

ANEXO 17 - 12



TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PIAUÍ
SUPERINTENDÊNCIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

PROJETOS COMPLEMENTARES EXECUTIVOS

MEMORIAL FOTOVOLTAICO

SETEMBRO/ 2019

MEMORIAL DESCRITIVO DE INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA
TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PIAUÍ
FÓRUM DE CANTO DO BURITI



1-MEMORIAL DESCRITIVO

Cliente: Tribunal de Justiça do Estado do Piauí – Fórum de Canto do Buriti;

Endereço: Praça Santana, 227, Centro, Canto do Buriti – Piauí;

Finalidade do projeto: Geração de energia fotovoltaica;

Potência do gerador: 29,7kWp;

Engenheiro Responsável: Hércules Lima de Medeiros;

Número CREA: 1907230971.

Conceitos gerais:

- Fonte geradora: Módulos fotovoltaicos do tipo Poli Cristalino (Si-Poly) que possuem como matéria prima o silício que através de reação com a luz solar produz energia.
- Fixação: Suportes de alumínio compostos por partes de aço inoxidável e galvanizado realizam a fixação da fonte geradora sobre o telhado do imóvel.
- Cabeamento: Cabos próprios para energia fotovoltaica com diâmetro nominal de 6mm² serão utilizados para a conexão entre os módulos e o inversor. Tais cabos são projetados para trabalhar externamente.
- Conexão: As conexões são realizadas através de conectores do tipo MC4 afim de reduzir emendas que possam apresentar mal contato através do tempo.
- Transformação: A fonte gera energia no padrão CC e se faz necessária a conversão e sincronização desta energia gerada com a energia fornecida pela rede, sistema esse que recebe o nome de On-grid e utiliza-se de um inversor próprio para esta função.
- Proteção: O sistema é protegido por uma caixa elétrica conhecida como String-box. Após o inversor existe um quadro de proteção com disjuntor e DPS conforme planta de projeto de instalações de fotovoltaicas.
- Aterramento: Todo o sistema é devidamente aterrado a fim de dar a proteção necessária ao sistema ao longo de sua via útil.

2 – NORMAS TÉCNICAS

- **ABNT NBR 5410:2004**, Instalações elétricas de baixa tensão.

- **ABNT NBR 16149:2013**, Sistemas Fotovoltaicos (FV) – características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.

3 – PONTO DE CONEXÃO

O ponto de conexão com a rede é o local onde a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos e transformada pelo inversor será injetada na rede seu posicionamento é de grande importância para que possamos acompanhar o sentido da corrente e direcionar a energia gerada da melhor maneira.

O ponto de injeção da energia gerada será diretamente nas fases principais (L1, L2 e L3) localizadas no quadro de distribuição principal, o ponto de conexão está localizado a aproximadamente 30 metros do quadro de medição e proteção geral, e a aproximadamente 20 metros do inversor que fornecerá a energia.

4 – ATERRAMENTO

A edificação possui malhas de aterramento dimensionadas para o sistema de proteção contra descargas atmosféricas conforme projeto e memorial de SPDA. Todo o sistema será conectado a malha de aterramento.

Os cabos de aterramento dos módulos fotovoltaicos são próprios para instalação externa sujeitos a insolação e intempéries causadas pelo tempo. A bitola para aterramento entre as estruturas metálicas e os string box é de 6mm² conforme recomendado pela IEC/TS 62548:2013 (norma elaborada pela comissão de Estudo CE03:064.01 do COBEI). A conexão entre a moldura dos módulos e o cabo terra é executada por terminais de fixação, afim de garantir a qualidade do aterramento, é feito a quebra do anodizado da estrutura metálica para maior segurança do aterramento.

5 – DADOS GERAIS DO SISTEMA

Potência total: 29,7 kWp

Placa Fotovoltaica

Dados gerais

<i>Fabricante</i>	Canadian Solar Inc.
-------------------	---------------------



PROJETOS & CONSULTORIA

Modelo	MODULO FV CANADIAN 72 CELLS 330W POLY 1500V F16 - MAIO 2019
Tipo de Célula	Polycrystalline
Número de Células	72
Tipo de Conexão	mc4
Comprimento	1.96 M
Largura	0.992 M
Altura	0.035 M
Datasheet (PDF)	Visualizar
Dados do STC	
Potência	330 W
Tensão de Operação (Vmp)	37,2 V
Corrente de Operação (Imp)	8,88 A
Tensão de Circuito Aberto (Voc)	45,6 V
Corrente de Curto Circuito (Isc)	9,45 A
Eficiência	0,17%
Temperaturas	
Temperatura Nominal de Operação da Célula (NOCT)	43 °C
Coeficiente de Temperatura (Pmax)	-0,4 % / °C
Coeficiente de Temperatura (Voc)	-0,31 % / °C
Coeficiente de Temperatura (Isc)	0,05 % / °C

