# Estudo técnico para a implantação de usinas solar fotovoltaicas nas dependências de prédios públicos do município de Mato Leitão - RS

Responsável técnico:

Eng. Jorge Scheid

CREA RS 58935

## Sumário

Estudo técnico para a implantação de usinas solar fotovoltaicas nas dependências de prédios públicos do município de Mato Leitão - RS ..... 2
1. ANÁLISE DE ÁREA DISPONÍVEL ..... 3
FIGURA 1: VISTA DA EMEF SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA ..... 3
FIGURA 2: EMEF SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA ..... 4
FIGURA 3: TELHADOS COM MELHOR EXPOSIÇÃO SOLAR DA EMEF ..... 4
FIGURA 4: DISJUNTOR GERAL DA EMEF SANTO ANTÔNIO. ..... 5
FIGURA 5: DIMENSÕES E CONFIGURAÇÃO DOS TELHADOS DA EMEF SANTO ANTÔNIO ..... 6
FIGURA 7: VISTA SUPERIOR DA EMEI VÓ OLGA ..... 8
FIGURA 8: VISTA DA PARTE FRONTAL DA ESCOLA ..... 8
FIGURA 9: VISTA DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO COLÉGIO VÓ OLGA ..... 9
FIGURA 10: VISTA DA PARTE DOS TELHADOS VOLTADOS A NORTE NA EMEI ..... 9
Figura 11: Transformador que alimenta A EMEI Vó Olga. ..... 10
FIGURA 12: PROTEÇÃO DA MEDIÇÃO DA EMEI VÓ OLGA. ..... 11
2. DISPOSITIVOS E PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS PARA AUFERIR SEGURANÇA NA OPERAÇÃO E TAMBÉM NO FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: ..... 13
3. REQUISITOS MÍNIMOS EXIGÍVEIS DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ..... 14
4. ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS DOS INVERSORES: ..... 14
5. DISPOSIÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS SOBRE OS TELHADOS DISPONÍVEIS ..... 16
5.1 Sugestão de instalação sobre os telhados da EMEF Santo Antônio de Pádua ..... 16
FIGURA 13: LAYOUT SUGERIDO ..... 16
5.2 Sugestão de instalação sobre os telhados na Escola Vó Olga ..... 17
Figura 14: Layout sugerido para a instalação no telhado da escola Vó Olga ..... 17
FIGURA 17: LAYOUT SUGERIDO DA EMEI VÓ OLGA ..... 18
FIGURA 15: TIPO DE SUPORTE RECOMENDADO TELHADO DE FIBROCIMENTO. ..... 18
6 PROPOSTA COMERCIAL ..... 19
7 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ..... 24
Anexo A: Módulo fotovoltaico utilizado como referência no estudo ..... 25
Anexo B: Inversores considerados no projeto (Fronius SYMO 20.0-3-M) ..... 28

Anexo C: Histórico de consumo. .....31
Anexo D: Divisão dos créditos.....31

## Estudo técnico para a implantação de usinas solar fotovoltaicas nas dependências de prédios públicos do município de Mato Leitão - RS

Esta proposta consiste na elaboração de projeto, estudos para a instalação de usinas solares, com o intuito de gerar a energia necessária para atender as dependências públicas do município de Mato Leitão - RS.

O projeto foi desenvolvido considerando a instalação em dois locais distintos, usando como critérios para a determinação dos locais, entre outros, a exposição solar, a características técnicas dos padrões de entrada e de fornecimento da concessionária RGE, permissionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica no município.

# 1. ANÁLISE DE ÁREA DISPONÍVEL

Os locais e potências foram definidos conforme amplo estudo técnico, sendo que parte será instalado sobre os telhados da Escola Municipal de Ensino Fundamental Santo Antônio de Pádua, situado na Linha Santo Antônio, n°1620 – Interior da cidade de Mato Leitão.

EMEF Santo Antônio de Pádua

FIGURA 1: VISTA DA EMEF SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA
Disponível em: GOOGLE HEARTH ®

FIGURA 2: EMEF SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA

Neste local, os telhados úteis (com boa exposição solar), permitem a instalação de aproximadamente 100 módulos fotovoltaicos, pois parte dos telhados estão voltados para o sul, o que exigiria a instalação de estruturas metálicas para corrigir a orientação solar e poderiam comprometer a estética e a segurança do prédio.

FIGURA 3: TELHADOS COM MELHOR EXPOSIÇÃO SOLAR DA EMEF SANTO ANTÔNIO E PÁDUA

Outro fator que restringe a instalação de painéis fotovoltaicos neste espaço é a presença de fatores de sombra como antenas, paredes e outras peculiaridades que comprometeriam a eficiência do sistema fotovoltaico caso fossem ignorados.

No local há medição indireta, que está em conformidade com o padrão C18 do RIC BT, contando com disjuntor de 150A e cabos de 50mm.

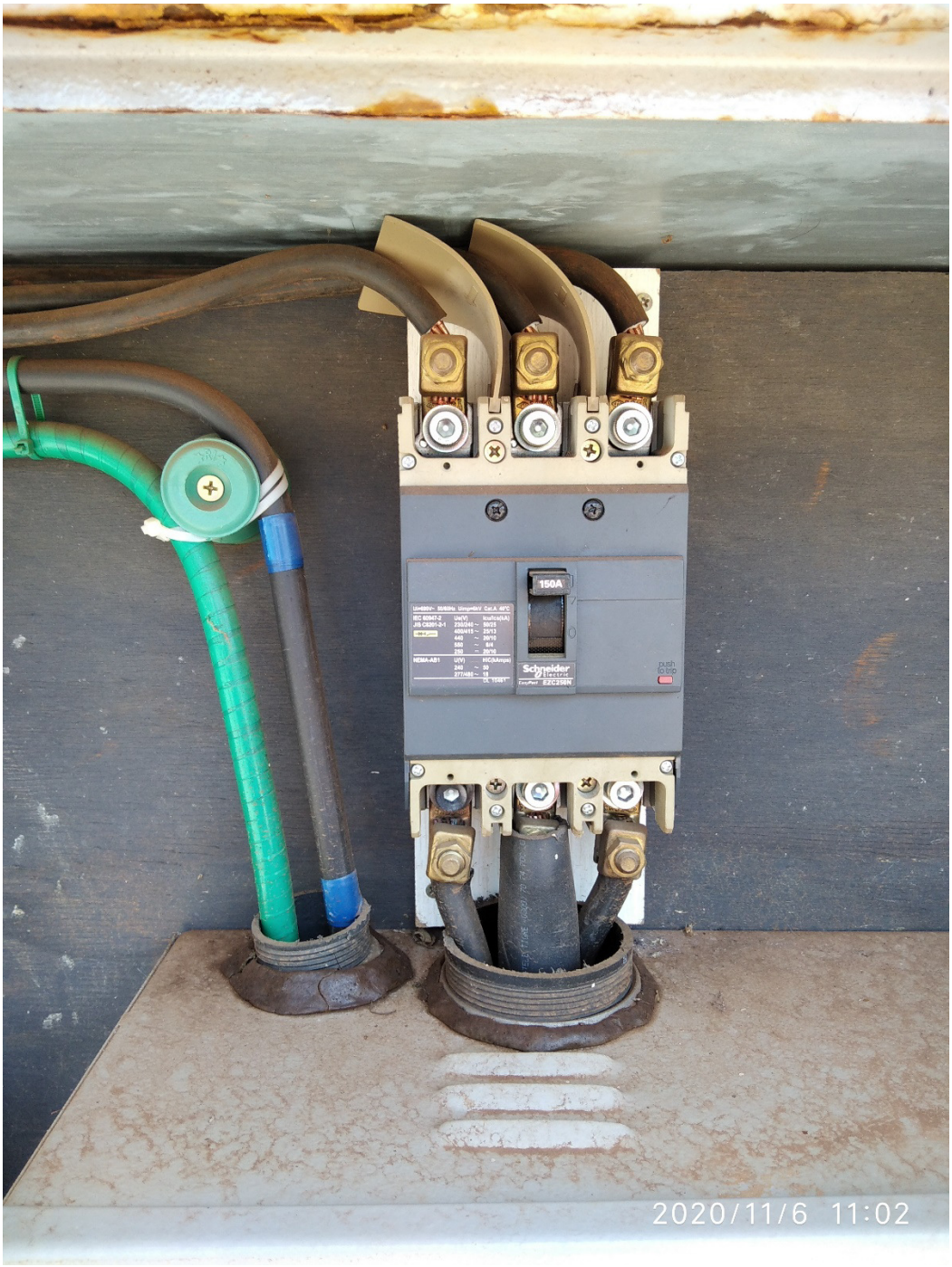



FIGURA 4: DISJUNTOR GERAL DA EMEF SANTO ANTÔNIO.

