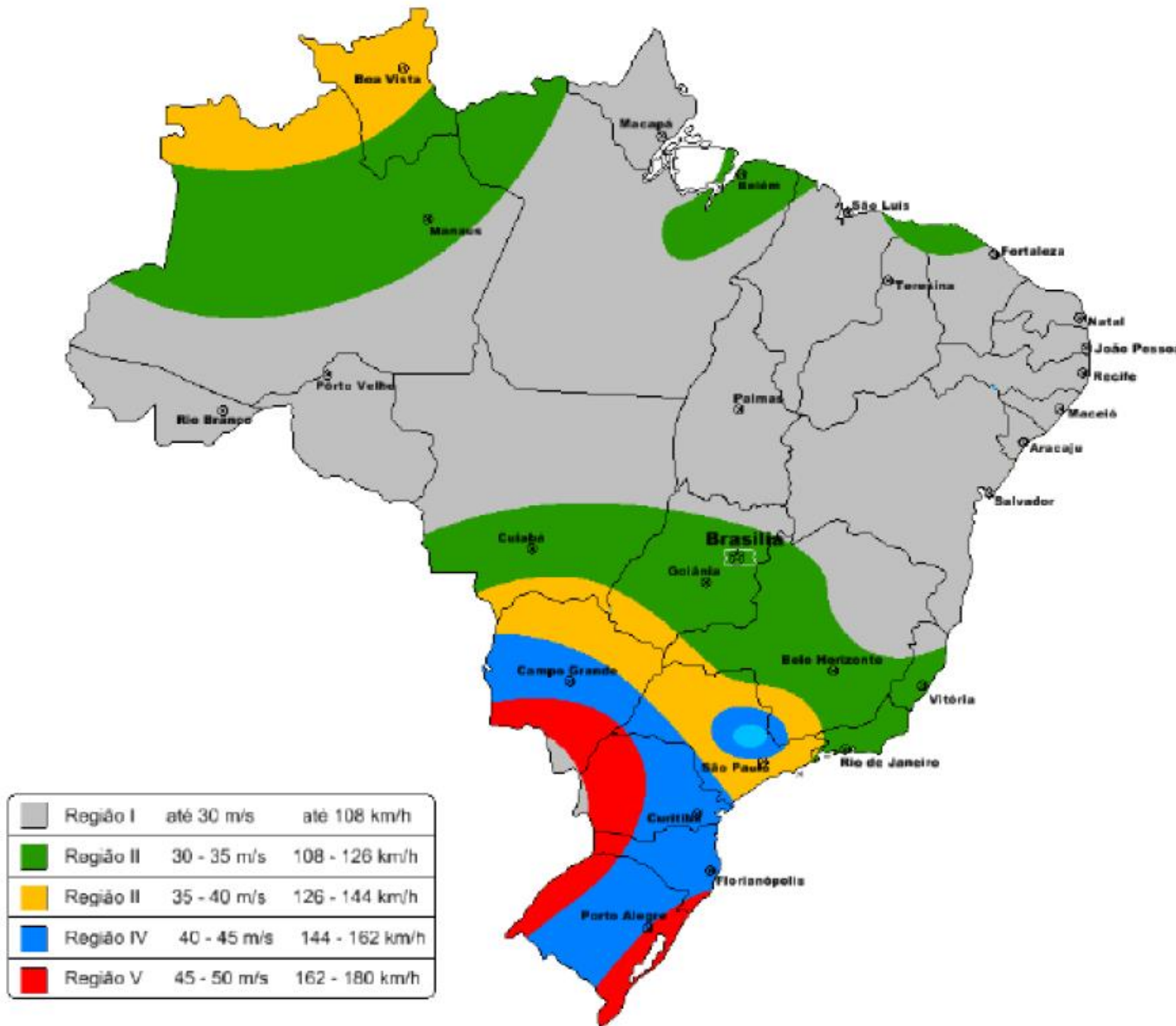
- Fácil instalação das chapas, pois são dispostas abaixo dos painéis (1 chapa por mid-clamp), provendo aterramento entre a placa e o trilho com a ruptura de uma pequena região da camada anodizada;
- Terminal de aterramento de fácil instalação, pois é fixado por parafuso auto-brocante;
- Sistema de aterramento em conformidade com a norma UL 1703, onde a resistência máxima por conexão é de 0.1 Ohm.

