



PONTES
ENGENHARIA
SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS PARA INDÚSTRIA

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO FOTOVOLTAICO

GINÁSIO CENTRO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
DE POTÊNCIA NOMINAL 75 kW

Prefeitura Municipal de Tunápolis

Rua João Castilho, 111
Centro, Tunápolis - SC

CLIENTE:

Município de Tunápolis
CNPJ: 78.486.198/0001-52

Anexos:

- *Tabela de Alocação de Créditos;*
- *Levantamento do BDI;*
- *Pesquisa de Mercado;*
- *Orçamento do Projeto;*
- *Cronograma Físico-Financeiro;*
- *ARTs de Projeto.*

DATA

27/02/2020

TÉCNICO RESPONSÁVEL

Thiago Ferreira Pontes
Pontes Engenharia LTDA



DADOS GERAIS DO SISTEMA

Este projeto diz respeito à construção de um sistemas de produção de eletricidade por meio da conversão fotovoltaica, com uma potência nominal igual a 75 kW e potência de pico igual a 91,12 kWp.

CLIENTE	
Cliente:	Município de Tunápolis
Endereço:	Rua João Castilho, 111, Centro, Tunápolis - SC
CNPJ:	78.486.198/0001-52
Telefone:	(49) 3632-1122
E-mail:	administracao@tunapolis.sc.gov.br

Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica em modo Autoconsumo remoto é apresentada a seguir.

Unidade Consumidora	Descrição	Consumo Anual [kWh]	Unidade Geradora	(%)
18319780	Ginásio Municipal	29.133	GM (Geradora - 75 kW)	0,0000%
32458360	1ª Bomba de Recalque Rio Peperi	64.990	GM	66,0743%
8238340	Escola - R. João Castilho	16.667	GM	16,9451%
28107072	Centro Educacional - R. Afonso Rodrigues	16.702	GM	16,9807%

LOCAL DE INSTALAÇÃO

O gerador será instalado em local visando a melhor conveniência técnica e o menor custo de implementação, sendo este:

GINÁSIO CENTRO	
Localidade:	Rua Santa Cruz, SN, Centro, Tunápolis - SC
Latitude:	026°58'19"S
Longitude:	053°38'19"W
Altitude:	420 m



Fonte dados climáticos:	ATLAS BRAS. 2017
Albedo:	22 % Concreto envelhecido

DIMENSIONAMENTOS

A quantidade de energia produzida em cada local é calculada com base nos dados radiométricos, conforme o Atlas Solarimétrico do Brasil (2017) e utilizando os métodos de cálculo descritos nas normas.

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

- 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 na Norma 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 de modelo e/ou de número de módulos utilizados; cada módulo será equipado com três diodos de by-pass.



DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS

1 – GINÁSIO CENTRO

O sistema fotovoltaico é composto de dois geradores fotovoltaicos compostos de 221 módulos fotovoltaicos e 2 inversores.

A potência de pico é de 91,12 kWp para uma produção de 123.935,20 kWh por ano, distribuídos em uma área de 533,32 m².

A modalidade de conexão à rede de alimentação da Baixa Tensão será em Trifásico com tensão fornecimento de 380 V.

RADIAÇÃO SOLAR

A avaliação do recurso solar disponível foi realizada de acordo com o Atlas Solarimétrico do Brasil (2017), tendo como referência o local de instalação com os dados históricos e de radiação solar nas imediações de Tunápolis.

TABELA DE RADIAÇÃO SOLAR NA HORIZONTAL

Mês	Total diário [MJ/m ²]	Total mensal [MJ/m ²]
Janeiro	22,77	705,87
Fevereiro	20,88	605,52
Março	18,36	569,16
Abril	14,63	438,9
Mai	11,23	348,13
Junho	9,43	282,9
Julho	10,46	324,26
Agosto	13,56	420,36
Setembro	14,45	433,5
Outubro	18,47	572,57
Novembro	21,93	657,9
Dezembro	23,17	718,27

TABELA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA

Mês	Total diário [kWh]	Total mensal [kWh]
Janeiro	465,009	14415,272
Fevereiro	425,827	12348,97



Março	373,952	11592,524
Abril	297,836	8935,071
Mai	228,892	7095,66
Junho	192,311	5769,34
Julho	213,236	6610,307
Agosto	276,216	8562,699
Setembro	294,115	8823,453
Outubro	376,453	11670,034
Novembro	447,683	13430,498
Dezembro	473,591	14681,321

EXPOSIÇÕES

O sistema fotovoltaico é composto por dois geradores distribuído em duas exposições, conforme tabela abaixo:

Descrição	Tipo de instalação	Orient	Inclin	Sombr
Telhado W	Ângulo fixo	97°	12°	0 %
Telhado E	Ângulo fixo	-83°	12°	0 %



Telhado W

Telhado W será exposto com uma orientação de 97,00° (azimute) em relação ao sul, e terá uma inclinação horizontal de 12,00°.

A produção de energia da exposição Telhado W é condicionada por alguns fatores que determinam uma redução de radiação solar de sombreamento para o valor de 0 %.

