

# PROJETO FOTOVOLTAICO

SISTEMA FOTOVOLTAICO  
DE POTÊNCIA NOMINAL IGUAL A 12 kW  
INTITULADO  
Prefeitura Municipal de Irineópolis

SITUADO NA CIDADE DE  
IRINEÓPOLIS  
Rua Mato Grosso  
GINÁSIO MUNICIPAL DE ESPORTES

## CLIENTE:

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRINEÓPOLIS

### Anexos:

- *diagrama unifilar da instalação;*
- *esquema planimétrico.*

### DATA

23/02/2022

### TÉCNICO RESPONSÁVEL

OBEN BRASIL / WIND & SUN



## DADOS GERAIS DO SISTEMA

Este projeto diz respeito à construção de uma sistema de produção de eletricidade através da conversão fotovoltaica, com uma potência nominal igual a 12 kW e potência de pico igual a 15,4 kWp.

CLIENTE	
Cliente:	Prefeitura Municipal de Irineópolis
Endereço:	Rua Mato Grosso IRINEÓPOLIS
CPF / CNPJ:	83.102.558/0001-05
Unidade Geração:	UC CELESC: 12287526 – Ginásio de Esportes
Unidade de Compensação 01:	UC CELESC: 42883875 – Centro Multiuso
Unidade de Compensação 02:	UC CELESC: 40858601 – UTC Batatal

## LOCAL DE INSTALAÇÃO

DADOS DA LOCALIZAÇÃO	
Localidade:	IRINEÓPOLIS Rua Mato Grosso
Latitude:	026°14'30"S
Longitude:	050°47'53"W
Altitude:	753 m
Fonte dados climáticos:	ATLAS BRAS. 2017
Albedo:	28 % Asfalto envelhecido, Telhados ou terraços com betume, ...

## DIMENSIONAMENTO

A quantidade de energia produzida é calculada com base nos dados radiométricos, conforme a fonte ATLAS BRAS. 2017, e o Atlas Solarimétrico do Brasil e utilizando os métodos de cálculo descritos nas normas.

As instalações atenderão às seguintes condições (a serem executadas para cada "gerador solar", entendida como um conjunto de módulos fotovoltaicos com o mesmo ângulo e a mesma orientação):

na fase inicial do sistema fotovoltaico, a relação entre a energia ou a potência produzida em corrente alternada e a energia ou a potência produzida em corrente alternada (determinada em função da radiação solar incidente sobre o plano de um dos módulos, da potência nominal do sistema e a temperatura de funcionamento dos módulos) é, pelo menos, maior do que 0,78, no caso de utilização de conversores de potência até 20 kW, e 0,8 no caso de utilização de inversores de maior potência, em relação às condições de medição e métodos de cálculo descritos no Guia EN 60904-2.

Não são admitidos conjuntos de módulos em paralelos não perfeitamente idênticos uns aos outros para exposição e / ou da marca, e / ou o modelo e / ou o número de módulos utilizados; cada módulo será equipado com diodos de by-pass.

## DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema fotovoltaico é composto de n° 1 geradores fotovoltaicos compostos de n° 28 módulos fotovoltaicos e n° 1 inversores.

A potência de pico é de 15,4 kWp para uma produção de 19.835 kWh por ano, distribuídos em uma área de 72,24 m<sup>2</sup>.

Modalidade de conexão à rede de alimentação Baixa Tensão em Trifásico com tensão fornecimento 220 V.

## EMISSÕES

O sistema reduz a emissão de poluentes na atmosfera de acordo com seguinte tabela abaixo (valores anuais):

Produção Termo Elétrica Equivalente	
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ):	3,10 kg
Óxidos de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> ):	3,90 kg
Poeiras:	0,14 kg
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ):	2,30 t

Equivalente de energia geotérmica	
Sulfeto de Hidrogênio (H <sub>2</sub> S) (fluido geotérmico):	0,00 kg
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ):	0,00 t
Tonelada equivalente de Petróleo (TEP):	4,96 TOE

## RADIAÇÃO SOLAR

A avaliação do recurso solar disponível foi realizada de acordo com a fonte ATLAS BRAS. 2017 e o Atlas Solarimétrico do Brasil, tendo como referência o local com os dados históricos e de radiação solar nas imediações de IRINEÓPOLIS.