Os telhados maiores (indicados para a instalação do sistema fotovoltaico) tem área bastante fracionada, portanto é recomendado a instalação de 10 séries de 10 módulos fotovoltaicos, totalizando 100 módulos.

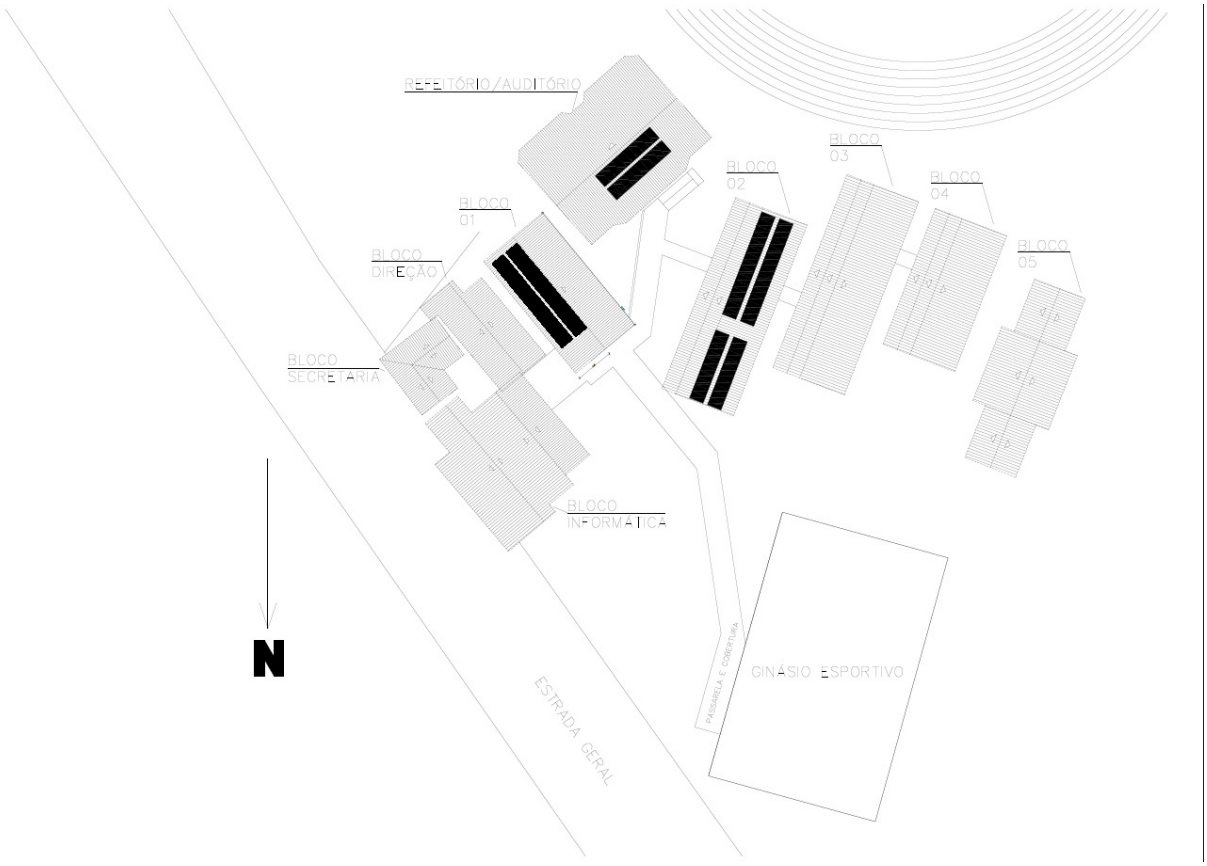



FIGURA 5: DIMENSÕES E CONFIGURAÇÃO DOS TELHADOS DA EMEF SANTO ANTÔNIO

FIGURA 6: TRANSFORMADOR QUE ATENDE A EMEF SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA

Outra parcela de equipamentos pode ser instalada sobre os telhados na EMEI Vó Olga, localizado na rua Letra J, n°1000, conforme imagem a seguir.

FIGURA 7: VISTA SUPERIOR DA EMEI VÓ OLGA

FIGURA 8: VISTA DA PARTE FRONTAL DA ESCOLA

Neste local, os telhados voltados para o norte (maior eficiência), são abundantes, porém há a necessidade de avaliar princípios técnicos, como as condições da estrutura de madeira que sustenta o telhado de fibrocimento e que deverá suportar a carga adicional.

FIGURA 9: VISTA DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO COLÉGIO VÓ OLGA

FIGURA 10: VISTA DA PARTE DOS TELHADOS VOLTADOS A NORTE NA EMEI

Figura 11: Transformador que alimenta A EMEI Vó Olga.

É recomendado a instalação de um inversor de até 40KW, para evitar flutuações nos níveis de tensão, sendo que o padrão de energia no local é o C17,

esta potência evitará flutuações abruptas nos níveis de tensão do transformador de 112KVA que atende o local.

FIGURA 12: PROTEÇÃO DA MEDIÇÃO DA EMEI VÓ OLGA.

Para que os sistemas apresentem elevada eficiência, tendo preservadas as suas propriedades de conversão de energia ao longo dos anos, é recomendado a utilização de suportes que afastem o módulo das telhas, permitindo a ventilação e por consequência menores temperaturas nos módulos fotovoltaicos.

Outra recomendação é a utilização de inversores com potência semelhante à potência total em módulos, pois a orientação a norte, possibilita o sistema superar os 90% da geração, ao passo que a saturação dos inversores pode ocasionar perdas de desempenho pelo efeito de corte de energia (Power clipping).

Sugerido o dimensionamento para que o fator do inversor não ultrapasse o máximo de 10% a potência nominal dos inversores, conforme calculo a seguir:

(FDI = Pc.c / Pc.a.)

O FDI deverá atender a proporção entre $0,8 \leq FDI < 1,10$

## 2. DISPOSITIVOS E PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS PARA AUFERIR SEGURANÇA NA OPERAÇÃO E TAMBÉM NO FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS:

- Cabos solares com proteção UV e com certificações (ABNT NBR16612:2017 e/ou EN 50618)
- Sistema de aterramento bem projetado e executado, garantindo a segurança na instalação / manutenção, atentando para a equipotencialização e aterramento das estruturas metálicas, distâncias de centelhamento, etc...
- Seccionadores / disjuntores CC com capacidade e tensão de trabalho compatíveis e atendendo o disposto na (INMETRO e / ou IEC60947-2).
- Fusíveis e porta fusíveis compatíveis com os níveis de tensão e corrente dos demais componentes dos sistemas fotovoltaicos.
- Suportes em alumínio e / ou aço inoxidável fabricados e testados para esta finalidade e forma de instalação.
- Disjuntores trifásicos CA com capacidade de interrupção de corrente de curto de 5kA ou superior.
- DPS (dispositivo de proteção contra surtos) com capacidade de drenar 45kA ao aterramento em caso de surto.
- Caixas de proteções para os dispositivos de segurança com vedação para proteger contra a incidência de umidade (desejável IP65).
- SPDA (manter a funcionalidade) fazer a análise e adaptações para manter ou melhorar os padrões de segurança, fazendo a alteração do Programa de Gerenciamento de Risco de acordo com a NR01.
- Conexões CC precisam ser do tipo MC4 ou equivalente, para garantir a segurança na operação e manutenção e atender às normas.
- As proteções CC devem ser instaladas em compartimentos e eletrodutos distintos da rede e dispositivos CA.
- Índice de proteção mínimo IP65 para todos os elementos dos projetos ou infraestrutura de adequação para proteção / instalação em área externa.