PONTOS IMPORTANTES PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO

- Cargas de vento
- Angulação correta
- Nível de corrosão
- Tipos de fundações
- Aterramento

Cargas de vento

NBR 6123



Regiões I e II

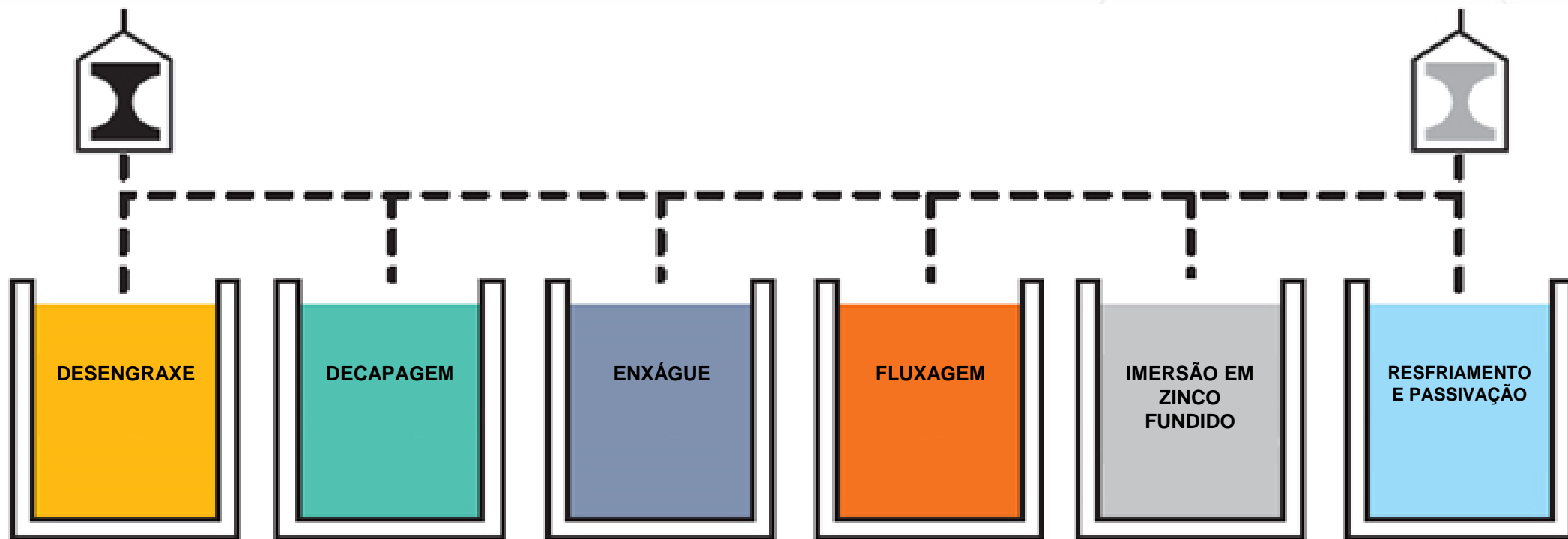
- Cargas de vento entre 30 e 35 m/s (até 126 km/h);
- Estruturas menos robustas em função da carga de vento ser menor;
- O espaçamento entre pés pode ser maior (até 4 metros);
- Em alguns projetos dimensionamos até três fileiras de módulos em posição retrato por mesa.