GRÁFICO DE SOMBREAMENTO

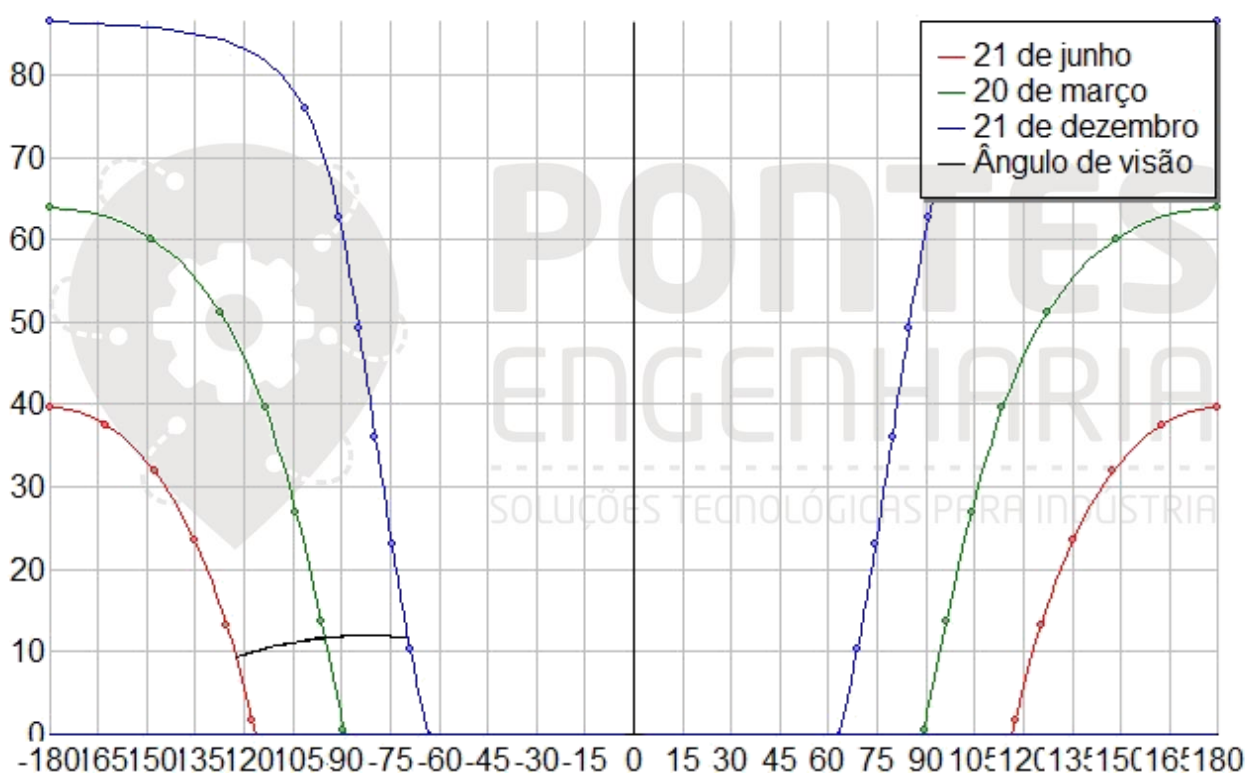




GRÁFICO DE RADIAÇÃO SOLAR

Radiação solar diária média na superfície dos módulos (

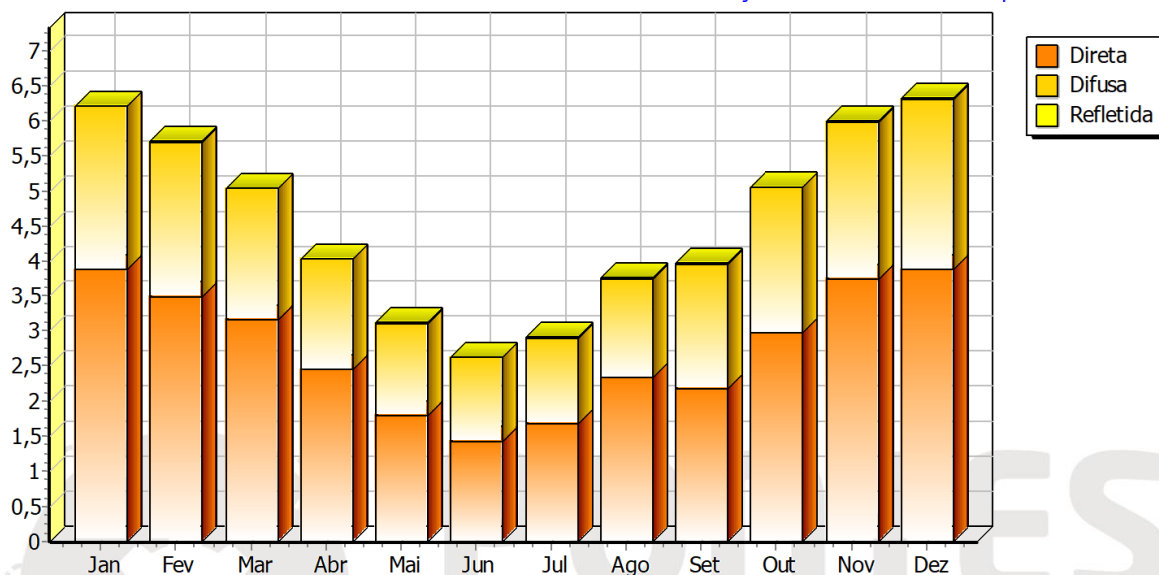


TABELA DE RADIAÇÃO SOLAR

Mês	Radiação direta [kWh/m²]	Radiação difusa [kWh/m²]	Radiação refletida [kWh/m²]	Total das diárias [kWh/m²]	Total mensal [kWh/m²]
Janeiro	3,875	2,327	0,015	6,217	192,723
Fevereiro	3,485	2,212	0,014	5,711	165,617
Março	3,169	1,857	0,012	5,038	156,186
Abril	2,44	1,585	0,01	4,035	121,036
Mai	1,784	1,324	0,007	3,115	96,574
Junho	1,418	1,198	0,006	2,622	78,67
Julho	1,672	1,228	0,007	2,907	90,124
Agosto	2,331	1,412	0,009	3,752	116,306
Setembro	2,174	1,783	0,01	3,967	118,997
Outubro	2,974	2,069	0,012	5,055	156,704
Novembro	3,734	2,242	0,015	5,99	179,7
Dezembro	3,866	2,445	0,015	6,326	196,12



Telhado E

Telhado E será exposto com uma orientação de $-83,00^\circ$ (azimute) em relação ao sul, e terá uma inclinação horizontal de $12,00^\circ$.

A produção de energia da exposição Telhado E é condicionada por alguns fatores que determinam uma redução de radiação solar de sombreamento para o valor de 0 %.