TABELA DE RADIAÇÃO SOLAR NA HORIZONTAL

Mês	Total diário [MJ/m <sup>2</sup> ]	Total mensal [MJ/m <sup>2</sup> ]
Janeiro	19	589
Fevereiro	18,04	505,12
Março	16,18	501,58
Abril	12,65	379,5
Mai	10,1	313,1
Junho	8,58	257,4
Julho	9,37	290,47
Agosto	12,99	402,69
Setembro	13,56	406,8
Outubro	15,63	484,53
Novembro	19,16	574,8
Dezembro	19,81	614,11

## TABELA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA

Mês	Total diário [kWh]	Total mensal [kWh]
Janeiro	68,654	2128,263
Fevereiro	65,971	1847,177
Março	60,318	1869,856
Abril	48,232	1446,947
Maio	39,415	1221,873
Junho	33,781	1013,416
Julho	36,853	1142,446
Agosto	50,429	1563,31
Setembro	50,894	1526,829
Outubro	57,509	1782,787
Novembro	69,353	2080,596
Dezembro	71,34	2211,55

## EXPOSIÇÕES

O sistema fotovoltaico é composto por 1 gerador distribuído em 1 exposições, conforme tabela abaixo:

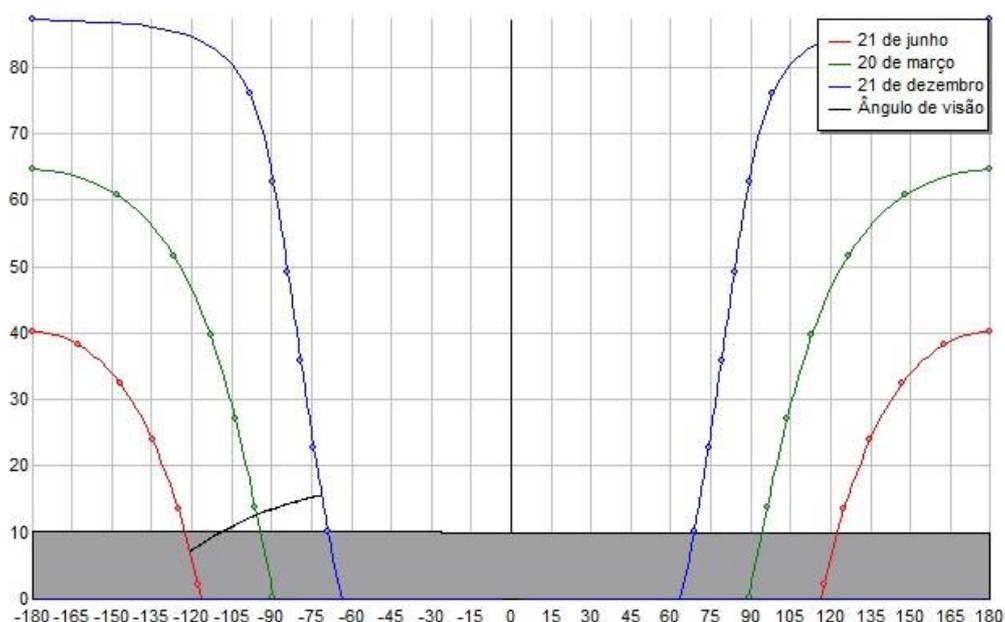
Descrição	Tipo de instalação	Orient	Inclin	Sombr
Exposição Noroeste	Ângulo fixo	123°	16°	0,8 %