Regiões III, IV e V

- Cargas de vento entre 35 e 50 m/s (até 180 km/h);
- Estruturas mais robustas em função da carga de vento ser maior;
- O espaçamento entre pés é menor, entre 2,5 e 3,2 metros;
- Dimensionamos duas fileiras de módulos em posição retrato por mesa.

Galvanização

Galvanização própria a fogo



Tirar o óleo proveniente do molde

Banho clorídrico para tirar ferrugem ou carepa do aço

Para retirar o aço clorídrico

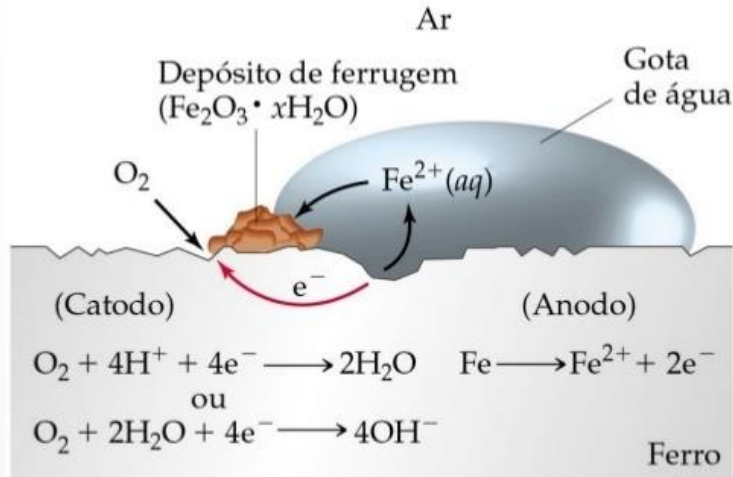
Para quebrar a tensão superficial do zinco, garantindo uma galvanização uniforme

Imersão do aço até atingir a espessura desejada

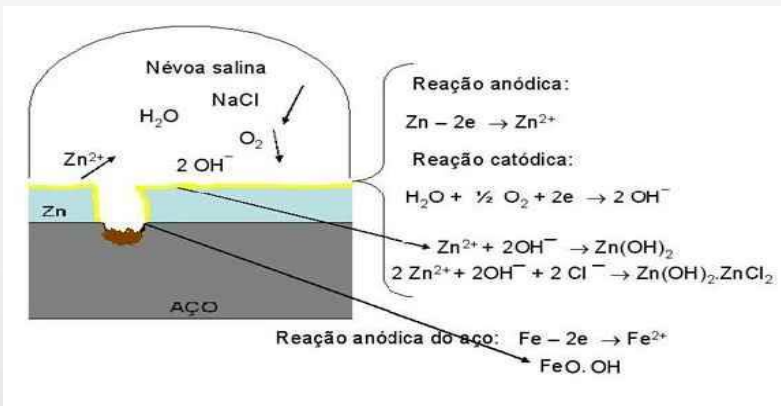
Processo final para criar camada de óxido superficial que garantirá melhor proteção