GRÁFICO DE SOMBREAMENTO

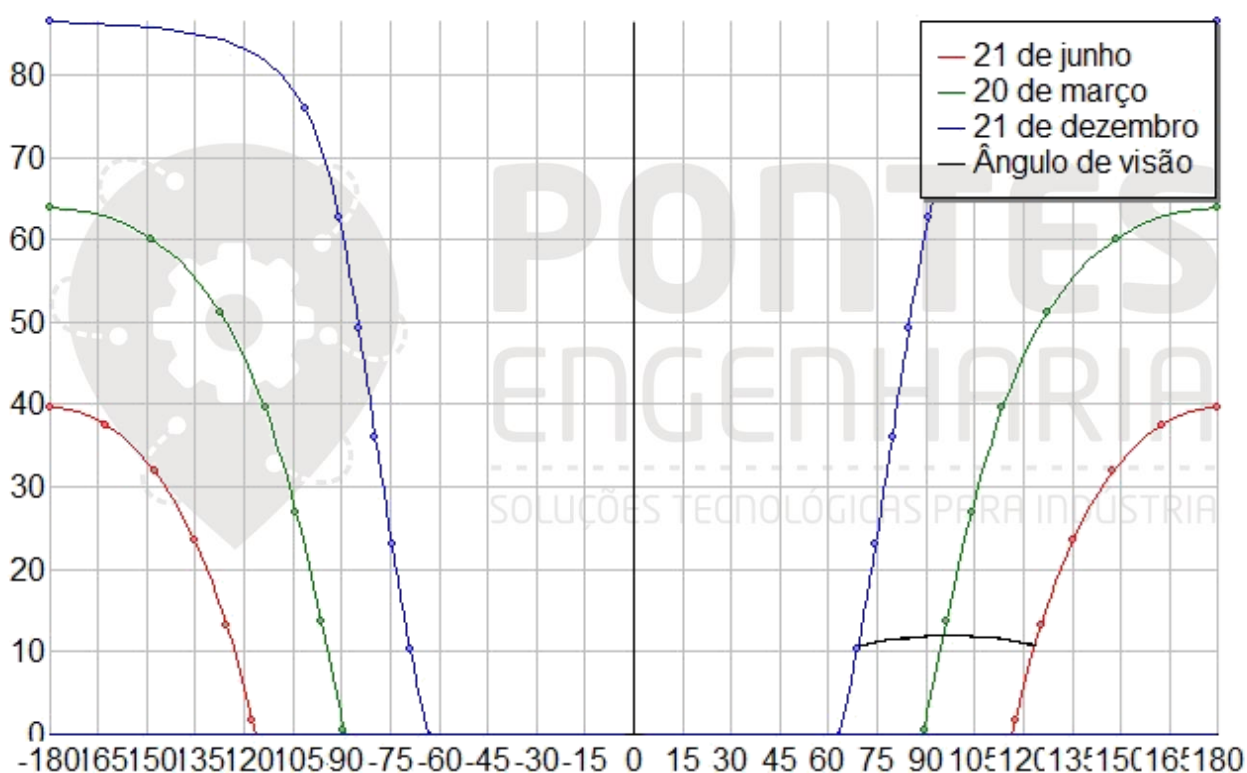




GRÁFICO DE RADIAÇÃO SOLAR

Radiação solar diária média na superfície dos módulos (

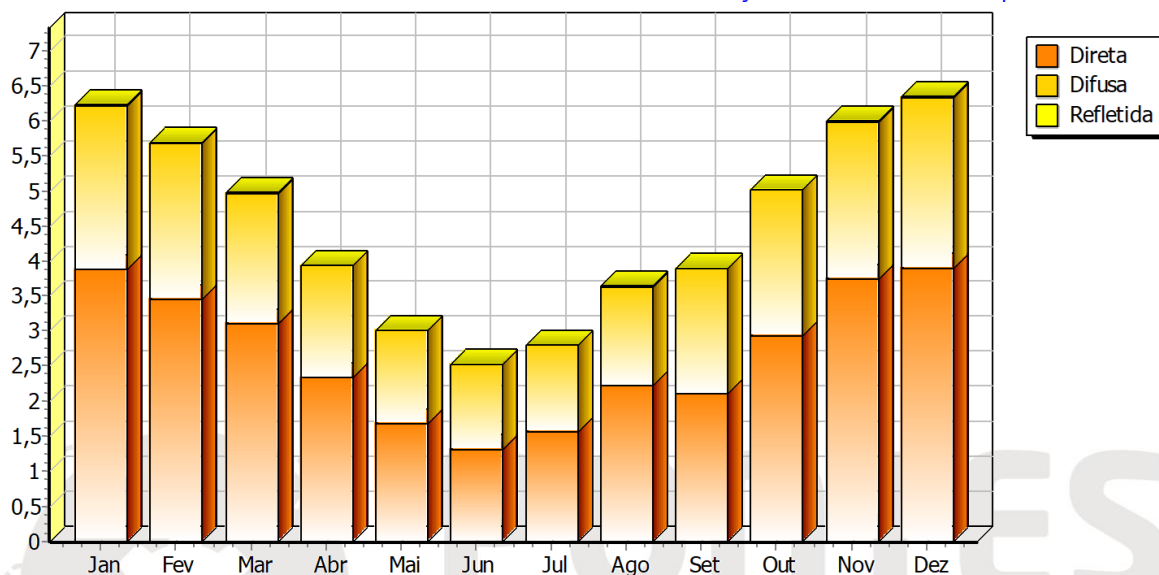


TABELA DE RADIAÇÃO SOLAR

Mês	Radiação direta [kWh/m²]	Radiação difusa [kWh/m²]	Radiação refletida [kWh/m²]	Total das diárias [kWh/m²]	Total mensal [kWh/m²]
Janeiro	3,884	2,327	0,015	6,226	193,009
Fevereiro	3,458	2,212	0,014	5,684	164,824
Março	3,099	1,857	0,012	4,968	154,013
Abril	2,34	1,585	0,01	3,935	118,054
Mai	1,678	1,324	0,007	3,01	93,296
Junho	1,319	1,198	0,006	2,524	75,709
Julho	1,564	1,228	0,007	2,799	86,758
Agosto	2,218	1,412	0,009	3,639	112,82
Setembro	2,111	1,783	0,01	3,904	117,106
Outubro	2,937	2,069	0,012	5,018	155,569
Novembro	3,733	2,242	0,015	5,989	179,681
Dezembro	3,886	2,445	0,015	6,346	196,732



Gerador - 60kW

O gerador é composto de 216 módulos fotovoltaicos de Silício policristalino 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:	216
Número de inversores:	1
Potência nominal:	60 kW
Potência de pico:	73,44 kWp
Performance ratio:	82,00 %

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS MÓDULOS	
Fabricante:	-
Modelo:	-
Tecnologia de const.:	Silício policristalino
Características elétricas	
Potência máxima:	340 W
Rendimento:	17,3 %
Tensão nominal:	38,7 V
Tensão em aberto:	46,3 V
Corrente nominal:	8,8 A
Corr. de curto-circuito:	9,4 A
Dimensões	
Dimensões:	992 mm x 2010 mm
Peso:	23 kg

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

A linha elétrica proveniente dos módulos fotovoltaicos é posta a terra mediante descarregadores de sobretensão com indicação ótica de fora de serviço.