Inversor (12,5Kw)

Dados Gerais	
Fabricante	ABB Group
Modelo	Inversor ABB PVI-12.5-TL-OUTD-FS - Trifásico 380V
Tipo de Conexão	mc4
Datasheet PDF	Visualizar
Dados Técnicos	
Potência Nominal	12,5 kW
Número de MPPTs	2
Eficiência	0,98%
Dados de Entrada	
Potência Máxima	12,8 kW
Tensão Máxima	900 V
Corrente Máxima por MPPT	18 A
Tensão Mínima de MPPT	360 V
Tensão Máxima de MPPT	750 V
Fase	3 V
Tensão de Fase	380 V
MPPT Paralelo	0 V
Conexões MPPT	2 V

DADOS DE GERAÇÃO

GERADOR 7,18 kWp

ENERGIA GERADA POR MÊS	4.340 Kwh
IRRADIAÇÃO MÉDIA DIÁRIA (CANTO DO BURITI – PI)	5,80 KWh/dia
QUANTIDADE TOTAL DE MÓDULOS	90
QUANTIDADE TOTAL DE INVERSORES	4

6 – DIMENSIONAMENTO DA GERAÇÃO

A geração foi dimensionada com base na área de cobertura mais favorável para instalação, sendo que o consumo da edificação será maior do que o consumo faturado após ampliação do fórum. Tal dimensionamento utiliza como fonte de dados o portal da Cresesb para obter informações sobre a irradiação e inclinação ideal dos módulos, informações necessárias para podermos calcular e dimensionar corretamente. Neste projeto foi considerado percas por transformação, transmissão, temperatura, poeira e depreciação, o valor total de eficiência do projeto encontrado é de 84%.

- Irradiação diária:

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64	5,64

Para o local onde o sistema será instalado, na latitude - **S** e longitude - **W** de Canto do Buriti encontramos uma irradiação média de **5,68 kWh/m²/dia** em uma inclinação ideal de **4°** ao norte. Foram relacionados 90 módulos fotovoltaicos com potência de 330 Wp cada arranjados em 4 strings divididos entre 4 inversores.

7 – DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O gerador fotovoltaico tem a capacidade de transformar a energia advinda do sol em eletricidade, tal geração ocorre de maneira limpa sendo este um dos vários benefícios desta solução que vem ganhando mais adeptos a cada dia. O gerador trabalha de modo independente não dependendo de nenhum treinamento específico para o cliente, o próprio equipamento realiza a desconexão com a rede em caso de falhas no sistema. Pela sua configuração simples existem uma vasta gama de aplicações para a energia.

COMPOSIÇÃO DA GERAÇÃO:

-Módulos: Gera a energia em CC.

-Inversor: Converte a energia CC em CA (mesma que nós utilizamos) e sincroniza com a rede da companhia.

-Estrutura: suporte para fixação dos módulos.

-Cabeamentos: Cabos específicos para utilização externa, conta com várias proteções.

-Conectores: Conexões especiais para garantir a eficiência e longa vida útil do sistema, também podem ficar expostos.

- String Box.

-Disjuntor CA: Permite o desligamento da energia que vai para a rede habilitando o equipamento para manutenções.

-DPS CA: Realiza a proteção do inversor contra possíveis surtos que possam se propagar através da rede da companhia.