Corrosão

Estruturas Fotovoltaicas



Processo de corrosão



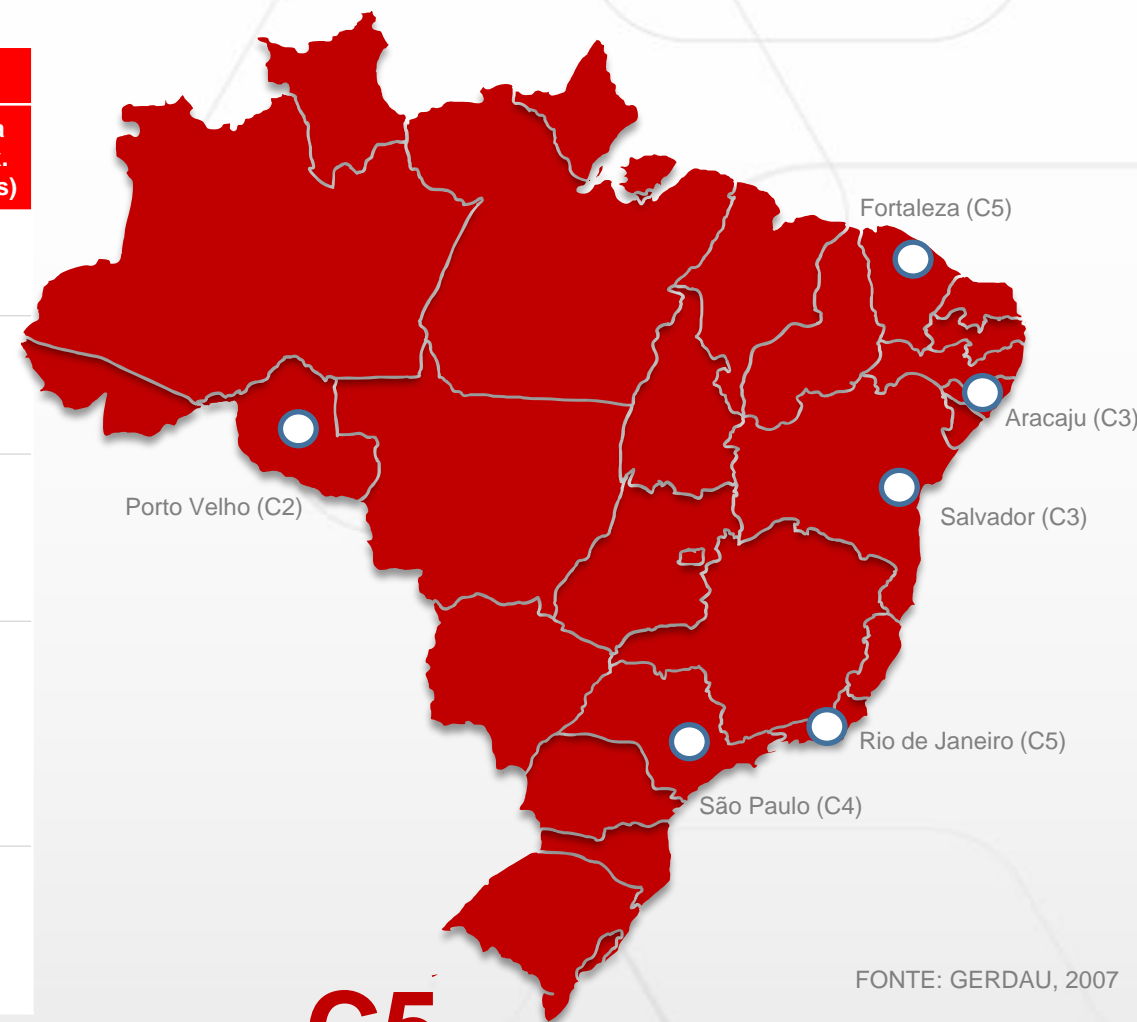
Proteção das áreas descobertas de até 1 cm²

- O início da corrosão acontece por conta do efeito pilha;
- Água pura não é condutora de eletricidade, portanto para haver a corrosão é preciso que exista outro agente poluidor, para soltar elétrons nessa água e formatar o efeito pilha;
- O processo de galvanização protege esse efeito em áreas descobertas de até 1 cm², através da proteção catódica, onde existe a doação de elétrons de uma área para a outra;
- Quanto fazemos a passivação o aço cria uma micro camada de óxido, que retarda o processo de corrosão do zinco, e o aço só iniciará sua corrosão quando toda camada de zinco tiver se consumido no processo corrosivo.

