

PROJETO FOTOVOLTAICO

SISTEMA FOTOVOLTAICO
DE POTÊNCIA NOMINAL IGUAL A 30,0 kW
INTITULADO

Prefeitura Municipal de Irineópolis

SITUADO NA CIDADE DE
IRINEÓPOLIS
Vila Rio Branco
NÚCLEO ESCOLAR GUILHERME BOSSOW

CLIENTE:

Prefeitura Municipal de Irineópolis
IRINEÓPOLIS
Vila Rio Branco

Anexos:

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

DATA

03/10/2022

TÉCNICO RESPONSÁVEL

OBEN BRASIL



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 30,0 kW e potência de pico igual a 33,0 kWp.

CLIENTE	
Cliente:	Prefeitura Municipal de Irineópolis
Endereço:	Vila Rio Branco IRINEÓPOLIS
CPF / CNPJ:	83.102.558/0001-05

LOCAL DE INSTALAÇÃO

O sistema Prefeitura Municipal de Irineópolis tem as seguintes características: UC: 12287720

DADOS DA LOCALIZAÇÃO	
Localidade:	IRINEÓPOLIS Vila Rio Branco
Latitude:	026°24'23"S
Longitude:	050°44'01"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 díodos de by-pass.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema fotovoltaico é composto de 01 Geradores Solar Fotovoltaicos compostos de 60 módulos fotovoltaicos e 01 inversor.

A potência de pico é de 33,0 kWp para uma produção de 42.360,9 kWh por ano, distribuídos em uma área de 154,8 m².

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 ₂):	6,61 kg
Óxidos de Nitrogênio (NO _x):	8,33 kg
Poeiras:	0,30 kg
Dióxido de carbono (CO ₂):	4,92 t

Equivalente de energia geotérmica	
Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S) (fluido geotérmico):	0,00 kg
Dióxido de carbono (CO ₂):	0,00 t
Tonelada equivalente de Petróleo (TEP):	10,59 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 ²]	Total mensal [MJ/m ²]
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	143,311	4442,633
Fevereiro	139,039	3893,081
Março	128,944	3997,275
Abril	104,631	3138,932
Mai	86,76	2689,574
Junho	74,697	2240,896
Julho	81,329	2521,202
Agosto	110,846	3436,227
Setembro	109,229	3276,86
Outubro	121,563	3768,467
Novembro	145,107	4353,201
Dezembro	148,469	4602,535

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	164°	15°	0,58 %

Exposição Noroeste

Exposição Noroeste será exposto com uma orientação de 164,00° (azimute) em relação ao sul, e terá uma inclinação horizontal de 15,00°.

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 0,58 %.