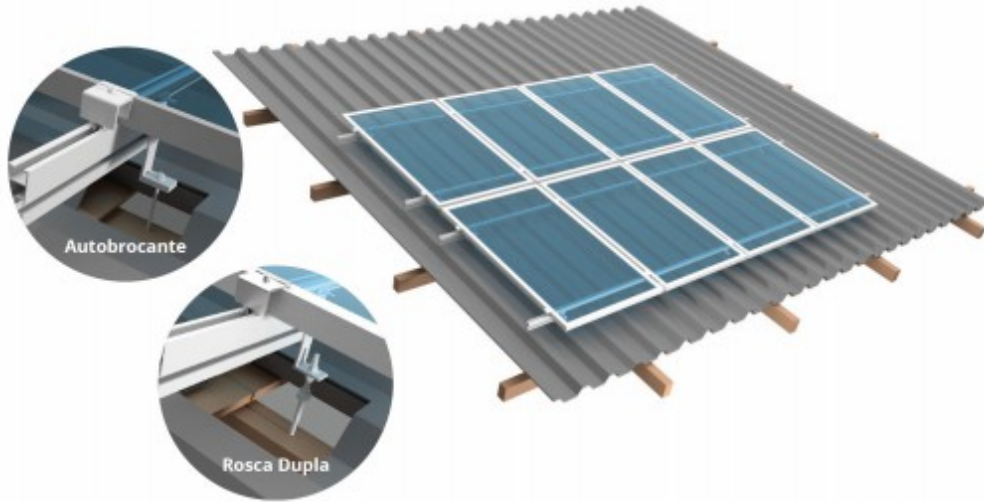
8 – ESTRUTURAS DE APOIO

Os módulos serão fixados através de estruturas metálicas de alumínio anodizado de alta resistência e suportes de aço galvanizado com parafusos em inox. Elas serão montadas diretamente sobre o telhado do fórum com parafusos auto atarraxantes que se fixam na estrutura proporcionando uma alta resistência. Segue abaixo algumas informações disponibilizada pelo fabricante:

- Dimensionamento segundo cargas de vento NBR 6123
- Aço zincado segundo norma NBR 6323
- Dimensionamento estrutural segundo NBR 8800
- Fácil instalação, pois o parafuso é instalado por cima da telha
- Vigas e clamps em alumínio 6063-T6 de alta resistência
- Parafusos dos clamps em aço inox
- Impermeabilização garantida por vedação de borracha (parafuso rosca dupla) ou borracha nitrílica (parafuso auto brocante)
- Transfere carga diretamente à viga do telhado (parafuso rosca dupla)

Suporte para Telha Ondulada (Parafuso Auto Brocante ou Rosca Dupla)

System for Trapezoidal Sheet and Corrugated Sheet Roofs (Tile screw or Hanger Bolt)



Características

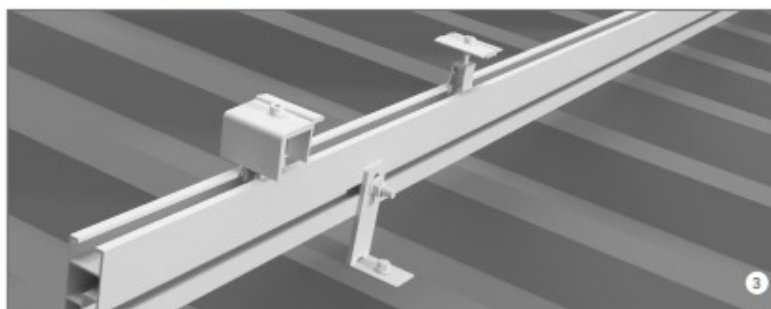
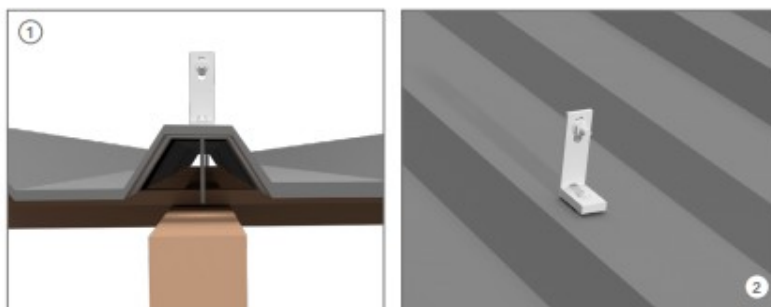
- Dimensionado segundo cargas de vento NBR 6123
- Aço zincado segundo norma NBR 6323
- Dimensionamento estrutural segundo NBR 8800
- Fácil instalação, pois o parafuso é instalado por cima da telha
- Vigas e clamps em alumínio 6063-T6 de alta resistência
- Parafusos dos clamps em aço inox
- Impermeabilização garantida por vedação de borracha (parafuso rosca dupla) ou borracha nitrílica (parafuso auto brocante)
- Transfere carga diretamente à viga do telhado (parafuso rosca dupla)

Features

- Designed according to wind loads NBR 6123
- Hot dip galvanizing according to NBR 6323
- Structural design according to NBR 8800
- Easy installation, because it uses screws installed on top of the tile
- Beams and clamps in aluminum 6063-T6 high strength
- Screws clamps in stainless steel
- Waterproofing guaranteed by sealing rubber (hanger bolt) or nitrile rubber (tile screw)
- Transfer load directly to the roof beam (hanger bolt)