Taxas de corrosão

NBR 14643

NBR 14643				Camada de 75,00 µm		
Categoria	Corrosividade	Externo	Taxa de corrosão estacionária em µm/ano	vida min. (anos)		vida max. (anos)
C1	muito baixa	zonas secas ou frias, com muita baixa poluição e muito pouco tempo úmido, ex: certos desertos, região ártica e antártica	$V_c \leq 0,05$	1500	$\leq \text{Vida útil} \leq$	N.D
C2	baixa	zona temperada, com ambiente atmosférico com baixa poluição ($\text{SO}_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ex.: áreas rurais, pequenas cidades. Zona seca ou fria, atmosfera com curto tempo de umidade, ex.: desertos, áreas subárticas.	$0,05 \leq V_c \leq 0,5$	150	$\leq \text{Vida útil} \leq$	1500
C3	média	Zonas temperadas, ambiente atmosférico com média poluição (SO_2 : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ até $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou algum efeito de clorídricos, ex.: áreas urbanas, áreas costeais com baixa deposição de clorídricos. Zona tropical e subtropical com baixa poluição atmosférica.	$0,5 \leq V_c \leq 2$	37,5	$\leq \text{Vida útil} \leq$	150
C4	alta	Zona temperada, ambiente atmosférico com alta poluição (SO_2 : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ até $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou efeito substancial de clorídricos. Ex.: áreas urbanas poluídas, áreas industriais, áreas costeais sem spray de água salgada ou exposição ao longo efeito de incidência de sais. Áreas subtropicais e tropicais com atmosfera de média poluição.	$2 \leq V_c \leq 4$	18,75	$\leq \text{Vida útil} \leq$	37,5
C5	muito alta	Zona subtropical, temperada e tropical com poluição industrial muito alta (SO_2 : $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ até $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e/ou significativo efeito de clorídricos. Ex.: áreas industriais, áreas costeais, posições abrigadas na linha costeira.	$4 \leq V_c \leq 10$	7,5	$\leq \text{Vida útil} \leq$	18,75