INVERSOR SOLAR

A unidade de conversão consiste no uso de um inversor on-grid.

DADOS TÉCNICOS DO INVERSOR	
Fabricante:	-
Modelo:	-
Número de rastreadores:	4
Entrada para rastreador:	3
Características elétricas	
Potência nominal:	60 kW
Potência máxima:	60,6 kW
Potência máxima por rastreador:	15,2 kW
Tensão nominal:	1000 V
Tensão máxima:	1100 V
Tensão mínima por rastreador:	200 V
Tensão máxima por rastreador:	1000 V
Tensão máxima de saída:	380 Vac
Corrente nominal:	114 A
Corrente máxima:	114 A
Corrente máxima por rastreador:	28,5 A
Rendimento:	0,99

Inversor 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4
Módulos em série:	18	18	18	18
Conjunto de módulos em paralelos:	3	3	3	3
Exposições:	Telhado W	Telhado W	Telhado E	Telhado E
Tensão MPPT (STC):	696,6 V	696,6 V	696,6 V	696,6 V
Número de módulos:	54	54	54	54



DIMENSIONAMENTO

Potência de pico do gerador:

$$P = P \text{ módulos} * N^{\circ} \text{ módulos} = 340 \text{ W} * 216 = 73,44 \text{ kWp}$$

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	Nº módulos	Radiação solar [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Telhado W	108	1.668,76	61.276,77
Telhado E	108	1.647,57	60.498,79

$$E = E_n * (1 - \text{Perd}) = 100025,3 \text{ kWh}$$

Perd = Perda de potência obtida:

Perdas por sombreamento totais:	0,0 %
Perdas por aumento de temperatura:	6,7 %
Perdas por descasamento:	5,0 %
Perdas de corrente continua:	1,5 %
Outras perdas:	5,0 %
Perdas na conversão:	1,0 %
Perdas totais:	17,9 %

PERDAS POR SOMBREAMENTO DE OBSTÁCULOS

Mês	Sem obstáculos [kWh]	Produção efetiva [kWh]	Perdas [kWh]
Janeiro	11634,2	11634,2	0,0 %
Fevereiro	9966,6	9966,6	0,0 %
Março	9356,1	9356,1	0,0 %
Abril	7211,3	7211,3	0,0 %
Mai	5726,7	5726,7	0,0 %
Junho	4656,3	4656,3	0,0 %
Julho	5335,0	5335,0	0,0 %
Agosto	6910,8	6910,8	0,0 %



Setembro	7121,2	7121,2	0,0 %
Outubro	9418,6	9418,6	0,0 %
Novembro	10839,5	10839,5	0,0 %
Dezembro	11849,0	11849,0	0,0 %
Ano	100025,3	100025,3	0,0 %

CABEAMENTO ELÉTRICO

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

A fiação: **Cabo da série fotovoltaica**

Descrição	Valor
Identificação:	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho
Comprimento total:	240 m
Comprimento de dimensionam.:	20 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	17(F) - Cabos unipolares suspensos por cabo de suporte, incorporado ou não
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	1x(1x4)
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	4 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	0
Seção negativo/neutro:	4 mm ²
Nº condutores PE:	
Seção PE:	
Tensão nominal:	696,6 V
Corrente de funcionamento:	8,8 A
Corrente de curto-circ.to módulos	18,8 A

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

Descrição	Valor
Identificação:	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho 1x4 HEPR Flexível PV - Preto 1x6 HEPR Flexível PV - Verde-Amarelo



Comprimento total:	460,26 m
Comprimento de dimensionam.:	49,73 m
Circuitos nas proximidades:	16
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	13(F) - Cabos unipolares em bandeja perfurada, horizontal ou vertical
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	2x(1x4)+1G6
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	4 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	4 mm ²
Nº condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm ²
Tensão nominal:	696,6 V
Corrente de funcionamento:	8,8 A
Corrente de curto-circ.to módulos	18,8 A

A fiação: **Q. Campo - Q. Inversor**

Descrição	Valor
Identificação:	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho 1x4 HEPR Flexível PV - Preto 1x6 HEPR Flexível PV - Verde-Amarelo
Comprimento total:	76,35 m
Comprimento de dimensionam.:	6,36 m
Circuitos nas proximidades:	16
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	13(F) - Cabos unipolares em bandeja perfurada, horizontal ou vertical
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	2x(1x4)+1G6
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	4 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	1



Seção negativo/neutro:	4 mm ²
Nº condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm ²
Tensão nominal:	696,6 V
Corrente de funcionamento:	8,8 A
Corrente de curto-circ.to módulos	18,8 A

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

Descrição	Valor
Identificação:	
Comprimento total:	5,55 m
Comprimento de dimensionam.:	5,55 m
Circuitos nas proximidades:	3
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	13(F) - Cabos unipolares em bandeja perfurada, horizontal ou vertical
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(1x50)+1G25
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	50 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	50 mm ²
Nº condutores PE:	1
Seção PE:	25 mm ²
Tensão nominal:	380 V
Corrente de funcionamento:	99,3 A

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

Descrição	Valor
Identificação:	
Comprimento total:	7,86 m
Comprimento de dimensionam.:	7,86 m
Circuitos nas proximidades:	2
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	4x(1x50)+1G25
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	50 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	50 mm ²
Nº condutores PE:	1
Seção PE:	25 mm ²
Tensão nominal:	380 V
Corrente de funcionamento:	99,3 A