- Impermeabilização dos pontos de fixação dos suportes no telhado, para garantir que não surjam infiltrações em decorrência da instalação do sistema fotovoltaico.
- Instalação definitiva de olhais de fixação da linha de vida para a instalação e posteriormente para a execução das limpezas / manutenções.

## 3. REQUISITOS MÍNIMOS EXIGÍVEIS DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- Os módulos devem ter certificação INMETRO de conformidade com a portaria (004/2011).
- Devem possuir conexão padrão MC4 ou análogo
- Devem atender às especificações de qualidade e de segurança conforme IEC31730 e IEC61215.
- A caixa de conexão deve ter grau de proteção IP67 ou superior, apresentando ao menos 3 diodos de (by-pass).
- Variação máxima de potência em relação ao descrito na placa de identificação de 3%.
- Garantia mínima de 12 anos.

## 4. ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS DOS INVERSORES:

- Índice de proteção IP65.
- Proteção contra polaridade reversa em CC.
- Monitoramento da rede elétrica, com proteção contra sub e sobretensão, sistema anti-ilhamento e contra curto circuito de saída.
- Distorção harmônica de corrente (THD) inferior ou igual a 2%.
- Eficiência igual ou superior a 98% a plena carga.
- Plataforma de monitoramento para acompanhamento de forma remota dos principais parâmetros de geração e também da rede alternada.

- Garantia mínima de 7 anos.
- Certificação de conformidade com a IEC 62109/2010, IEC 62116/2008 e IEC 61727/2004

# 5. DISPOSIÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS SOBRE OS TELHADOS DISPONÍVEIS

Buscando maximizar a geração dos módulos fotovoltaicos, é necessário identificar e buscar minimizar possíveis perdas de eficiência por fatores de sombreamento e / ou de comprometimento da geração.

Por isso, são apresentados a seguir as áreas mais adequadas para a instalação, contudo podem ocorrer variações se novos elementos forem apresentados ou inseridos nestes locais.

## 5.1Sugestão de instalação sobre os telhados da EMEF Santo Antônio de Pádua

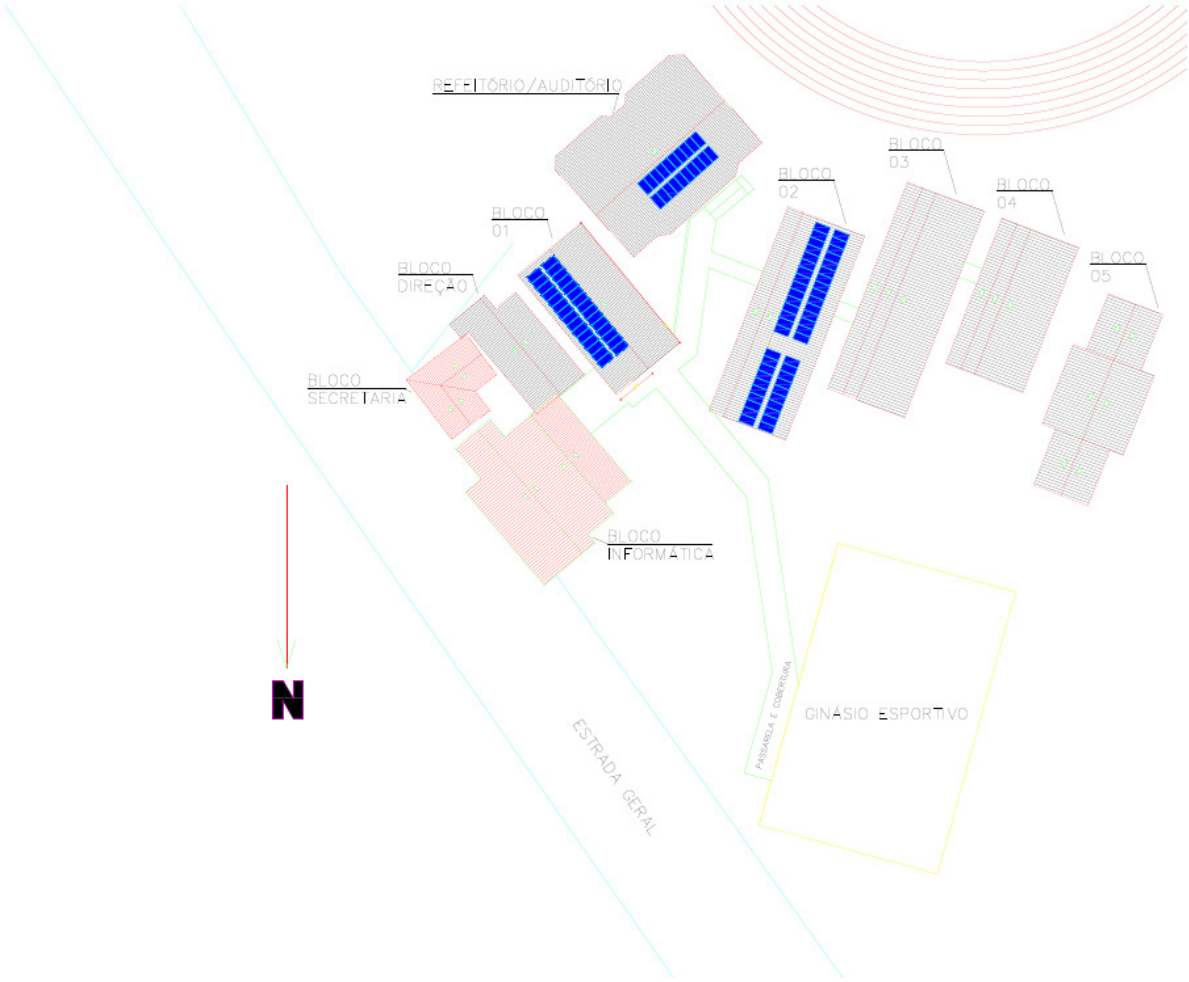



FIGURA 13: LAYOUT SUGERIDO PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO NA ESCOLA

Esta é uma sugestão de instalação, considerando o posicionamento dos telhados e fatores de sombreamento, para garantir maior eficiência possível na produção de energia.