### Exposição Noroeste

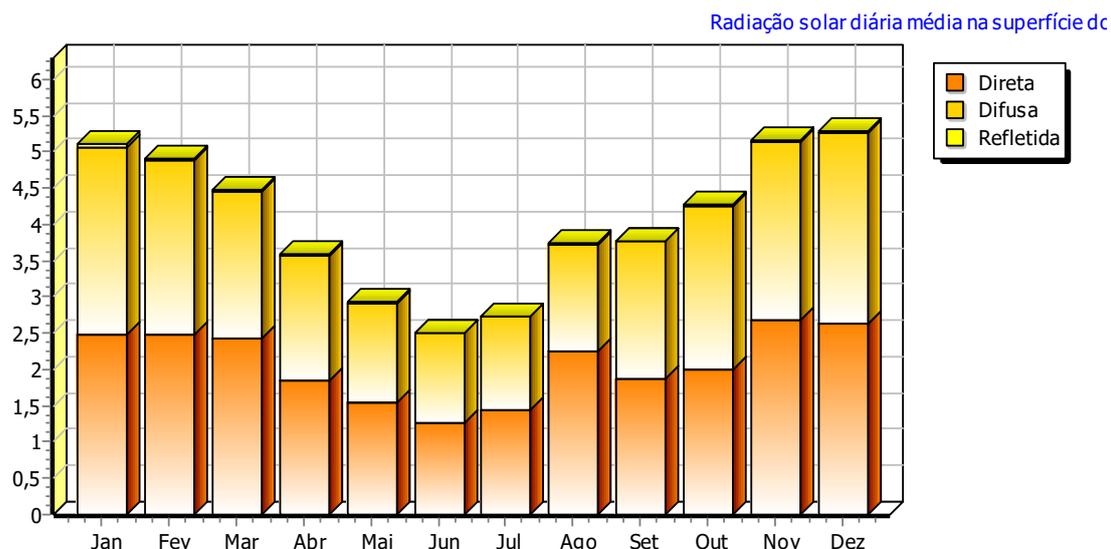
Exposição Noroeste será exposto com uma orientação de 123,00° (azimute) em relação ao sul, e terá uma inclinação horizontal de 16,00°.

A produção de energia da exposição Exposição Noroeste é condicionada por alguns fatores que determinam uma redução de radiação solar de sombreamento para a valor de 0,8 %.

## GRÁFICO DE SOMBREAMENTO



## GRÁFICO DE RADIAÇÃO SOLAR



## TABELA DE RADIAÇÃO SOLAR

Mês	Radiação direta [kWh/m²]	Radiação difusa [kWh/m²]	Radiação refletida [kWh/m²]	Total das diárias [kWh/m²]	Total mensal [kWh/m²]
Janeiro	2,469	2,604	0,028	5,101	158,141
Fevereiro	2,473	2,403	0,027	4,902	137,254
Março	2,418	2,04	0,024	4,482	138,94
Abril	1,852	1,713	0,019	3,584	107,515
Mai	1,533	1,381	0,015	2,929	90,791
Junho	1,253	1,245	0,013	2,51	75,302
Julho	1,439	1,286	0,014	2,738	84,889
Agosto	2,263	1,466	0,019	3,747	116,162
Setembro	1,877	1,885	0,02	3,782	113,451
Outubro	1,995	2,255	0,023	4,273	132,47
Novembro	2,671	2,454	0,028	5,153	154,599
Dezembro	2,63	2,642	0,029	5,301	164,329

## ESTRUTURAS DE APOIO

Os módulos serão montados em suportes de alumínio anodizado e fixados com componentes de aço inoxidável, com um ângulo de 19°, terão todos a mesma exposição. Os sistemas de fixação da estrutura deverão resistir a rajadas de vento, em conformidade com a Norma Brasileira **NBR 6123**.

## GINÁSIO MUNICIPAL DE ESPORTES

O gerador é composto de 28 módulos fotovoltaicos de Silício monocristalino com uma vida útil estimada de mais de 25 anos e degradação da produção devido ao envelhecimento de 0,8 % ao ano.

CARACTERÍSTICAS DO GERADOR FOTOVOLTAICO	
Número de módulos:	28
Número de inversores:	1
Potência nominal:	12 kW
Potência de pico:	15,4 kWp
Performance ratio:	86,7 %

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS MÓDULOS	
Fabricante:	DAH Solar
Modelo:	DHM-72X10-550W DHM-72X10-550W
Tecnologia de const.:	Silício monocristalino
Características elétricas	
Potência máxima:	550 W
Rendimento:	21,3 %
Tensão nominal:	42,4 V
Tensão em aberto:	50 V
Corrente nominal:	13 A
Corr. de curto-circuito:	13,7 A
Dimensões	
Dimensões:	2279 mm x 1134 mm
Peso:	29 kg

Os valores de tensão variam conforme a temperatura de funcionamento (mínima, máxima e de regime) e estão dentro dos valores aceitáveis de funcionamento do inversor.