FONTE: GERDAU, 2007

85%

do Brasil é categoria C3

C2

Somente na região Amazônica

C4

Regiões com muitas indústrias

C5

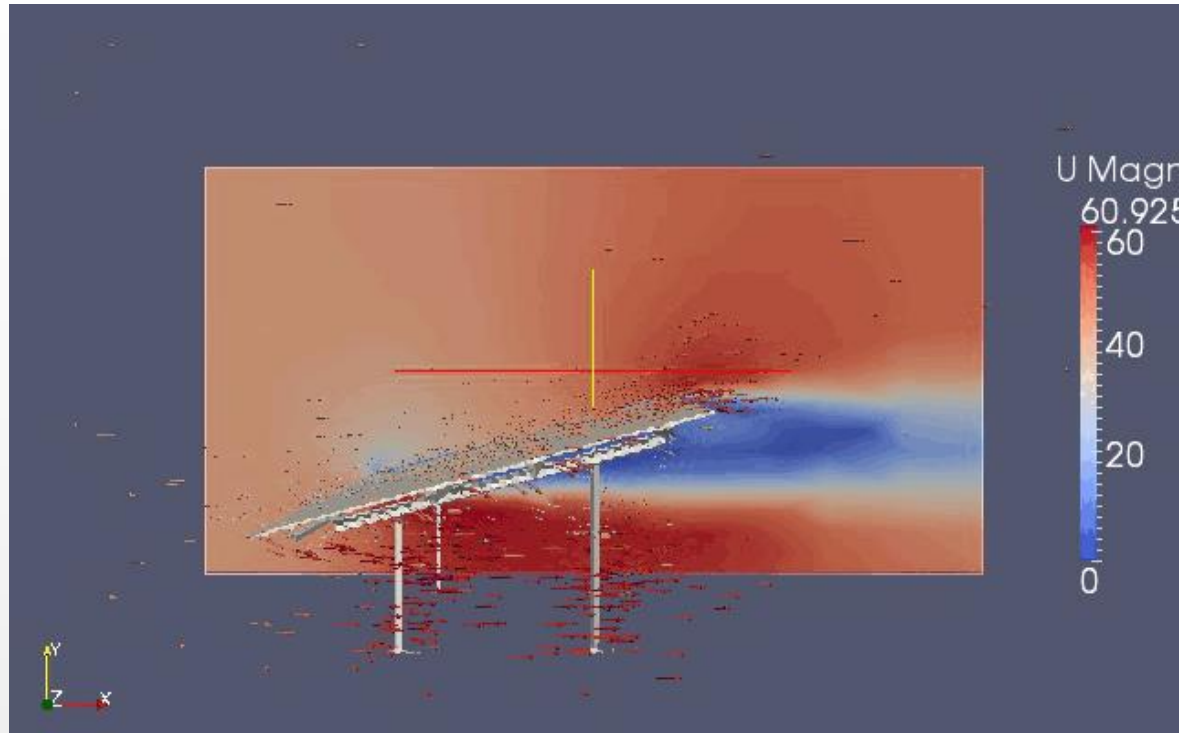
Regiões litorâneas e poluídas

PRÁTICAS ROMAGNOLE

- Normas seguidas
- Simulações em projetos
- Testes aplicados
- Case – Usina FV Romagnole

Normas aplicáveis e validações

Estruturas Fotovoltaicas



NBR 6123

Força devido ao vento em edificações.

NBR 8800

Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto.

NBR 6323

Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação.

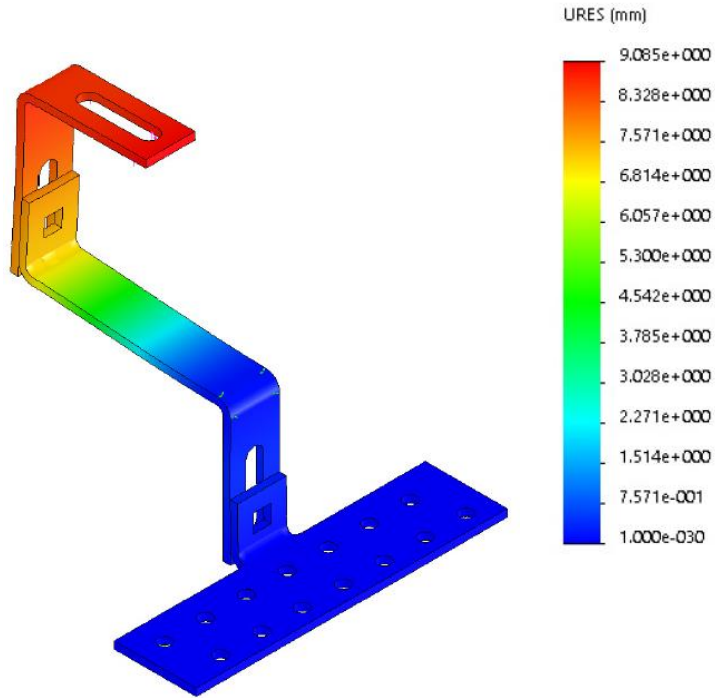
NBR 14643

Corrosão atmosférica - Classificação da corrosividade de atmosferas.