### 5.2 Sugestão de instalação sobre os telhados na Escola Vó Olga

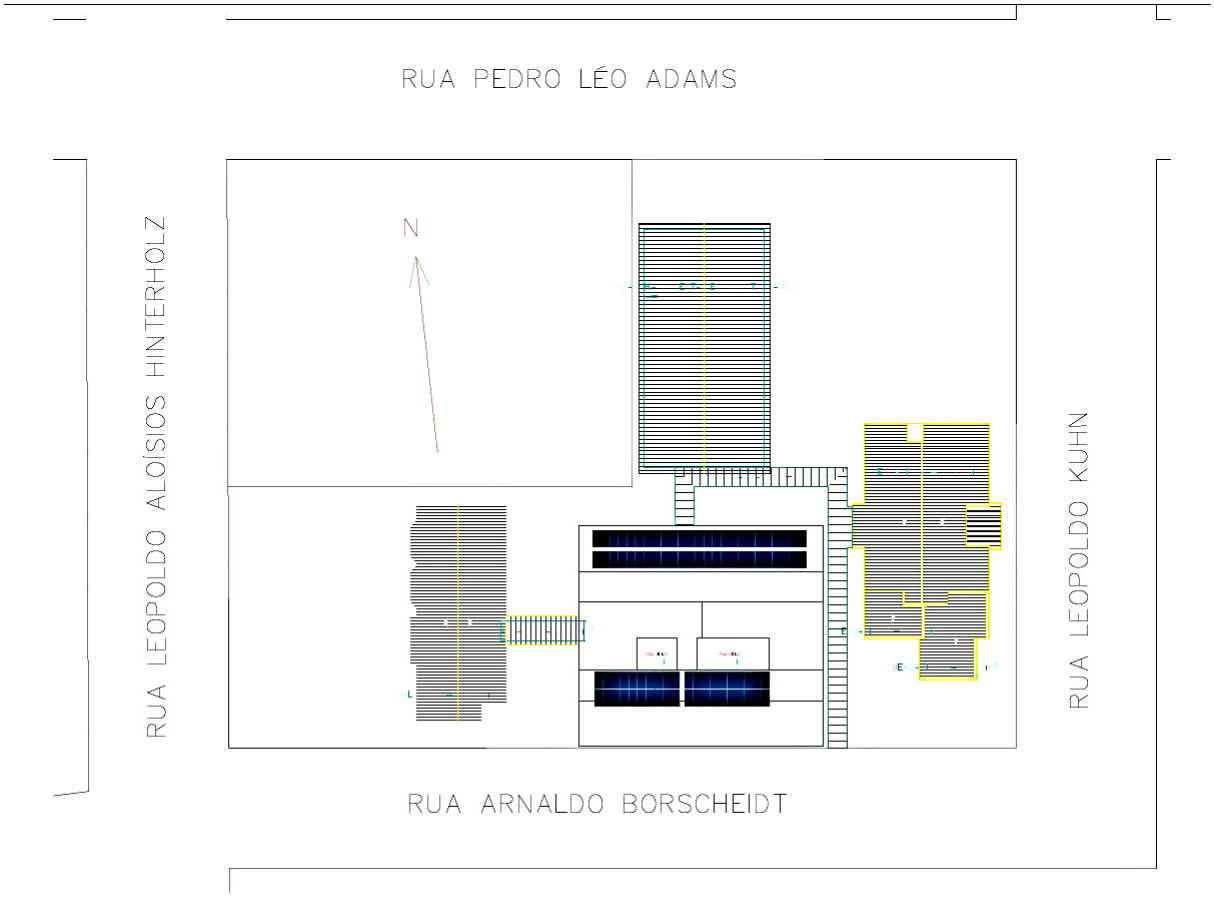



Figura 14: Layout sugerido para a instalação no telhado da escola Vó Olga

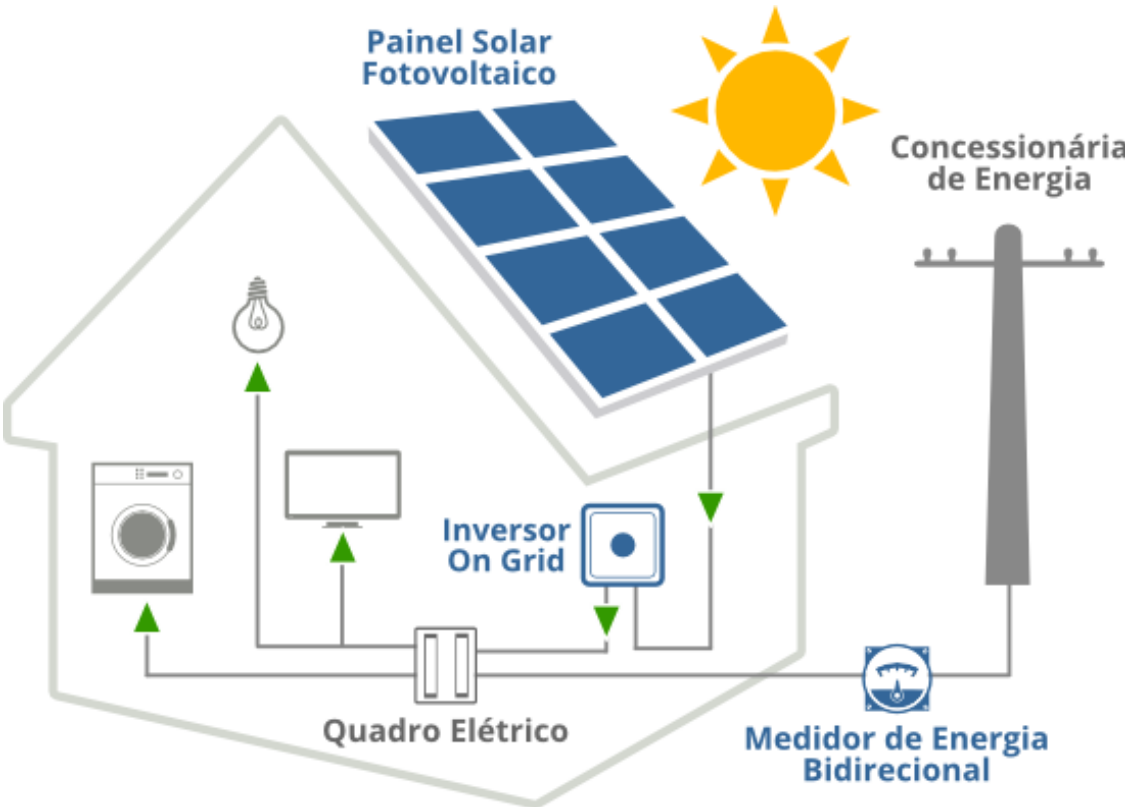
Neste local, os telhados à norte tem área de aproximadamente 400m², porém pela existência de desníveis e paredes divisórias entre os telhados de diferentes níveis (fatores de sombreamento), e ainda para 'espalhar' mais a carga sobre os telhados, é indicado a instalação de até 90 módulos.

FIGURA 17: LAYOUT SUGERIDO PARA A INSTALAÇÃO SOBRE O TELHADO DA EMEI VÓ OLGA

Os suportes devem ser instalados na estrutura de madeira do telhado, com atenção especial para a vedação dos furos, sendo imprescindível a instalação de suportes que possibilitem o afastamento dos trilhos e módulos da telha para evitar o abalroamento da telha ou ainda danos nos módulos.

FIGURA 15: TIPO DE SUPORTE RECOMENDADO PARA A INSTALAÇÃO NO TELHADO DE FIBROCIMENTO.

# 6 PROPOSTA COMERCIAL




Os painéis solares captam a luz do sol e geram a energia que é “transportada” até o inversor *OnGrid*, responsável por converter a energia gerada para as características da rede elétrica.

A geração de energia ocorre por meio do efeito fotovoltaico, em que o fluxo de corrente elétrica é percebido em função da exposição à luz solar. O inversor converte esta energia e a injeta no circuito conectado à rede da concessionária, com frequência e amplitude de tensão semelhantes aos da rede. Equipamentos elétricos utilizados durante o dia no local da instalação do sistema fotovoltaico serão abastecidos imediatamente com esta energia.

O restante da energia vai para a rede elétrica sendo computada como energia injetada na rede. Quando o sistema produzir mais do que consome, formam-se créditos na concessionária que poderão ser utilizados nas demais unidades consumidoras do Município.

6.1 Sistema com potência de **39,15kWp** a ser instalado no telhado da EMEI Vó Olga

Geração mínima estimada do sistema ofertado **4200kWh/mês**

| | |
|---|---|
| MÓDULOS MONOCRISTALINOS 435W | 90 |
| INVERSOR TRIFÁSICO 20KW | 2 |
| DISJUNTOR CA 32A 3P | 2 |
| DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE TENSÃO CA | 6 |
| PAR CONECTOR MACHO / FEMEA - MC4 | 12 |
| CABO SOLAR 6MM-1800V PRETO | 310 |
| CABO SOLAR 6MM-1800V VERMELHO | 310 |
| KIT TERMINAL FINAL 39/44MM - ALTO | 50 |
| KIT TERMINAL INTERMEDIÁRIO 39/44MM | 150 |
| KIT SUPORTE PARA TELHADO FIBROCIMENTO FIXAÇÃO | 90 |
| STRING BOX CC 3 ENTRADAS E 3 SAÍDAS | 2 |

Além das proteções citadas e, atendendo as normativas que regulamentam o segmento, como a IEC 62109-1 (2010) e a IEC 62109-2 (2011), apresenta monitoramento e proteção contra inversão de polaridade CC, falta à terra, contra curto-circuito de saída, falha de STRING e ainda proteção contra PID (do inglês *Potential Induced Degradation* - degradação induzida por potencial).