Tabela cabos

Identific.	Descrição	Form.	Des.	Código	Origem	Destin	Copr.
W00	Cabo da série fotovoltaica 1	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 1	20 m
W01	Cabo série 1 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 1	Q.1	43,67 m
W02	Cabo da série fotovoltaica 2	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 2	20 m
W03	Cabo série 2 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 2	Q.1	28,65 m
W04	Cabo da série fotovoltaica 3	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 3	20 m
W05	Cabo série 3 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 3	Q.1	46,69 m
W06	Cabo da série fotovoltaica 4	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 4	20 m
W07	Cabo série 4 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 4	Q.1	36,61 m
W08	Cabo da série fotovoltaica 5	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 5	20 m
W09	Cabo série 5 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 5	Q.1	39,61 m
W10	Cabo da série fotovoltaica 6	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 6	20 m



W11	Cabo série 6 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 6	Q.1	47,61 m
W12	Cabo da série fotovoltaica 7	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 7	20 m
W13	Cabo série 7 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 7	Q.1	49,73 m
W14	Cabo da série fotovoltaica 8	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 8	20 m
W15	Cabo série 8 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 8	Q.1	31,69 m
W16	Cabo da série fotovoltaica 9	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 9	20 m
W17	Cabo série 9 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 9	Q.1	30,71 m
W18	Cabo da série fotovoltaica 10	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 10	20 m
W19	Cabo série 10 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 10	Q.1	38,76 m
W20	Cabo da série fotovoltaica 11	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 11	20 m
W21	Cabo série 11 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 11	Q.1	20,72 m
W22	Cabo da série fotovoltaica 12	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 12	20 m
W23	Cabo série 12 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 12	Q.1	45,81 m
W24	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W25	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W26	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W27	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W28	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W29	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W30	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m



W31	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W32	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W33	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W34	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W35	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	6,36 m
W36	Cabo inversor - q.p.	4x(1x50)+ 1G25	FG10M1 0.6/1 kV		inversor	q.p.	5,55 m
W37	Cabo q.p. - q.m.	4x(1x50)+ 1G25	FG10M1 0.6/1 kV		q.p.	q.m.	7,86 m





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 - 60kW deverá atender às seguintes condições:

Limites de tensão

Tensão mínima V_n a 70,00 °C (576,6 V) maior do que V_{mpp} mínimo (200,0V)

Tensão máxima V_n a -10,00 °C (789,9 V) inferior a V_{mpp} máx. (1000,0 V)

Tensão a vazio V_o a -10,00 °C (926,7 V) inferior a tensão máx. do inversor (1100,0 V)

Tensão a vazio V_o a -10,00 °C (926,7 V) inferior a tensão máxima de isolamento (1500,0 V)

Limites de corrente

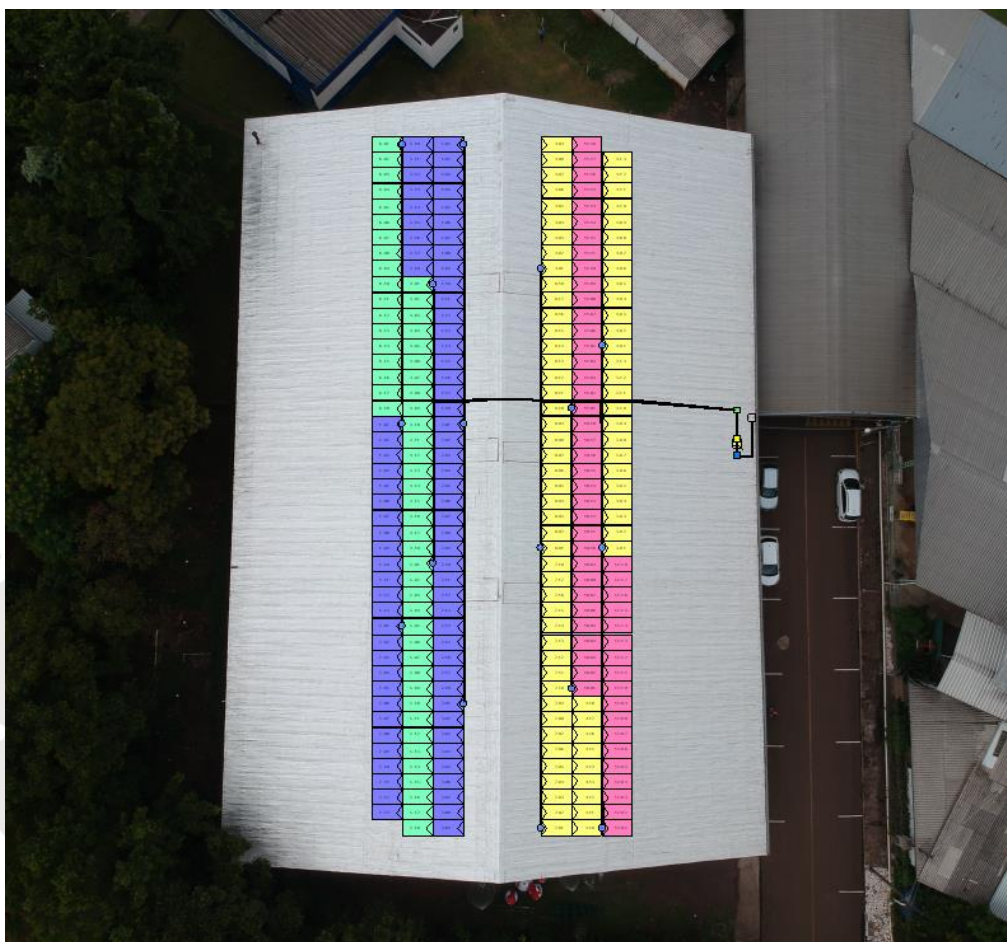
Corrente de entrada na máxima potência (27,0 A) inferior a corrente máxima do inversor (28,5 A)

Limites de potência

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



LAYOUT DO GERADOR





Gerador - 15 kW

O gerador é composto de 52 módulos fotovoltaicos de Silício policristalino 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:	52
Número de inversores:	1
Potência nominal:	15 kW
Potência de pico:	17,68 kWp
Performance ratio:	82 %

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS MÓDULOS	
Fabricante:	-
Modelo:	-
Tecnologia de const.:	Silício policristalino
Características elétricas	
Potência máxima:	340 W
Rendimento:	17,3 %
Tensão nominal:	38,7 V
Tensão em aberto:	46,3 V
Corrente nominal:	8,8 A
Corr. de curto-circuito:	9,4 A
Dimensões	
Dimensões:	992 mm x 2010 mm
Peso:	23 kg

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

A linha elétrica proveniente dos módulos fotovoltaicos é posta a terra mediante descarregadores de sobretensão com indicação ótica de fora de serviço.