CONECTANDO A ESTRUTURA

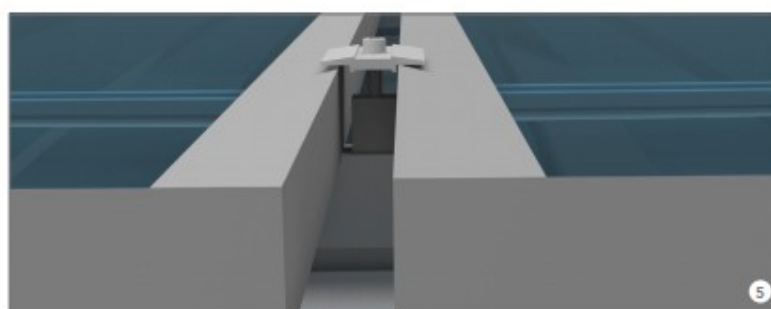
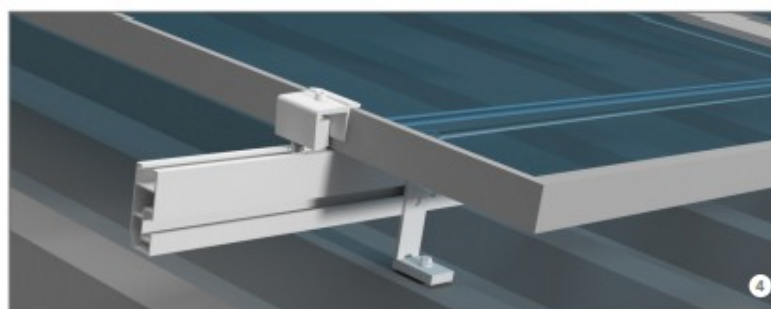
- Verifique no manual do módulo quais as distâncias de fixação;
- Verifique no telhado o local de instalação dos suportes para atender a essas distâncias;
- Perfure a telha fixando o suporte [figura 1 e 2];
- Através das opções de regulação, faça os ajustes necessários de alturas e distâncias;
- Coloque o perfil de alumínio fixando o perfil no suporte com o parafuso "T" M10 [figura 3];
- Cada perfil de alumínio deve estar fixado com ao menos dois suportes.



INSTALAÇÃO DAS PLACAS

- Coloque o módulo sobre os perfis de alumínio;
- Faça primeiro a fixação da lateral do módulo utilizando o grampo final [figura 4];
- Coloque o segundo módulo e faça a fixação utilizando o grampo do meio [figura 5];
- Após a instalação de todos os módulos no trilho, coloque o grampo final.

Obs. Os grampos de fixação final e intermediário, atendem a módulos com altura de 35 a 50mm



9 – MÓDULOS

Módulo fotovoltaico é a unidade formada por um conjunto de células solares, interligadas eletricamente e encapsuladas, com o objetivo de gerar eletricidade. O equipamento utilizado e abordado neste projeto é o módulo de silício policristalino (p-Si), são células formadas por diversos cristais fundidos e solidificados direccionalmente, as bordas das partículas de cristais reduzem a eficiência dos módulos policristalinos quando comparados ao monocristalino.

Os módulos são interligados em série dentro de cada string, tal tipo de ligação faz com que a corrente do sistema seja sempre constante e a sua tensão se some, o resultado se comprova através de medição realizada posteriormente a montagem.

Serão utilizados 90 módulos de 72 células cada, conforme imagem ilustrativa abaixo:



10 - INVERSOR


O papel principal do inversor fotovoltaico no sistema é inverter a energia elétrica gerada pelos painéis, de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA). O seu papel secundário é garantir a segurança do sistema sincronizando a energia CA com a energia fornecida pela concessionária, o inversor também tem importante papel na medição da energia gerada a fim de se ter um registro para comparar com o desconto fornecido pela companhia.

11 – PADRÃO DE ENTRADA

O padrão de entrada atende as normas impostas pela CEPISA e será feita conforme projeto de instalações de média tensão.