**Componentes do sistema**

- 90 Módulos monocristalinos de 435W
  Certificado pelo INMETRO, CE, TUV;
  Produto de alta qualidade e confiabilidade;
  Alta eficiência de conversão;
  Orientação de lavagem a cada 6 meses.
- 02 Inversores trifásicos de 20KW
  Eficiência sob carga máxima de 98% ou superior;
  Design compacto e ampla faixa de tensão de trabalho;
  Certificados: ABNT, CE, TUV, AS4777, VDE 0126-1-1, RD 1663, G59, DK5940, EN50178, EN61000-3-2, EN6100-6-1/2/3/4, IEC-62109.
- 620 metros de cabo 6mm 1800V CC + Projeto + Mão de obra.

  Estruturas de Alumínio + Parafusos de Inox.

- Proteção CA
  Disjuntores trifásicos de 32A
  DPS 275Vca
- Sistema de malha de aterramento, para garantir segurança na instalação, manutenção e operação da usina solar fotovoltaica.
- Rede elétrica conectando o inversor até o padrão de entrada.

**Observações**

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico.

Não consta no valor deste objeto mudanças no padrão de entrada ou melhorias elétricas do local da instalação do sistema fotovoltaico.

## Investimento:

*Valor total do sistema R$ 181.000,00

- Equipamentos: R$ 128.877,91
- Valor do frete: R$ 4.459,00
- Mão de obra e material de apoio R$38.117,09
- Guindaste, projeto, administração e reserva técnica R$ 9.546,00

*Retorno estimado do investimento: 4 anos e 1 mês.

6.2 Sistema com potência de 43,5kWp a ser instalado no telhado da escola Santo Antônio de Pádua.

Geração mínima estimada do sistema ofertado **4300kWh/mês**

| | |
|---|---|
| Painéis monocristalinos de 435W | 100 |
| Inversor trifásico de 20KW | 2 |
| Disjuntor CA 32A 3P | 2 |
| Dispositivo de proteção contra surtos de tensão CA | 6 |
| PAR CONECTOR MACHO / FEMEA - MC4 | 16 |
| CABO SOLAR 6MM-1800V PRETO | 340 |
| CABO SOLAR 6MM-1800V VERMELHO | 340 |
| PERFIL DE ALUMÍNIO 4,2m | 50 |
| KIT DE PARAFUSOS AUTO BROCANTES M5X25 AÇO GEOMET | 1700 |
| KIT TERMINAL FINAL 39/44MM - ALTO | 40 |
| KIT TERMINAL INTERMEDIÁRIO 39/44MM | 180 |
| ESPUMA DE EDPM 10mm | 50 |

Este inversor apresenta diversas proteções incorporadas, contando com os seguintes dispositivos:

- Fusíveis de proteção para corrente reversa
- Interruptor CC

Além das proteções citadas e, atendendo as normativas que regulamentam o segmento, como a IEC 62109-1 (2010) e a IEC 62109-2 (2011), apresenta monitoramento e proteção contra inversão de polaridade CC, falta à terra, contra curto-circuito de saída, falha de STRING e ainda proteção contra PID (do inglês *Potential Induced Degradation* - degradação induzida por potencial).

**Componentes do sistema**

- 100 Módulos MONOCRISTALINOS 435W
  Certificado pelo INMETRO, CE, TUV;
  Produto de alta qualidade e confiabilidade;
  Alta eficiência de conversão;
  Orientação de lavagem a cada 6 meses.
- 02 Inversor trifásico de 20KW
  Máxima eficiência até 98%;
  Design compacto e ampla faixa de tensão de trabalho;
  Certificados: ABNT, CE, TUV, AS4777, VDE 0126-1-1, RD 1663, G59, DK5940, EN50178, EN61000-3-2, EN6100-6-1/2/3/4, IEC-62109.
- 680 metros de cabo 6mm 1800V CC + Projeto + Mão de obra.

  Estruturas de Alumínio + Parafusos de Inox.

- Proteção CA
  Disjuntor trifásico de 32A
  DPS 275Vca
- Sistema de malha de aterramento, para garantir segurança na instalação, manutenção e operação da usina solar fotovoltaica.
- Rede elétrica conectando o inversor até o padrão de entrada.

**Observações**

Não consta no valor deste objeto mudanças no padrão de entrada ou melhorias elétricas do local da instalação do sistema fotovoltaico.

## Investimento:

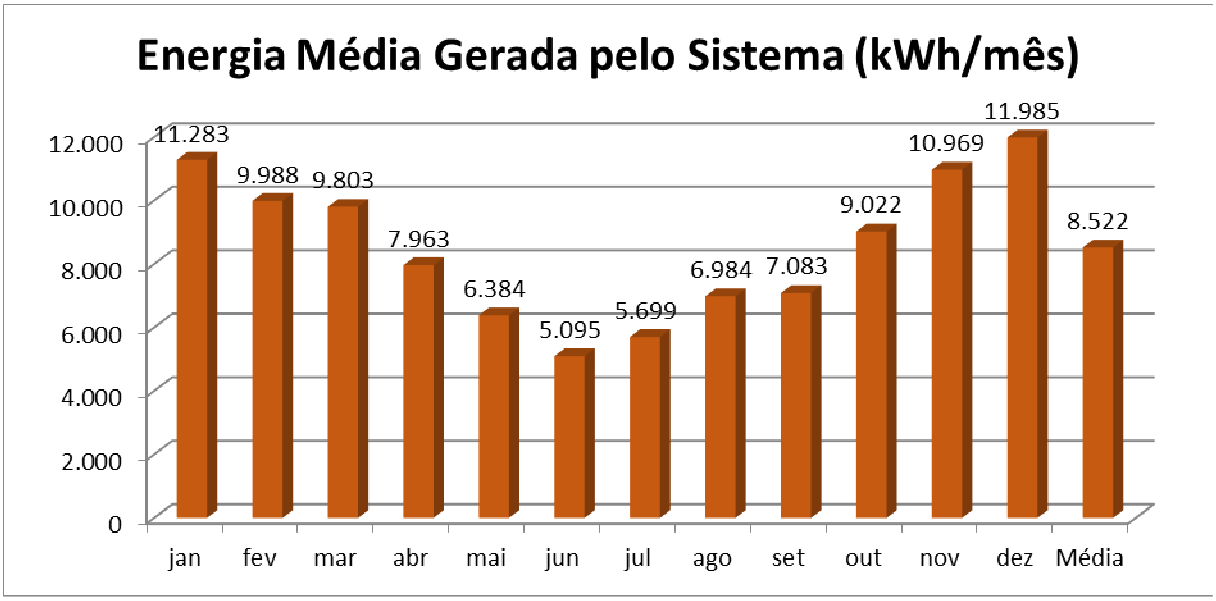
*Valor total do sistema R$ 187.500,00

- Equipamentos: R$ 134.900,00
- Valor do frete: R$ 5.100,00
- Mão de obra e material de apoio R$ 37.354,00
- Guindaste projeto, administração e reserva técnica R$ 10.146,00

*Retorno estimado do investimento: 3 anos e 10 meses

# 7 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A seguir é apresentada a estimativa de geração do sistema proposto, baseando nos dados meteorológicos passados, considerando possíveis perdas em 10 porcento devido a fatores climáticos, poluição e ainda fatores de sombreamento.




Com a instalação destes sistemas fotovoltaicos, é estimada a geração de 8500KW mensais, o que deverá representar uma economia mensal de aproximadamente R$ 7.800,00 aos cofres públicos. Este investimento em uma fonte de energia limpa, possibilitará a inserção do Município de Mato Leitão na lista seleta de municípios comprometidos com a preservação do meio ambiente e na aplicação de recursos de forma a possibilitar economia no uso da energia por muitos anos, ao passo que o sistema fotovoltaico tem vida útil estimada superior a 25 anos.