GRÁFICO DE SOMBREAMENTO

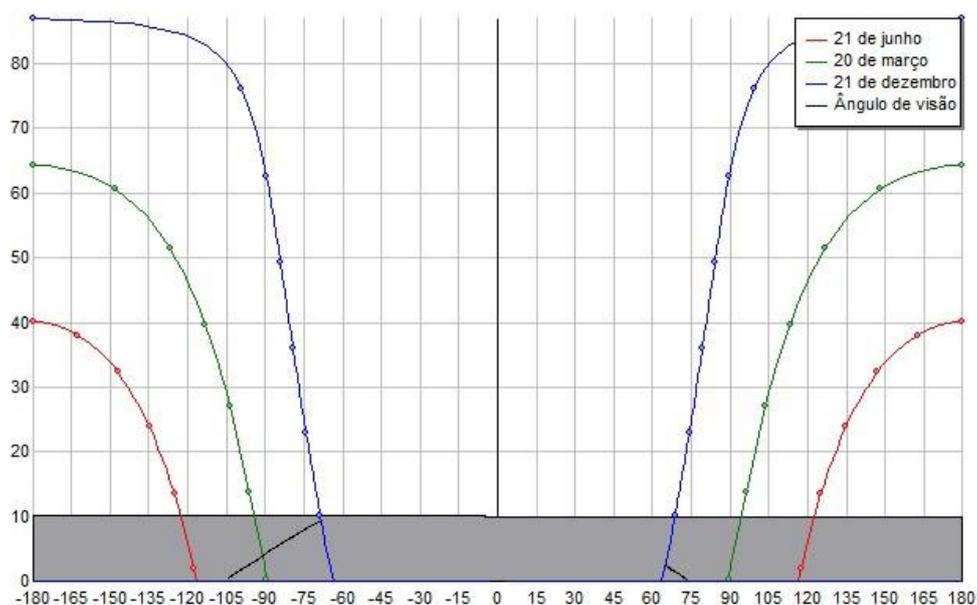


GRÁFICO DE RADIAÇÃO SOLAR

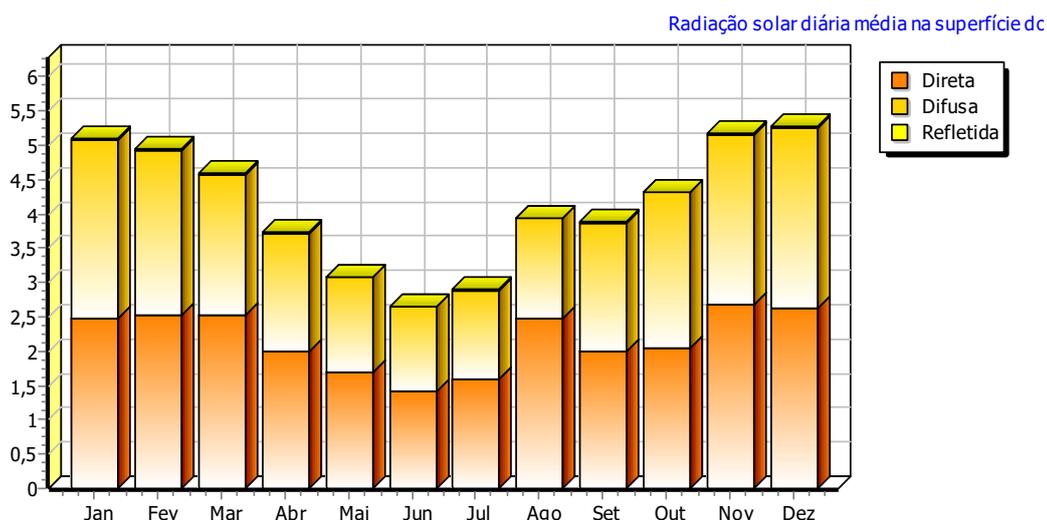


TABELA DE RADIAÇÃO SOLAR

Mês	Radiação direta [kWh/m²]	Radiação difusa [kWh/m²]	Radiação refletida [kWh/m²]	Total das diárias [kWh/m²]	Total mensal [kWh/m²]
Janeiro	2,472	2,61	0,025	5,107	158,306
Fevereiro	2,523	2,408	0,023	4,954	138,724
Março	2,529	2,045	0,021	4,595	142,436
Abril	1,995	1,717	0,016	3,728	111,851
Mai	1,694	1,384	0,013	3,092	95,839
Junho	1,403	1,248	0,011	2,662	79,851
Julho	1,597	1,289	0,012	2,898	89,839
Agosto	2,464	1,469	0,017	3,95	122,444
Setembro	1,985	1,889	0,017	3,892	116,766
Outubro	2,051	2,261	0,02	4,332	134,283
Novembro	2,686	2,46	0,025	5,171	155,119
Dezembro	2,616	2,648	0,026	5,29	164,004

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**

NÚCLEO ESCOLAR GUILHERME BOSSOW

O gerador é composto de 60 (sessenta) 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:	60
Número de inversores:	1
Potência nominal:	30.0 kW
Potência de pico:	33.0 kWp
Performance ratio:	88,4 %

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:	29,0 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 técnicas 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-30 LV G02 SUN-30 LV G02
Número de rastreadores:	4
Entrada para rastreador:	3
Características elétricas	
Potência máxima de Entrada:	36,0 kW
Potência nominal de Saída:	30,0 kW
Potência máxima de Saída:	33,0 kW
Potência máxima por rastreador:	9 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:	132 A
Corrente máxima:	132 A
Corrente máxima por rastreador:	33 A
Rendimento:	0,98

Inversor 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4
Módulos em série:	9	14	14	14
Conjunto de módulos em paralelos:	2	1	1	1
Exposições:	Exposição Noroeste	Exposição Noroeste	Exposição Noroeste	Exposição Noroeste
Tensão MPPT (STC):	380,43 V	591,78 V	591,78 V	591,78 V
Número de módulos:	18	14	14	14