INVERSOR SOLAR

A unidade de conversão consiste no uso de um inversor on-grid.

DADOS TÉCNICOS DO INVERSOR	
Fabricante:	-
Modelo:	-
Número de rastreadores:	2
Entrada para rastreador:	2
Características elétricas	
Potência nominal:	15 kW
Potência máxima:	15,3 kW
Potência máxima por rastreador:	7,6 kW
Tensão nominal:	800 V
Tensão máxima:	1000 V
Tensão mínima por rastreador:	200 V
Tensão máxima por rastreador:	800 V
Tensão máxima de saída:	400 Vac
Corrente nominal:	36 A
Corrente máxima:	36 A
Corrente máxima por rastreador:	18 A
Rendimento:	0,98

Inversor 1	MPPT 1	MPPT 2
Módulos em série:	13	13
Conjunto de módulos em paralelos:	2	2
Exposições:	Telhado W	Telhado E
Tensão MPPT (STC):	503,1 V	503,1 V
Número de módulos:	26	26



DIMENSIONAMENTO

Potência de pico do gerador:

$$P = P \text{ módulos} * N^{\circ} \text{ módulos} = 340 \text{ W} * 52 = 17,68 \text{ kWp}$$

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	Nº módulos	Radiação solar [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Telhado W	26	1.668,76	14.751,81
Telhado E	26	1.647,57	14.564,52

$$E = E_n * (1 - \text{Perd}) = 24721 \text{ kWh}$$

Perd = Perda de potência obtida:

Perdas por sombreamento totais:	0,0 %
Perdas por aumento de temperatura:	6,7 %
Perdas por descasamento:	5,0 %
Perdas de corrente continua:	1,5 %
Outras perdas:	5,0 %
Perdas na conversão:	1,7 %
Perdas totais:	18,4 %

PERDAS POR SOMBREAMENTO DE OBSTÁCULOS

Mês	Sem obstáculos [kWh]	Produção efetiva [kWh]	Perdas [kWh]
Janeiro	2781,0	2781,0	0,0 %
Fevereiro	2382,4	2382,4	0,0 %
Março	2236,5	2236,5	0,0 %
Abril	1723,8	1723,8	0,0 %
Mai	1368,9	1368,9	0,0 %
Junho	1113,0	1113,0	0,0 %
Julho	1275,3	1275,3	0,0 %
Agosto	1651,9	1651,9	0,0 %



Setembro	1702,2	1702,2	0,0 %
Outubro	2251,4	2251,4	0,0 %
Novembro	2591,0	2591,0	0,0 %
Dezembro	2832,4	2832,4	0,0 %
Ano	23909,9	23909,9	0,0 %

CABEAMENTO ELÉTRICO

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

A fiação: **Cabo da série fotovoltaica**

Descrição	Valor
Identificação:	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho
Comprimento total:	60 m
Comprimento de dimensionam.:	15 m
Circuitos nas proximidades:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	17(F) - Cabos unipolares suspensos por cabo de suporte, incorporado ou não
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	1x(1x4)
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	4 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	0
Seção negativo/neutro:	4 mm ²
Nº condutores PE:	
Seção PE:	
Tensão nominal:	503,1 V
Corrente de funcionamento:	8,8 A
Corrente de curto-circ.to módulos	9,4 A

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

Descrição	Valor
Identificação:	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho 1x4 HEPR Flexível PV - Preto 1x6 HEPR Flexível PV - Verde-Amarelo



Comprimento total:	127,71 m
Comprimento de dimensionam.:	45,61 m
Circuitos nas proximidades:	16
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	13(F) - Cabos unipolares em bandeja perfurada, horizontal ou vertical
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	2x(1x4)+1G6
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	4 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	4 mm ²
Nº condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm ²
Tensão nominal:	503,1 V
Corrente de funcionamento:	8,8 A
Corrente de curto-circ.to módulos	9,4 A

A fiação: **Q. Campo - Q. Inversor**

Descrição	Valor
Identificação:	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho 1x4 HEPR Flexível PV - Preto 1x6 HEPR Flexível PV - Verde-Amarelo
Comprimento total:	21,52 m
Comprimento de dimensionam.:	5,38 m
Circuitos nas proximidades:	16
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	13(F) - Cabos unipolares em bandeja perfurada, horizontal ou vertical
Instalações:	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado
Tipo de cabo:	Unipolar
Material:	Cobre
Designação:	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV
Tipo de isolamento:	EPR
Formação	2x(1x4)+1G6
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	4 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	1



Seção negativo/neutro:	4 mm ²
Nº condutores PE:	1
Seção PE:	6 mm ²
Tensão nominal:	503,1 V
Corrente de funcionamento:	8,8 A
Corrente de curto-circ.to módulos	9,4 A

A fiação: Q. Inversor - Q. Medição

Descrição	Valor
Identificação:	
Comprimento total:	6,53 m
Comprimento de dimensionam.:	6,53 m
Circuitos nas proximidades:	3
Temperatura ambiente:	30°
Tabela:	ABNT NBR 5410 (PVC/EPR)
Instalação:	13(F) - Cabos unipolares em bandeja perfurada, horizontal ou vertical
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)+1G10
Nº condutores positivos/fase:	1
Seção positivo / fase:	10 mm ²
Nº condutores negativo/neutro:	1
Seção negativo/neutro:	10 mm ²
Nº condutores PE:	1
Seção PE:	10 mm ²
Tensão nominal:	400 V
Corrente de funcionamento:	23,4 A

Tabela cabos							
Identific.	Descrição	Form.	Des.	Código	Origem	Destin	Copr.
W00	Cabo da série fotovoltaica 1	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 1	15 m
W01	Cabo série 1 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 1	Q.1	32,58 m
W02	Cabo da série fotovoltaica 2	1x(1x4)	NBR-R5E-WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 2	15 m