Anexo A: Módulo fotovoltaico utilizado como referência no estudo.

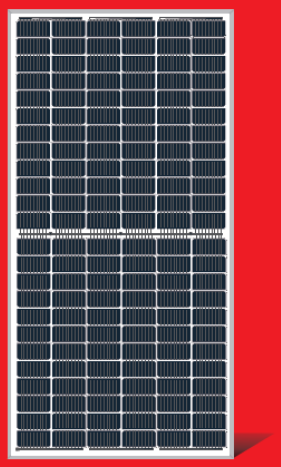
LR4-72HPH

# 425~455M

Hi-MO 4m

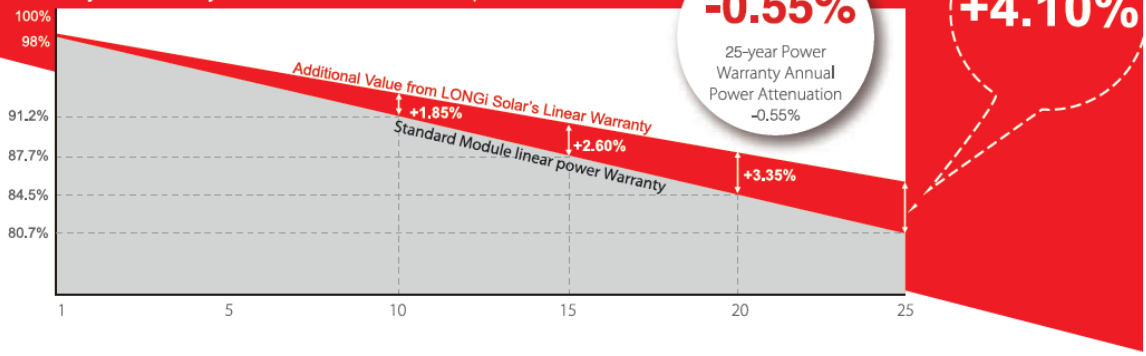
NEW

## *High Efficiency Low LID Mono PERC with Half-cut Technology*



*Both 6BB & 9BB are available

12-year Warranty for Materials and Processing;
25-year Warranty for Extra Linear Power Output




**Complete System and Product Certifications**

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

* Specifications subject to technical changes and tests.
LONGi Solar reserves the right of interpretation.

**Positive power tolerance** (0 ~ +5W) guaranteed

**High module conversion efficiency** (up to 20.9%)

**Slower power degradation** enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%, 0.55% year 2-25

**Solid PID resistance** ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

**Reduced resistive loss** with lower operating current

**Higher energy yield** with lower operating temperature

**Reduced hot spot risk** with optimized electrical design and lower operating current

LONGi

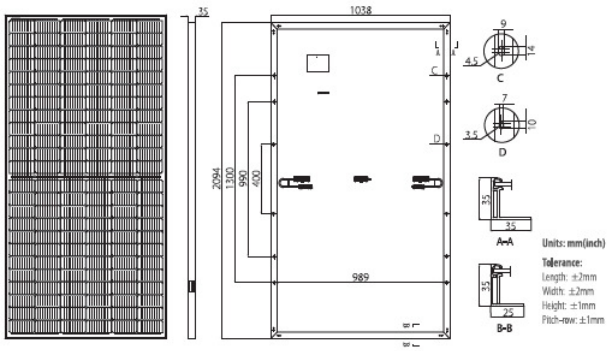
Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

20200401V11

# LR4-72HPH 425~455M

## Design (mm)




## Mechanical Parameters

**Cell Orientation:** 144 (6×24)
**Junction Box:** IP68, three diodes
**Output Cable:** 4mm², 300mm in length, length can be customized
**Glass:** Single glass
3.2mm coated tempered glass
**Frame:** Anodized aluminum alloy frame
**Weight:** 23.5kg
**Dimension:** 2094×1038×35mm
**Packaging:** 30pcs per pallet
150pcs per 20'GP
660pcs per 40'HC

## Operating Parameters

**Operational Temperature:** -40℃~+85℃
**Power Output Tolerance:** 0~+5 W
**Voc and Isc Tolerance:** ±3%
**Maximum System Voltage:** DC1500V (IEC/UL)
**Maximum Series Fuse Rating:** 20A
**Nominal Operating Cell Temperature:** 45±2℃
**Safety Class:** Class Ⅱ
**Fire Rating:** UL type 1 or 2

## Electrical Characteristics

Test uncertainty for Pmax: ±3%

| Model Number | LR4-72HPH-425M | | LR4-72HPH-430M | | LR4-72HPH-435M | | LR4-72HPH-440M | | LR4-72HPH-445M | | LR4-72HPH-450M | | LR4-72HPH-455M | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Testing Condition | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax/W) | 425 | 317.4 | 430 | 321.1 | 435 | 324.9 | 440 | 328.6 | 445 | 332.3 | 450 | 336.1 | 455 | 339.8 |
| Open Circuit Voltage (Voc/V) | 48.3 | 45.3 | 48.5 | 45.5 | 48.7 | 45.7 | 48.9 | 45.8 | 49.1 | 46.0 | 49.3 | 46.2 | 49.5 | 46.4 |
| Short Circuit Current (Isc/A) | 11.23 | 9.08 | 11.31 | 9.15 | 11.39 | 9.21 | 11.46 | 9.27 | 11.53 | 9.33 | 11.60 | 9.38 | 11.66 | 9.43 |
| Voltage at Maximum Power (Vmp/V) | 40.5 | 37.7 | 40.7 | 37.9 | 40.9 | 38.1 | 41.1 | 38.3 | 41.3 | 38.5 | 41.5 | 38.6 | 41.7 | 38.8 |
| Current at Maximum Power (Imp/A) | 10.50 | 8.42 | 10.57 | 8.47 | 10.64 | 8.53 | 10.71 | 8.59 | 10.78 | 8.64 | 10.85 | 8.70 | 10.92 | 8.75 |
| Module Efficiency(%) | 19.6 | | 19.8 | | 20.0 | | 20.2 | | 20.5 | | 20.7 | | 20.9 | |

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25℃, Spectra at AM1.5

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20℃, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/S

## Temperature Ratings (STC)

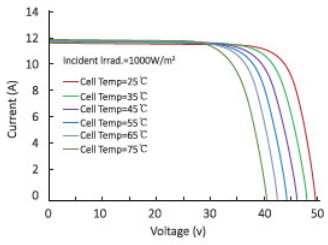
| | |
|---|---|
| **Temperature Coefficient of Isc** | +0.048%/℃ |
| **Temperature Coefficient of Voc** | -0.270%/℃ |
| **Temperature Coefficient of Pmax** | -0.350%/℃ |

## Mechanical Loading

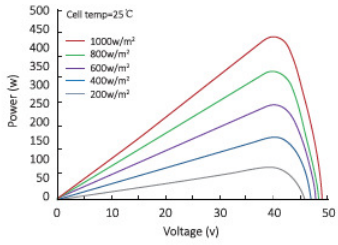
| | |
|---|---|
| **Front Side Maximum Static Loading** | 5400Pa |
| **Rear Side Maximum Static Loading** | 2400Pa |
| **Hailstone Test** | 25mm Hailstone at the speed of 23m/s |

## I-V Curve

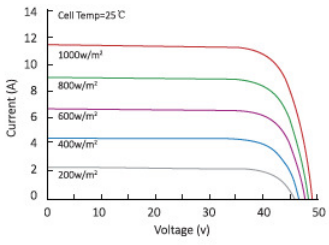
**Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)**




**Power-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)**




**Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)**





Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar


Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.