## INVERSOR SOLAR

O sistema de conversão é composto por um conjunto de conversores estáticos (inversores).

O conversor CC/CA utiliza um sistema idôneo de transferência de potência a rede de distribuição, em conformidade aos requisitos técnicos e normas de segurança. Os valores de tensão e corrente do dispositivo de entrada são compatíveis com o sistema fotovoltaico, enquanto os valores de saída são compatíveis com os valores da rede ao qual está conectado ao sistema.

As principais características do grupo conversor são:

- Inversor de comutação forçada com PWM (Pulse-width modulation), sem clock e/ou tensão de referência ou de corrente, semelhante a um sistema não idôneo a suportar a tensão e frequência de intervalo normal. Este sistema está em conformidade com as normas da ABNT e com o sistema de rastreamento de potência máxima MPPT
- Entrada do gerador CC gerenciado com pólos não ligados ao terra.
- Conforme as normas gerais de limitação de Emissões EMF e RF: Conformidade IEC 110-1, IEC 110-6, IEC 110-8.
- Proteção de desligamento da rede quando o sistema estiver fora da faixa de tensão e frequência da rede e com falha de sobrecorrente, conforme os requisitos da IEC 11-20 e normas da distribuidora de energia elétrica local. Reset automático das proteções de início automático.
- Em conformidade com a ABNT.
- Grau de proteção adequado a localização nas proximidades do campo fotovoltaico (IP65).

- ❑ Declaração de conformidade do fabricante de acordo com normas técnica aplicáveis, com referência aos ensaios realizados por institutos certificadores.
- ❑ Tensão de entrada adequada para o intervalo de tensão de saída do gerador fotovoltaico.
- ❑ Máxima eficiência  $\geq 90\%$  a 70% da potência nominal.

A unidade de conversão consiste no uso de 1 inversores.

DADOS TÉCNICOS DO INVERSOR	
Fabricante:	DEYE
Modelo:	SUN-12 LV G02 SUN-12 LV G02
Número de rastreadores:	2
Entrada para rastreador:	2
Características elétricas	
Potência nominal:	12 kW
Potência máxima:	12 kW
Potência máxima por rastreador:	7,2 kW
Tensão nominal:	250 V
Tensão máxima:	800 V
Tensão mínima por rastreador:	200 V
Tensão máxima por rastreador:	700 V
Tensão máxima de saída:	220 Vac
Corrente nominal:	44 A
Corrente máxima:	44 A
Corrente máxima por rastreador:	22 A
Rendimento:	0,97

Inversor 1	MPPT 1	MPPT 2
Módulos em série:	14	14
Conjunto de módulos em paralelos:	1	1
Exposições:	Exposição Noroeste	Exposição Noroeste
Tensão MPPT (STC):	593,6 V	593,6 V
Número de módulos:	14	14

## DIMENSIONAMENTO

Potência de pico do gerador:

$$P = P \text{ módulos} * N^{\circ} \text{ módulos} = 550 \text{ W} * 28 = 15,4 \text{ kWp}$$

O cálculo da energia total produzida pelo sistema nas condições normais de STC (radiação de 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de 25°C), é calculado como:

Exposição	N° módulos	Radiação solar [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Exposição Noroeste	28	1.485,72	22.880,04

$$E = E_n * (1 - \text{Perd}) = 19835 \text{ kWh}$$

Perd = Perda de potência obtida:

Perda por sombreamento totais:	0,8 %
Perda por aumento de temperatura:	-1,9 %
Perdas por descasamento:	5,0 %
Perdas de corrente contínua:	1,5 %
Outras perdas:	5,0 %
Perdas na conversão:	3,5 %
<b>Perdas totais:</b>	<b>13,3 %</b>