12 – PAY BACK DO INVESTIMENTO

O cálculo do PayBack, foi apresentado na cotação da Empresa Resolve Solar, indicando 2,8 anos para o retorno do investimento, conforme segue:



R-14

Orçamento de Sistema Grid-Tie																																			
Análise de Investimento	Comparação com a compra de um carro																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Inflação média da energia ao ano:</td> <td style="text-align: right;">10%</td> </tr> <tr> <td>Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIR) ao ano</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Energia Solar:</td> <td style="text-align: right;">30,19%</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Poupança:</td> <td style="text-align: right;">7,8%</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Renda Fixa:</td> <td style="text-align: right;">11,04%</td> </tr> <tr> <td>Tempo de retorno do investimento:</td> <td style="text-align: right;">2,8</td> </tr> <tr> <td>Garantia das placas (anos):</td> <td style="text-align: right;">25</td> </tr> <tr> <td>Economia de Energia sem a inflação:</td> <td style="text-align: right;">R\$ 1.170.000,00</td> </tr> <tr> <td>Economia de Energia com a inflação:</td> <td style="text-align: right;">R\$ 12.676.605,95</td> </tr> <tr> <td>VPL do investimento:</td> <td style="text-align: right;">R\$ 1.015.000,00</td> </tr> </table>	Inflação média da energia ao ano:	10%	Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIR) ao ano		Energia Solar:	30,19%	Poupança:	7,8%	Renda Fixa:	11,04%	Tempo de retorno do investimento:	2,8	Garantia das placas (anos):	25	Economia de Energia sem a inflação:	R\$ 1.170.000,00	Economia de Energia com a inflação:	R\$ 12.676.605,95	VPL do investimento:	R\$ 1.015.000,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Valor do Automóvel:</td> <td style="text-align: right;">R\$ 155.000,00</td> </tr> <tr> <td>Desvalorização no primeiro ano:</td> <td style="text-align: right;">R\$ 23.250,00</td> </tr> <tr> <td>IPVA</td> <td style="text-align: right;">R\$ 4.650,00</td> </tr> <tr> <td>Emplacamento:</td> <td style="text-align: right;">R\$ 4.650,00</td> </tr> <tr> <td>Revisão</td> <td style="text-align: right;">R\$ 1.550,00</td> </tr> <tr> <td>Perda em um ano:</td> <td style="text-align: right;">R\$ 34.100,00</td> </tr> <tr> <td>Ganho com a Energia Solar</td> <td style="text-align: right;">R\$ 46.800,00</td> </tr> </table>	Valor do Automóvel:	R\$ 155.000,00	Desvalorização no primeiro ano:	R\$ 23.250,00	IPVA	R\$ 4.650,00	Emplacamento:	R\$ 4.650,00	Revisão	R\$ 1.550,00	Perda em um ano:	R\$ 34.100,00	Ganho com a Energia Solar	R\$ 46.800,00
Inflação média da energia ao ano:	10%																																		
Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIR) ao ano																																			
Energia Solar:	30,19%																																		
Poupança:	7,8%																																		
Renda Fixa:	11,04%																																		
Tempo de retorno do investimento:	2,8																																		
Garantia das placas (anos):	25																																		
Economia de Energia sem a inflação:	R\$ 1.170.000,00																																		
Economia de Energia com a inflação:	R\$ 12.676.605,95																																		
VPL do investimento:	R\$ 1.015.000,00																																		
Valor do Automóvel:	R\$ 155.000,00																																		
Desvalorização no primeiro ano:	R\$ 23.250,00																																		
IPVA	R\$ 4.650,00																																		
Emplacamento:	R\$ 4.650,00																																		
Revisão	R\$ 1.550,00																																		
Perda em um ano:	R\$ 34.100,00																																		
Ganho com a Energia Solar	R\$ 46.800,00																																		

Contudo, os contratos de demanda, semelhantes ao que será instalado no Fórum de Canto do Buriti, obrigam que os órgãos públicos contratem 50% (cinquenta por cento) do valor dimensionado para a subestação. Assim, mesmo que o valor da geração seja superior ela limita-se ao valor de 50% (cinquenta por cento) da subestação. Portanto, o retorno será atingido em prazo superior ao indicado.

13 - CONCLUSÕES

O projeto de energia fotovoltaica visa viabilizar e dar as condições necessárias para a instalação do sistema de maneira segura e correta tanto para o cliente como para a concessionária. Todos os tópicos aqui citados foram analisados com base nesta instalação, podendo haver variações decorrentes de mudança climática e social. Vale ressaltar q o valor de energia gerado pelo sistema não é padronizado, sendo influenciado por diversos fatores de caráter incontrolável, caso o consumo do imóvel venha a subir após a implantação do sistema consequentemente haverá um aumento no valor da conta de energia, tal situação deve ser repassada e acompanhada com o cliente para a extinção de problemas futuros. Conclui-se que a obra de implantação é viável tanto do ponto de vista econômico quanto social e deve ser acompanhada de perto durante o início da entrada em funcionamento afim de verificar se a geração em campo condiz com a proposta informada e também verificar possíveis problemas na geração.