20200401V11

## Detalhes do Registro 001192/2020

**Status**
Ativo

**Concessão**
02/03/2020

**CENNATECH INDUSTRIA E COMERCIO DE TECNOLOGIA LIMITADA**
AV JOAO VELOSO DA SILVA, 55 Cep:07180-010 | JARDIM CUMBICA - Guarulhos - SP
Tel: (48) 99101.9076 - support@producholder.com.br

**Programa de Avaliação da Conformidade**
Sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica (módulo, controlador de carga, inversor e bateria)

**Portaria Inmetro**
nº 4 de 04/01/2011

**Nome de Família**
Silício Monocristalino

**Certificado**
Não aplicável

### Pesquisar histórico de alterações

| Data | Alteração | Marca | Modelo | Descrição | Código de barras |
|---|---|---|---|---|---|
| 19/03/2020 | Incluído | LONGI SOLAR | LR4-72HPH-435M | Módulo Fotovoltaico Monocristalino 435W | |
| 19/03/2020 | Incluído | LONGI SOLAR | LR4-72HPH-430M | Módulo Fotovoltaico Monocristalino 430W | |
| 19/03/2020 | Excluído | LONGI SOLAR | LR4-72HPH-430M | Módulo Fotovoltaico Monocristalino 330W | |
| 19/03/2020 | Excluído | LONGI SOLAR | LR4-72HPH-435M | Módulo Fotovoltaico Monocristalino 335W | |

Anexo B: Inversores considerados no projeto (Fronius SYMO 20.0-3-M)

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

Fronius

# FRONIUS SYMO

/ Maximum flexibility for the applications of tomorrow.

/ With power categories ranging from 3.0 to 20.0 kW, the transformerless Fronius Symo is the three-phase inverter for systems of every size. Owing to the SuperFlex Design, the Fronius Symo is the perfect answer to irregularly shaped or multi-oriented roofs. The standard interface to the internet via WLAN or Ethernet and the ease of integration of third-party components make the Fronius Symo one of the most communicative inverters on the market. Furthermore, the meter interface permits dynamic feed-in management and a clear visualisation of the consumption overview.

## TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

| INPUT DATA | SYMO 3.0-3-S | SYMO 3.7-3-S | SYMO 4.5-3-S | SYMO 3.0-3-M | SYMO 3.7-3-M | SYMO 4.5-3-M |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Number MPP trackers | 1 | | | 2 | | |
| Max. input current ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$ [1]) | 16.0 A | | | 16.0 A / 16.0 A | | |
| Max. array short circuit current ($MPP_1$/$MPP_2$ [1]) | 24.0 A | | | 24.0 A / 24.0 A | | |
| DC input voltage range ($U_{dc\ min}$ - $U_{dc\ max}$) | 150 - 1,000 V | | | | | |
| Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$) | 200 V | | | | | |
| Usable MPP voltage range | 150 - 800 V | | | | | |
| Number of DC connections | 3 | | | 2+2 | | |
| Max. PV generator output ($P_{dc\ max}$) | 6.0 $kW_{peak}$ | 7.4 $kW_{peak}$ | 9.0 $kW_{peak}$ | 6.0 $kW_{peak}$ | 7.4 $kW_{peak}$ | 9.0 $kW_{peak}$ |

| OUTPUT DATA | SYMO 3.0-3-S | SYMO 3.7-3-S | SYMO 4.5-3-S | SYMO 3.0-3-M | SYMO 3.7-3-M | SYMO 4.5-3-M |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AC nominal output ($P_{ac,r}$) | 3,000 W | 3,700 W | 4,500 W | 3,000 W | 3,700 W | 4,500 W |
| Max. output power | 3,000 VA | 3,700 VA | 4,500 VA | 3,000 VA | 3,700 VA | 4,500 VA |
| AC output current ($I_{ac\ nom}$) | 4.3 A | 5.3 A | 6.5 A | 4.3 A | 5.3 A | 6.5 A |
| Grid connection (voltage range) | 3-NPE 400 V / 230 V or 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %) | | | | | |
| Frequency (Frequency range) | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz) | | | | | |
| Total harmonic distortion | < 3 % | | | | | |
| Power factor ($\cos \varphi_{ac,r}$) | 0.70 - 1 ind. / cap. | | | 0.85 - 1 ind. / cap. | | |

| GENERAL DATA | SYMO 3.0-3-S | SYMO 3.7-3-S | SYMO 4.5-3-S | SYMO 3.0-3-M | SYMO 3.7-3-M | SYMO 4.5-3-M |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dimensions (height x width x depth) | 645 x 431 x 204 mm | | | | | |
| Weight | 16.0 kg | | | 19.9 kg | | |
| Degree of protection | IP 65 | | | | | |
| Protection class | 1 | | | | | |
| Overvoltage category (DC / AC) [2] | 2 / 3 | | | | | |
| Night time consumption | < 1 W | | | | | |
| Inverter design | Transformerless | | | | | |
| Cooling | Regulated air cooling | | | | | |
| Installation | Indoor and outdoor installation | | | | | |
| Ambient temperature range | -25 - +60 °C | | | | | |
| Permitted humidity | 0 - 100 % | | | | | |
| Max. altitude | 2,000 m / 3,400 m (unrestricted / restricted voltage range) | | | | | |
| DC connection technology | 3x DC+ and 3x DC- screw terminals 2.5 - 16 $mm^2$ | | | 4x DC+ and 4x DC- screw terminals 2.5 - 16$mm^2$ [3] | | |
| AC connection technology | 5-pole AC screw terminals 2.5 - 16 $mm^2$ | | | 5-pole AC screw terminals 2.5 - 16$mm^2$ [3] | | |
| Certificates and compliance with standards | ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 [1], CEI 0-21 [1], NRS 097 | | | | | |

[1] This applies to Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M and 4.5-3-M.
[2] According to IEC 62109-1.
[3] 16 $mm^2$ without wire end ferrules. Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

## TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

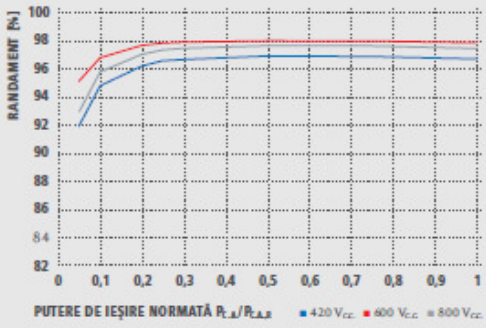
| INPUT DATA | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|---|---|---|---|---|
| Number MPP trackers | 2 | | | | |
| Max. input current ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$) | 27.0 A / 16.5 A [1] | | 33.0 A / 27.0 A | | |
| Max. usable input current total ($I_{dc\ max\ 1}$ + $I_{dc\ max\ 2}$) | 43.5 A | | 51.0 A | | |
| Max. array short circuit current ($MPP_1$/$MPP_2$) | 40.5 A / 24.8 A | | 49.5 A / 40.5 A | | |
| DC input voltage range ($U_{dc\ min}$ - $U_{dc\ max}$) | 200 - 1,000 V | | | | |
| Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$) | 200 V | | | | |
| Usable MPP voltage range | 200 - 800 V | | | | |
| Number of DC connections | 3+3 | | | | |
| Max. PV generator output ($P_{dc\ max}$) | 15.0 $kW_{peak}$ | 18.8 $kW_{peak}$ | 22.5 $kW_{peak}$ | 26.3 $kW_{peak}$ | 30.0 $kW_{peak}$ |

| OUTPUT DATA | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|---|---|---|---|---|
| AC nominal output ($P_{ac,r}$) | 10,000 W | 12,500 W | 15,000 W | 17,500 W | 20,000 W |
| Max. output power | 10,000 VA | 12,500 VA | 15,000 VA | 17,500 VA | 20,000 VA |
| AC output current ($I_{ac\ nom}$) | 14.4 A | 18.0 A | 21.7 A | 25.3 A | 28.9 A |
| Grid connection (voltage range) | 3-NPE 400 V / 230 V or 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %) | | | | |
| Frequency (Frequency range) | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz) | | | | |
| Total harmonic distortion | 1.8 % | 2.0 % | 1.5 % | 1.5 % | 1.3 % |
| Power factor ($\cos \varphi_{ac,r}$) | 0 - 1 ind. / cap. | | | | |