### PERDAS POR SOMBREAMENTO DE OBSTÁCULOS

Mês	Sem obstáculos [kWh]	Produção efetiva [kWh]	Perdas [kWh]
Janeiro	2128,3	2128,3	0,0 %
Fevereiro	1847,2	1847,2	0,0 %
Março	1869,9	1869,9	0,0 %
Abril	1446,9	1446,9	0,0 %
Maio	1221,9	1221,9	0,0 %
Junho	1013,4	1013,4	0,0 %
Julho	1142,4	1142,4	0,0 %
Agosto	1563,3	1563,3	0,0 %
Setembro	1526,8	1526,8	0,0 %
Outubro	1782,8	1782,8	0,0 %
Novembro	2080,6	2080,6	0,0 %
Dezembro	2211,6	2211,6	0,0 %
Ano	19835,0	19835,0	0,0 %

### CABEAMENTO ELÉTRICO

O cabeamento elétrico será feito por meio de cabos condutores isolados, conforme a descrição abaixo:

- Seção do condutor de cobre calculado de acordo com a norma IEC / NBR

Os cabos também estarão de acordo com as normas IEC, com código e cores conforme a norma IEC / NBR. Para não comprometer a segurança dos trabalhadores durante a instalação, verificação ou manutenção, os condutores seguirão a tabela de cores conforme abaixo:

- Cabos de proteção: Amarelo-Verde (Obrigatório)
- Cabos de neutro: Azul claro (Obrigatório)
- Cabos de fase: Cinza/Marrom/Preto
- Cabos de circuito c.c.: Com indicação específica de (+) para positivo e (-) para negativo.

Como podemos notar a especificação exposta acima, a seção do condutor do sistema fotovoltaico é superdimensionado, com referimento a corrente e as distâncias limitadas.

Com estas seções, a queda de potencial está contida dentro 2% do valor medido a partir de qualquer módulo para o grupo de conversão.

A fiação: **Série fotovoltaica - Q. Inversor**

Descrição	Valor
Comprimento total:	20,64 m
Comprimento de dimensionam.:	10,65 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	3(B1) - Condutores isolados ou cabos unipolares em eletro duto aparente de seção circular sobre parede
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	FG10M1 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	2x(1x4)
N° condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° condutores PE:	
Seção PE:	
Tensão nominal:	593,6 V
Corrente de funcionamento:	13,0 A
Corrente de curto-circ.to módulos	13,7 A

A fiação: **Q. Inversor - Q. Paralelo**

Descrição	Valor
Comprimento total:	22,16 m
Comprimento de dimensionam.:	22,16 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	3(B1) - Condutores isolados ou cabos unipolares em eletro duto aparente de seção circular sobre parede
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	FG10M1 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	4x(1x10)+1G6
N° condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	10 mm <sup>2</sup>
N° condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	10 mm <sup>2</sup>
N° condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm <sup>2</sup>
Tensão nominal:	220 V
Corrente de funcionamento:	36,5 A

A fiação: **Q. Paralelo - Q. Medição**

Descrição	Valor
Comprimento total:	36,17 m
Comprimento de dimensionam.:	36,17 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	4(B2) - Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Multipolar
Material:	Cobre
Designação:	FG7OH2R 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	4x16+1G6
N° condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	16 mm <sup>2</sup>
N° condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	16 mm <sup>2</sup>
N° condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm <sup>2</sup>
Tensão nominal:	220 V
Corrente de funcionamento:	36,5 A

A fiação: **Q. Medição - Rede**

Descrição	Valor
Comprimento total:	0 m
Comprimento de dimensionam.:	0 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	4(B2) - Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Multipolar
Material:	Cobre
Designação:	N1VV-K
Tipo de isolamento:	PVC
Formação	3x35+1x16+1G6
N° condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	35 mm <sup>2</sup>
N° condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	16 mm <sup>2</sup>
N° condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm <sup>2</sup>
Tensão nominal:	220 V
Corrente de funcionamento:	36,5 A