Simulações em Projetos

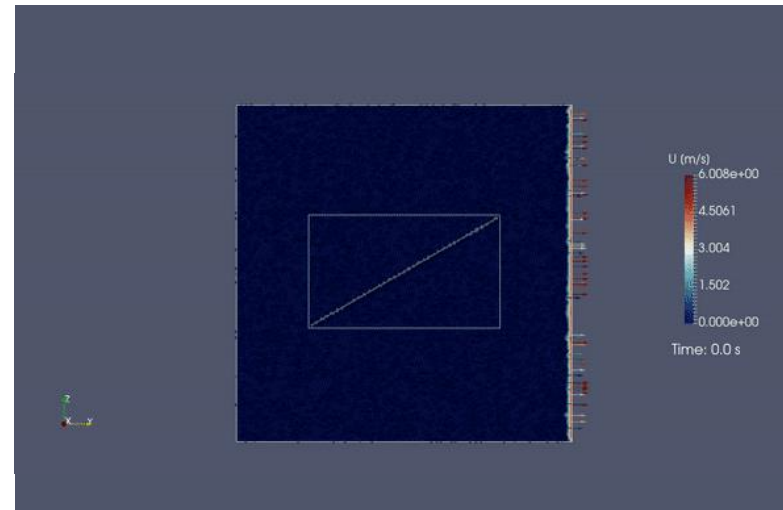
Estruturas Fotovoltaicas

Tensão



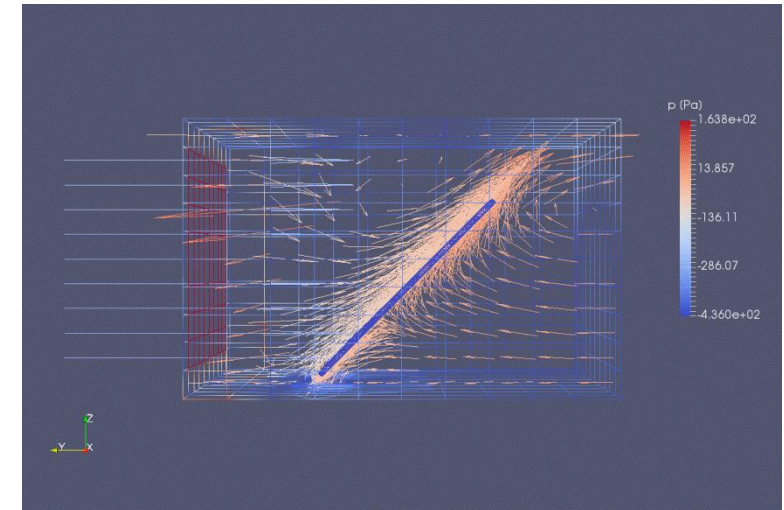
A simulação de tensão é feita para mapear quais são os pontos críticos, e garantir sua resistência em cenários extremos (ex.: sobrecargas de vento).

Cargas de vento



A simulação de carga de vento garante que a estrutura estará apta para aguentar as cargas de vento dimensionadas em cada localidade.

Vorticidade



Nossa estrutura está adequada a solicitação de vibração causada pelos vórtices, provando que a mesma não soltará peças durante o carregamento de vento e não correrá perigo de entrar em ressonância.

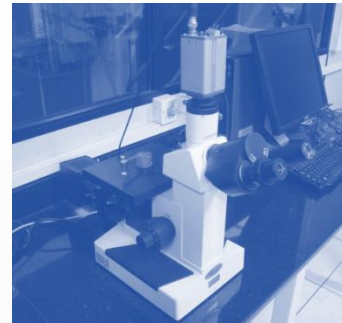
Testes aplicados

Estruturas Fotovoltaicas



Salt Spray

Teste onde as estruturas são submetidas a um spray de sal durante 168h, para verificar a efetividade da cobertura galvânica.



Microscópio metalográfico

Verifica a conformidade ou defeitos dos grãos cristalinos nos quais os metais base são constituídos.



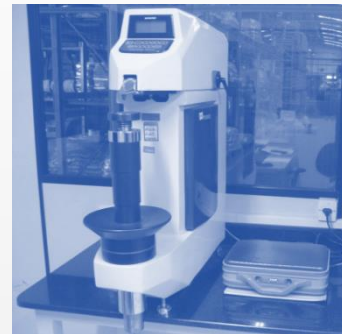
Medidor de camada de zinco

Mede a espessura da camada de zinco formada após a galvanização.



Célula de carga portátil

Teste feito para medir a força suportada de uma estrutura até ser arrancada do solo.