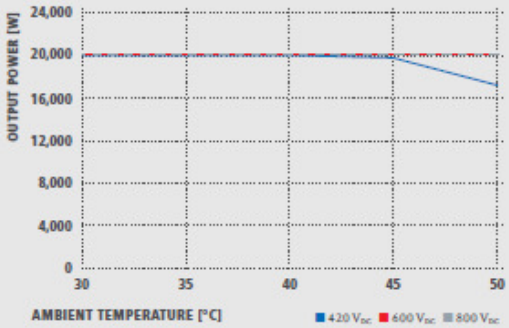
| GENERAL DATA | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|---|---|---|---|---|
| Dimensions (height x width x depth) | 725 x 510 x 225 mm | | | | |
| Weight | 34.8 kg | | 43.4 kg | | |
| Degree of protection | IP 66 | | | | |
| Protection class | I | | | | |
| Overvoltage category (DC / AC) [2] | 2 / 3 | | | | |
| Night time consumption | < 1 W | | | | |
| Inverter design | Transformerless | | | | |
| Cooling | Regulated air cooling | | | | |
| Installation | Indoor and outdoor installation | | | | |
| Ambient temperature range | -40 - +60 °C | | | | |
| Permitted humidity | 0 - 100 % | | | | |
| Max. altitude | 2,000 m / 3,400 m (unrestricted / restricted voltage range) | | | | |
| DC connection technology | 6x DC+ and 6x DC- screw terminals 2.5 - 16 $mm^2$ | | | | |
| AC connection technology | 5-pole AC screw terminals 2.5 - 16 $mm^2$ | | | | |
| Certificates and compliance with standards | ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097 | | | | |

[1] 14.0 A for voltages < 420 V
[2] According to IEC 62109-1. DIN rail for optional type 1 + 2 or type 2 surge protection device available.
Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at **www.fronius.com**.

## FRONIUS SYMO 20.0-3-M EFFICIENCY CURVE




## FRONIUS SYMO 20.0-3-M TEMPERATURE DERATING




## TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

| EFFICIENCY | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|---|---|---|---|---|
| Max. efficiency | 98.0 % | | | 98.1 % | |
| European efficiency (ηEU) | 97.4 % | 97.6 % | 97.8 % | 97.8 % | 97.9 % |
| MPP adaptation efficiency | | | ≥ 99.9 % | | |

| PROTECTIVE DEVICES | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|---|---|---|---|---|
| DC insulation measurement | Yes | | | | |
| Overload behaviour | Operating point shift, power limitation | | | | |
| DC disconnector | Yes | | | | |
| Reverse polarity protection | Yes | | | | |

| INTERFACES | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|---|---|---|---|---|
| WLAN / Ethernet LAN | Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON) | | | | |
| 6 inputs and 4 digital inputs/outputs | Interface to ripple control receiver | | | | |
| USB (A socket) [1] | Datalogging, inverter update via USB flash drive | | | | |
| 2x RS422 (RJ45-socket) [1] | Fronius Solar Net | | | | |
| Signalling output [1] | Energy management (potential-free relay output) | | | | |
| Datalogger und Webserver | Included | | | | |
| External input [1] | S0-Meter Interface / Input for overvoltage protection | | | | |
| RS485 | Modbus RTU SunSpec or meter connection | | | | |

[1] Also available in the light version.
Further information and technical data can be found at **www.fronius.com.**

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

**WE HAVE THREE DIVISIONS AND ONE PASSION: SHIFTING THE LIMITS OF POSSIBILITY.**

/ Whether welding technology, photovoltaics or battery charging technology – our goal is clearly defined: to be the innovation leader. With around 3,700 employees worldwide, we shift the limits of what's possible - our record of over 800 granted patents is testimony to this. While others progress step by step, we innovate in leaps and bounds. Just as we've always done. The responsible use of our resources forms the basis of our corporate policy.

Further information about all Fronius products and our global sales partners and representatives can be found at **www.fronius.com**

v06 Apr 2016 EN

Text and images correspond to the current state of technology at the time of printing. Subject to modifications.
All information is without guarantee in spite of careful editing – liability excluded. Copyright © 2011 Fronius™. All rights reserved.

**Fronius India Private Limited**
GAT no 312, Nanekarwadi
Chakan, Taluka - Khed District
Pune 410501
India
pv-sales-india@fronius.com
www.fronius.in

**Fronius Australia Pty Ltd.**
90-92 Lambeck Drive
Tullamarine VIC 3043
Australia
pv-sales-australia@fronius.com
www.fronius.com.au

**Fronius UK Limited**
Maidstone Road, Kingston
Milton Keynes, MK10 0BD
United Kingdom
pv-sales-uk@fronius.com
www.fronius.co.uk

**Fronius International GmbH**
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

M,06,0032,EN v13 Feb 2017 sa17

## Anexo C: Histórico de consumo.

| Consumo mensal de energia em kWh | Ginásio | EMEF Santo Antônio | EMEI Vó Olga | EMEF Ireno Bohn |
|---|---|---|---|---|
| Janeiro | 915 | 3.520 | 1415 | 480 |
| Fevereiro | 101 | 3.540 | 2.053 | 542 |
| Março | 859 | 4.400 | 4.231 | 1.421 |
| Abril | 902 | 3.440 | 3.769 | 1.352 |
| Maio | 811 | 3.460 | 2.921 | 1.248 |
| Junho | 937 | 3.500 | 2.650 | 1.386 |
| Julho | 967 | 3.560 | 3.126 | 1.687 |
| Agosto | 1306 | 3.560 | 2.655 | 1.515 |
| Setembro | 912 | 3.720 | 2.642 | 1.358 |
| Outubro | 931 | 3.700 | 3.485 | 1.573 |
| Novembro | 1502 | 3.800 | 3.375 | 1.352 |
| Dezembro | 906 | 1.920 | 5.708 | 1.748 |

Analisando o histórico de consumo, é recomendado a distribuição dos créditos entre as repartições públicas conforme detalhado no anexo D.

## Anexo D: Divisão dos créditos.

- A energia gerada no EMEF Santo Antônio de Pádua deverá compensar o consumo nesta unidade e o restante deverá ser utilizado na compensação da fatura do ginásio de esportes localizado ao lado.
- A energia gerada na EMEI Vó Olga atenderá o consumo desta escola e o restante da energia será destinada a abater o consumo na EMEF Ireno Bohn.

Segundo o disposto nas resoluções 482/2012 e 687/2015, o resultado da geração será utilizado para compensar o consumo no local da geração, e o restante dos créditos poderá ser enviado para reduzir o montante a ser pago em outras faturas de mesma titularidade.

A estimativa de energia gerada pelos dois sistemas, atende a aproximadamente 95% do consumo mensal das repartições públicas vinculadas a secretaria da educação do município de Mato Leitão. A participação percentual de recebimento de créditos poderá ser definida de acordo com a conveniência ao poder

público municipal.

| Planilha de Cálculo de BDI | | |
|---|---|---|
| **Custos Indiretos** | | |
| Administração do Escritório Central | R$ 2.829,92 | 1,0% |
| Administração Local | R$ 1.414,96 | 0,5% |
| Despesas Indiretas | R$ 14.149,59 | 5,0% |
| Despesa Financeira | R$ 1.414,96 | 0,5% |
| Pós-Obras | R$ 2.829,92 | 1,0% |
| Valor do Risco da Obra | R$ 1.697,95 | 0,6% |
| **Custo Direto da Obra** | | |
| Total | R$ 282.991,71 | |
| **Custo Subtotal (Direto + Indireto)** | | |
| Total | R$ 307.329,00 | |
| **Outros** | | |
| Impostos | R$ 25.058,00 | 6,8% |
| Margem de Lucro Previsto | R$ 29.480,00 | 8,0% |
| Seguro | R$ 1.842,50 | 0,5% |
| Reserva Técnica | R$ 4.790,50 | 1,3% |
| **Preço de Venda** | | |
| Total | **R$ 368.500,00** | |
| **BDI** | **30,2%** | |