DIMENSIONAMENTO

Potência de pico do gerador:

$$P = P \text{ módulos} * N^{\circ} \text{ módulos} = 550 \text{ W} * 60 = 33,0 \text{ kWp}$$

O cálculo da energia total produzida pelo sistema nas condições normais de STC (radiação de 1000 W/m², temperatura de 25°C), é calculado como:

Exposição	N° módulos	Radiação solar [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Exposição Noroeste	60	1.518,23	50.557,1

$$E = E_n * (1 - \text{Perd}) = 42360,9 \text{ kWh}$$

Perd = Perda de potência obtida:

Perda por sombreamento totais:	0,6 %
Perda por aumento de temperatura:	3,6 %
Perdas por descasamento:	5,0 %
Perdas de corrente continua:	1,5 %
Outras perdas:	5,0 %
Perdas na conversão:	1,7 %
Perdas totais:	16,2 %

PERDAS POR SOMBREAMENTO DE OBSTÁCULOS

Mês	Sem obstáculos [kWh]	Produção efetiva [kWh]	Perdas [kWh]
Janeiro	4.442,6	4.442,6	0,0 %
Fevereiro	3.893,1	3.893,1	0,0 %
Março	3.997,3	3.997,3	0,0 %
Abril	3.138,9	3.138,9	0,0 %
Mai	2.689,6	2.689,6	0,0 %
Junho	2.240,9	2.240,9	0,0 %
Julho	2.521,2	2.521,2	0,0 %
Agosto	3.436,2	3.436,2	0,0 %
Setembro	3.276,9	3.276,9	0,0 %
Outubro	3.768,5	3.768,5	0,0 %
Novembro	4.353,2	4.353,2	0,0 %
Dezembro	4.602,5	4.602,5	0,0 %
Ano	42.360,9	42.360,9	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
Identificação:	
Comprimento total:	70,96 m
Comprimento de dimensionam.:	24,2 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	3(B1) - Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto 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 ²
N° condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	4 mm ²
N° condutores PE:	
Seção PE:	
Tensão nominal:	591,8 V
Corrente de funcionamento:	13,1 A
Corrente de curto-circ.to módulos	14,0 A

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

Descrição	Valor
Identificação:	

Comprimento total:	35,41 m
Comprimento de dimensionam.:	35,41 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	3(B1) - Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto 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	3x(1x25)+1x16+1G6
N° condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	25 mm ²
N° condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	16 mm ²
N° condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm ²
Tensão nominal:	220 V
Corrente de funcionamento:	85,1 A

A fiação: **Q. Medição - Rede**

Descrição	Valor
Identificação:	
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	4x16+1G6
N° condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	16 mm ²
N° condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	16 mm ²
N° condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm ²
Tensão nominal:	220 V
Corrente de funcionamento:	85,1 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	11,57 m
W01	Cabo série 2 -I.1	2x(1x4)	FG10M1 0.6/1 kV		série 2	I.1	24,2 m
W02	Cabo série 3 -I.1	2x(1x4)	FG10M1 0.6/1 kV		série 3	I.1	14,27 m
W03	Cabo série 4 -I.1	2x(1x4)	FG10M1 0.6/1 kV		série 4	I.1	10,95 m
W04	Cabo série 5 -I.1	2x(1x4)	FG10M1 0.6/1 kV		série 5	I.1	9,97 m
W05	Inversor cabo - q.m.	3x(1x25)+1x 16+1G6	FG10M1 0.6/1 kV		Inversor	q.m.	35,41 m
W06	Q. Medição - Rede	4x16+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		141,92 m
Q. Inversor - Q. Medição		3x(1x25)+1x 16+1G6	FG10M1 0.6/1 kV		177,05 m
Q. Medição - Rede		4x16+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 controle 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 NÚCLEO ESCOLAR GUILHERME BOSSOW atenda às seguintes condições:

Limites de tensão

Tensão mínima V_n a $70,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (325,4 V) maior do que V_{mpp} mínimo (200,0V)

Tensão máxima V_n a $-10,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (658,3 V) inferior a V_{mpp} máx. (700,0 V)

Tensão a vazio V_o a $-10,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (770,7 V) inferior a tensão máx. do inversor (800,0 V)

Tensão a vazio V_o a $-10,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (770,7 V) inferior a tensão máxima de isolamento (1500,0 V)

Limites de corrente

Corrente máxima de entrada relacionada a I_{sc} (28,0 A) inferior a corrente máxima do inversor (33,0 A)