W03	Cabo série 2 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 2	Q.1	45,61 m
W04	Cabo da série fotovoltaica 3	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 3	15 m
W05	Cabo série 3 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 3	Q.1	27,77 m
W06	Cabo da série fotovoltaica 4	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434		da Série fotovoltaica 4	15 m
W07	Cabo série 4 -Q.1	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	série 4	Q.1	21,75 m
W08	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	5,38 m
W09	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	5,38 m
W10	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	5,38 m
W11	Cabo Q.1 - inversor	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	BRA434 BRA432 IBRA444	Q.1	inversor	5,38 m
W12	Cabo inversor - q.p.	4x(1x10)+ 1G10	FG10M1 0.6/1 kV		inversor	q.p.	6,53 m

Tabela resumo cabos

Código	Construtor	Form.	Des.	Descrição	Copr.
BRA434	PIRELLI CAVI e SISTEMI	1x(1x4)	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho	300 m
BRA434	PIRELLI CAVI e SISTEMI	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	1x4 HEPR Flexível PV - Vermelho	685,84 m
BRA432	PIRELLI CAVI e SISTEMI	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	1x4 HEPR Flexível PV - Preto	685,84 m
IBRA444	PIRELLI CAVI e SISTEMI	2x(1x4)+1 G6	NBR-R5E- WR 0.6/1 kV	1x6 HEPR Flexível PV - Verde-Amarelo	685,84 m
Q. Inversor - Q. Paralelo		4x(1x50)+ 1G25	FG10M1 0.6/1 kV		27,75 m
Q. Paralelo - Q. Medição		4x(1x50)+ 1G25	FG10M1 0.6/1 kV		39,3 m
Q. Inversor - Q. Medição		4x(1x10)+ 1G10	FG10M1 0.6/1 kV		32,65 m



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 - 15 kW deverá atender às seguintes condições:

Limites de tensão

Tensão mínima V_n a 70,00 °C (416,4 V) maior do que V_{mpp} mínimo (200,0V)

Tensão máxima V_n a -10,00 °C (570,5 V) inferior a V_{mpp} máx. (800,0 V)

Tensão a vazio V_o a -10,00 °C (669,3 V) inferior a tensão máx. do inversor (1000,0 V)

Tensão a vazio V_o a -10,00 °C (669,3 V) inferior a tensão máxima de isolamento (1500,0 V)

Limites de corrente

Corrente de entrada na máxima potência (18,0 A) inferior a corrente máxima do inversor (18,0 A)

Limites de potência

Dimensionamento de potência (115,9%) compreendido entre 80,0% e 120,0%

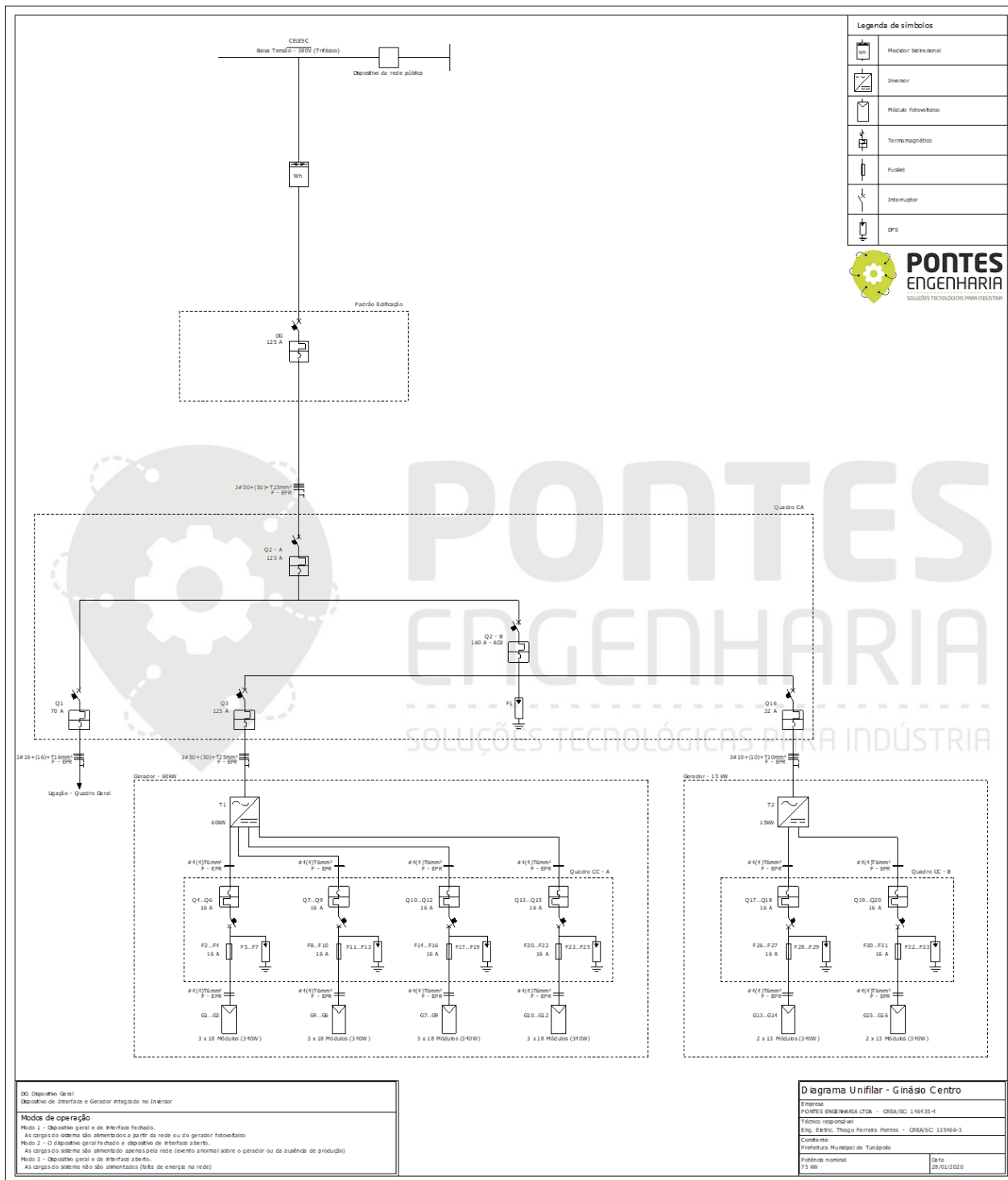


LAYOUT DO GERADOR





DIAGRAMA ELÉTRICO





INVERSORES SOLARES

Os sistemas de conversão serão compostos por um conjunto de conversores estáticos (inversores).