Durômetros

Mede a dureza do metal, para verificar conformidades com a norma.



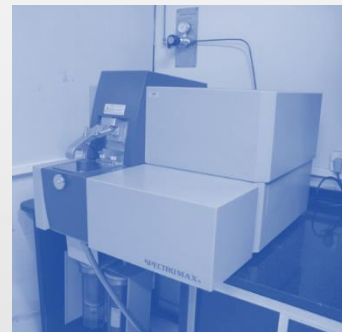
Máquina de ensaio universal

Utilizada para testar a resistência do componente, sendo que para telhados é feita uma montagem do conjunto suporte, trilho e clamps e aplicada a carga estática equivalente ao vento que a estrutura seria submetida. Também é testada a resistência mecânica de todos os componentes individualmente.



Projektor de perfil

Possibilita a medição de pequenas medidas, que não seriam possíveis por outros instrumentos de medição.



Análise espectral química

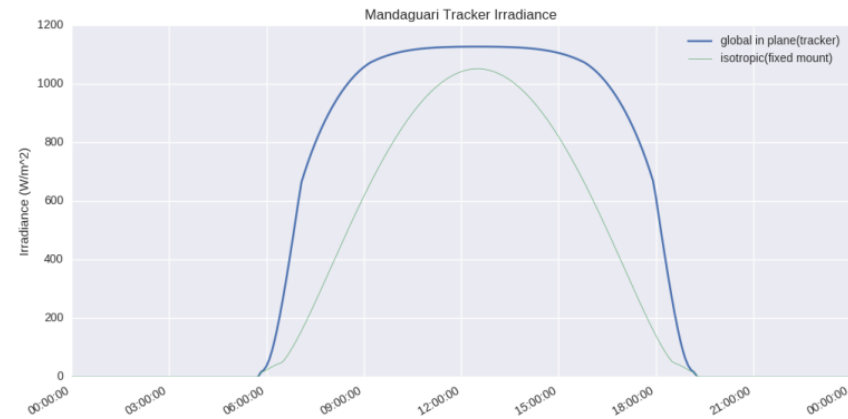
Análise da composição química dos materiais férricos.

Usina experimental Romagnole

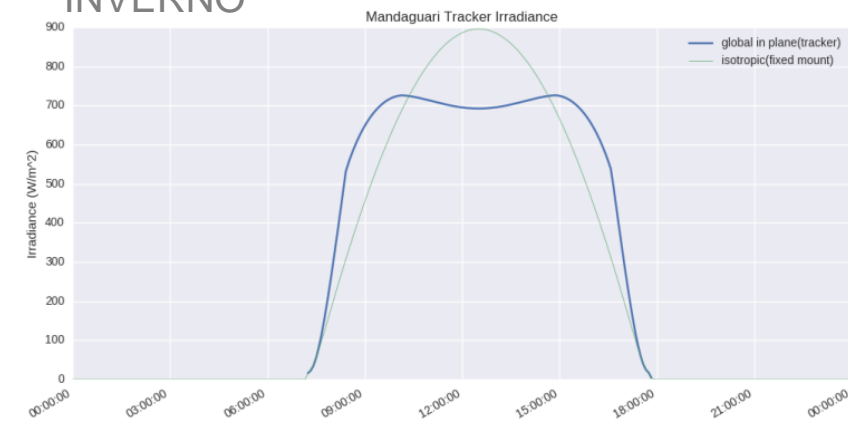
Tracker x Fixo



VERÃO



INVERNO



Módulos de 320 Wp montados em estrutura fixa e estrutura Tracker.

Objetivos

- Comprovação dos rendimentos obtidos por simulação numérica;
- Avaliação do comportamento do equipamento ao longo do tempo.

Rendimento entre 20%-30% a mais que estruturas fixas instaladas no mesmo local (simulações p/ Brasil)



ROMAGNOLE

www.romagnole.com.br