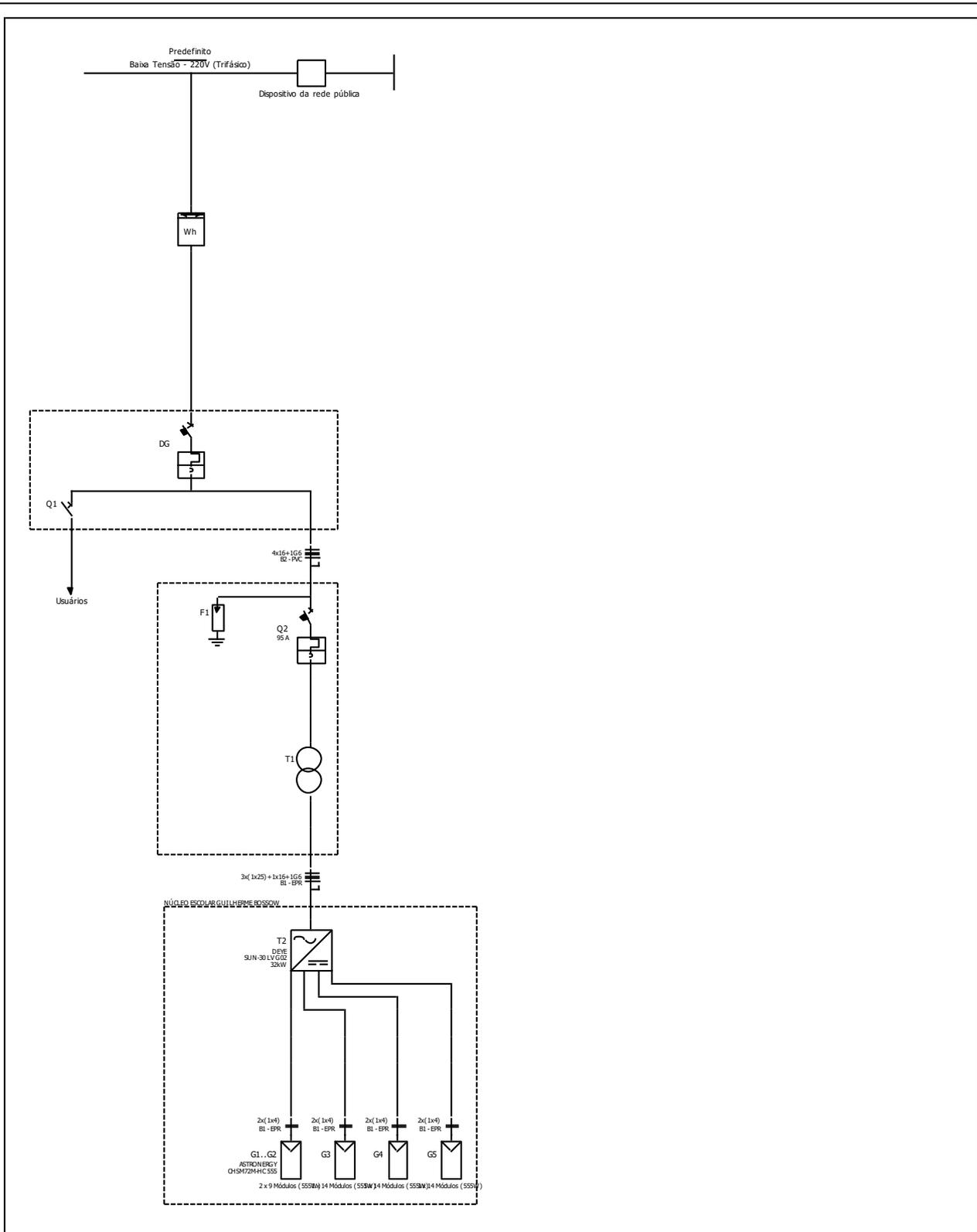
Limites de potência

Dimensionamento de potência (111,0%) compreendido entre 80,0% e 120,0% [MPPT 1]

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 alimentado 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 (falta de energia na rede)

Diagrama unifilar do sistema

Empresa	
OBEN BRASIL	
Técnico responsável	
Cliente	
Prefeitura Municipal de Irineópolis	
Potência nominal	Data
32 kW	03/10/2022

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.