Tabela cabos							
Identific.	Descrição	Form.	Des.	Código	Origem	Destin	Copr.
W00	Cabo série 1 -I.1	2x(1x4)	FG10M1 0.6/1 kV		série 1	I.1	10,65 m
W01	Cabo série 2 -I.1	2x(1x4)	FG10M1 0.6/1 kV		série 2	I.1	9,99 m
W02	Cabo inversor - q.p.	4x(1x10)+1G 6	FG10M1 0.6/1 kV		inversor	q.p.	22,16 m
W03	Cabo q.p. - q.m.	4x16+1G6	FG70H2R 0.6/1 kV		q.p.	q.m.	36,17 m
W04	Q. Medição - Rede	3x35+1x16+ 1G6	N1VV-K		Q. Medição	Rede	0 m

Tabela resumo cabos					
Código	Construtor	Form.	Des.	Descrição	Copr.
Série fotovoltaica - Q. Inversor		2x(1x4)	FG10M1 0.6/1 kV		41,28 m
Q. Inversor - Q. Paralelo		4x(1x10)+1G 6	FG10M1 0.6/1 kV		110,81 m
Q. Paralelo - Q. Medição		4x16+1G6	FG70H2R 0.6/1 kV		36,17 m
Q. Medição - Rede		3x35+1x16+ 1G6	N1VV-K		0 m

## QUADRO ELÉTRICO

### ❑ Quadro de campo lado corrente contínua

Será prevista a instalação de um quadro de CC em cada conversor para conexões em paralelo dos módulos, medições e controle dos dados de entrada e saída em cada gerador fotovoltaico.

### ❑ Quadro de paralelo lado corrente alternada

Será prevista a instalação de um quadro de paralelo em alternada localizado depois dos conversores estáticos, para realização da medição e controle dos dados de saída do inversor. Dentro será adicionado o sistema de interface com a rede e o medidor da sociedade distribuidora CELESC.

## ISOLAÇÃO GALVÂNICA E ATERRAMENTO

É previsto o isolamento galvânico entre a corrente contínua do sistema fotovoltaico e a rede. Soluções técnicas diversas podem ser utilizadas e são aceitáveis desde que respeitem as normas vigentes e de boas práticas.

O sistema fotovoltaico será supervisionado por um sistema IT, sem o polo aterrado.

Os conjunto dos módulos serão apresentados pelo número de módulos fotovoltaicos individualmente desligáveis; o sistema possui diodos de bloqueio e proteção contra surtos.

Por razões de segurança, se alguma parte da rede não suportar uma maior intensidade de corrente, esses sistemas devem ser protegidos individualmente. A estrutura de suporte será aterrada.

## SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE (SMC)

O sistema de controlo e de monitoramento, permite, por meio de um computador e um software dedicado, de comunicar em cada instante com o sistema de modo a verificar a funcionalidade dos inversores instalados com a possibilidade de visualizar as indicações técnicas (tensão, corrente, a potência, etc.) para cada inversor. Também pode ser lido no histórico de eventos do inversor.

## VERIFICAÇÕES

O instalador irá verificar e certificar os pontos seguintes:

- Produção de energia fotovoltaica gerada sob diferentes condições de operação;
- Continuidade elétrica entre os módulos e as ligações;
- Aterramento;
- Isolamento de circuitos elétricos;

O gerador GINÁSIO MUNICIPAL DE ESPORTES atenda às seguintes condições:

### Limites de tensão

Tensão mínima  $V_n$  a 70,00 °C (495,9 V) maior do que  $V_{mpp}$  mínimo (200,0V)

Tensão máxima  $V_n$  a -10,00 °C (669,6 V) inferior a  $V_{mpp}$  máx. (700,0 V)

Tensão a vazio  $V_o$  a -10,00 °C (775,9 V) inferior a tensão máx. do inversor (800,0 V)

Tensão a vazio  $V_o$  a -10,00 °C (775,9 V) inferior a tensão máxima de isolamento (1500,0 V)

### Limites de corrente

Corrente máxima de entrada relacionada a  $I_{sc}$  (13,7 A) inferior a corrente máxima do inversor (22,0 A)