O conversor CC/CA utiliza um sistema idôneo de transferência de potência para a rede de distribuição, em conformidade aos requisitos técnicos e normas de segurança da concessionária. 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 polos 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 as Normas da 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.



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 as normas IEC / NBR

Os cabos também estarão de acordo com as normas IEC, com código e cores conforme as normas 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 PE: | Verde/Amarelo (Obrigatório) |
| ❑ Cabos de neutro N: | Azul claro (Obrigatório) |
| ❑ Cabos de fase F: | Cinza/Marrom/Preto/Vermelho/Branco |
| ❑ Cabos de circuito CC Positivo: | Indicação específica de (+) e/ou Vermelho |
| ❑ Cabos de circuito CC Negativo: | Indicação específica de (-) e/ou Preto. |

Na especificação exposta 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.

QUADROS ELÉTRICOS

- ❑ **Quadro de campo lado corrente contínua**

Será prevista a instalação de um quadro de CC para conexões, proteção e seccionamento dos módulos, medições e controle dos dados de entrada e saída em cada local de instalação, este possuirá os itens conforme Diagramas Unifilares e deverão ser montados conforme referências em cabine específica ou em parede que suporte a carga demandada. [Ver Pranchas 01 e 02]

- ❑ **Quadro de paralelo lado corrente alternada**

Será prevista a instalação de um quadro paralelo de corrente alternada localizado depois dos conversores estáticos, neste painel teremos o seccionamento e proteções gerais da edificação (entre QGBT atual e Entrada de Energia) e as proteções dos inversores. [Ver Pranchas 01 e 02]



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 composto por um sistema IT, sem o polo aterrado.

Os conjuntos 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.

Toda a estrutura de suporte será diretamente aterrada.

O sistema de aterramento deverá atender a demanda necessária do sistema visando a garantia de operação e da segurança, devendo ser emitido um laudo de medição de sua resistência.

Considerando a medição de resistência do solo em cada local, deverão ser instaladas, no mínimo, as hastes de aço revestidas com cobre eletrolítico ($\geq 0,254 \mu/m$) de 5/8" com 2,4 m de comprimento, enterradas a 0,5 m de profundidade, espaçadas 5 m entre si e interligadas por cabo de cobre nu 50 mm², classe 2, 7 fios, apresentadas na tabela abaixo. Deverá ser instalada caixa de inspeção preferencialmente na haste que interliga o sistema de aterramento ao BEP, esta interligação deverá ser realizada preferencialmente na haste central do conjunto.

Ginásio Centro	
Resistência do Solo:	436,6 $\Omega.m$
Número de Hastes:	7

ENTRADAS DE ENERGIA

Nas instalações cuja potência nominal dos geradores é de 75 kW (Ginásios), será necessária a instalação de uma nova Entrada de Energia (Padrão Celesc) em substituição à já instalada em cada local. [VER PRANCHA 09]

SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE (SMC)

O sistema de controle e de monitoramento permite, por meio de um computador, celular ou tablet, 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.

ESTRUTURAS DE APOIO

Os módulos serão montados em suportes de alumínio anodizado com fixadores em aço inoxidável 304, aderentes a cobertura. Os sistemas de fixação da estrutura serão aplicados tomando a devida atenção para manter a impermeabilização da cobertura e deverão resistir a rajadas de vento com velocidade de até 120 km/h. Para fins de cálculo considera-se 2 kg a mais por placa devido à estrutura considerada no projeto (alumínio anodizado com liga 6005-T5 e fixadores em aço inoxidável).

EMISSÕES TOTAIS

Os sistemas de geração irão reduzir a emissão de poluentes na atmosfera de acordo com seguinte tabela abaixo (valores anuais estimados):

Produção Termo Elétrica Equivalente	
Dióxido de enxofre (SO ₂):	19,35 kg
Óxidos de Nitrogênio (NO _x):	24,36 kg
Poeiras:	0,86 kg
Dióxido de carbono (CO ₂):	14,40 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):	30,98 TOE



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deverá ser emitido e divulgado pelo instalador, os seguintes documentos, além dos documentos previstos na NBR 16274, inclusive laudos dos ensaios de comissionamento categoria 2:

- ❑ Manual de uso e manutenção, incluindo a programação recomendada de manutenção;
- ❑ Projeto executivo "*as built*", 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;
- ❑ Fotos de todo o sistema, incluindo pontos de conexão e derivação, painéis fotovoltaicos, inversores e demais pontos de interesse para a verificação da correta instalação do sistema.

A empresa de instalação, além de realizar com o que está indicado no projeto, irá realizar todos os trabalhos em conformidade com as normas técnicas vigentes, bem como às boas práticas de engenharia.

Será dispensada a realização completa da Avaliação de Desempenho do sistema (NBR 16274), ainda assim, deverá ser apresentado laudo de medição de eficiência de transformação emitido pelo responsável técnico pela instalação, incluindo a realização dos testes de comissionamento separados nas seguintes etapas (Ver ABNT NBR 16274 – *Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho*; para maiores detalhes):

- **Inspeção:**

- Inspeção do sistema CC;
- Inspeção do sistema CA;
- Inspeção da proteção contra sobre tensão e choque elétrico;
- Etiquetagem e identificação;



- Instalação mecânica.
- **Ensaio de categoria 1:**
 - Continuidade da ligação à terra e dos condutores de ligação equipotencial;
 - Ensaio de polaridade;
 - Ensaio da(s) caixa(s) de junção;
 - Ensaio de corrente da(s) série(s) fotovoltaica(s) (curto-circuito ou operacional);
 - Ensaio de tensão de circuito aberto da(s) série(s) fotovoltaica(s);
 - Ensaio funcionais;
 - Ensaio de resistência de isolamento do(s) circuito(s) CC
 - Ensaio do(s) circuito(s) CA segundo os requisitos da IEC 60364-6/NBR 5410.
- **Ensaio de categoria 2:**
 - Ensaio de curva IV da(s) série(s) fotovoltaica(s);
 - Inspeção com câmera infravermelha (câmera termográfica).

O sistema deverá ser instalado tendo como base os preceitos da NBR 16690/2019.