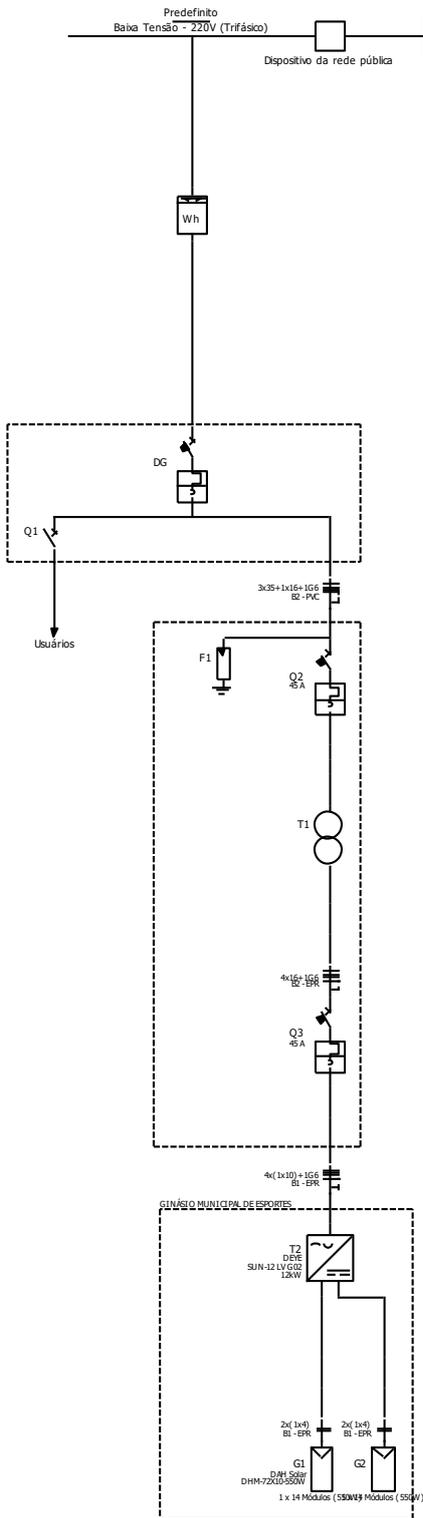
### Limites de potência

Dimensionamento de potência (128,3%) não compreendido entre 80,0% e 120,0%

# LAYOUT DO GERADOR



# DIAGRAMA ELÉTRICO



DG: Dispositivo Geral  
Dispositivo de Interface e Gerador integrado no Inversor

#### Modos de operação

Modo 1 - Dispositivo geral e de interface fechado.  
As cargas do sistema são alimentados a partir da rede ou do gerador fotovoltaico  
Modo 2 - O dispositivo geral fechado e dispositivo de interface aberto.  
As cargas do sistema são alimentados apenas pela rede (evento anormal sobre o gerador ou da ausência de produção)  
Modo 3 - Dispositivo geral e de interface aberto.  
As cargas do sistema não são alimentados (falha de energia na rede)

#### Diagrama unifilar do sistema

Empresário:	
OBEN BRASIL	
Técnico responsável:	
Conteúdo:	
Prefeitura Municipal de Irineópolis	
Potência nominal:	Data:
12 kW	22/02/2022

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Será emitido e divulgado pelo instalador, os seguintes documentos:

- Manual de uso e manutenção, incluindo a programação recomendada de manutenção;
- Projeto executivo "como construído", acompanhado com folhas de material instalado;
- Declaração dos controles efetuados e dos seus resultados;
- Declaração de conformidade;
- Certificado emitido por um laboratório acreditado INMETRO e quanto à conformidade com EN 61215 para os módulos de silício cristalino e IEC 61646 para módulos de filme fino;
- Certificado emitido por um laboratório acreditado quanto à conformidade do inversor DC / AC com as normas vigentes e, se o dispositivo de interface é usado dentro da própria unidade;
- Declarações de garantia relativas aos equipamentos instalados;
- Garantia de todo o sistema e o desempenho.

A empresa de instalação, além de realizar com o que está indicado no projeto, irá realizar todos os trabalhos em conformidade com a normas.