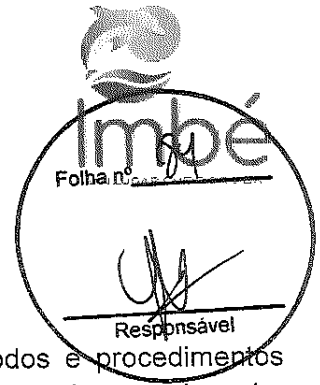




ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
PREFEITURA MUNICIPAL DE IMBÉ
Departamento de Eficiência Energética



MEMORIAL DESCRITIVO

1. INTRODUÇÃO

1.1 Este documento tem como objetivo descrever as técnicas, métodos e procedimentos adotados para a homologação e implementação dos sistemas de geração de energia solar fotovoltaica nas escolas do município de Imbé. Serão instalados ao todo oito sistemas, sendo cinco novos e três ampliações, totalizando uma potência instalada de **286 kWp** em módulos fotovoltaicos. Ao longo deste documento, serão apresentadas todas as características técnicas dos sistemas, bem como as especificações das edificações envolvidas no projeto.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E REGULATÓRIAS

ABNT NBR 16820 – Sinalização de Emergência;

ABNT NBR 17193 - Segurança contra incêndios em instalações fotovoltaicas — Requisitos e especificações de projetos — Uso em edificações

ABNT NBR 16690 - Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos - Requisitos de projeto

ABNT NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

ABNT NBR 10899: Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia.

ABNT NBR 16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.

ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.

ABNT NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade.

ABNT NBR IEC 62116: Procedimento de Ensaio de Anti-ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.

EQUATORIAL ENERGIA NT.020.EQTL.Normas e Padrões – Conexão de Microgeração Distribuída ao Sistema de Baixa Tensão.

EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

EQUATORIAL ENERGIA NT.030.EQTL.Normas e Padrões - Padrões Construtivos de Caixas de Medição e Proteção.

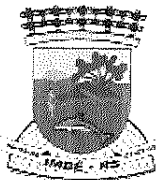
ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição.

ANEEL Resolução Normativa nº 1000/2021 - Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica

LEI Nº 14.300, DE 6 DE JANEIRO DE 2022 - (Vide Medida Provisória nº 1.300, de 2025) Vigência Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS)

IEC 61727 Photovoltaic (PV) Systems - Characteristics of the Utility Interface

IEC 62116:2014 Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding



3. LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABNT:** Associação Brasileira de Normas Técnicas ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica
- BT:** Baixa tensão (220/127 V, 380/220 V)
- C.A:** Corrente Alternada
- C.C:** Corrente Contínua
- CD:** Custo de disponibilidade (30 kWh, 50kWh ou 100 kWh em sistemas de baixa tensão monofásicos, bifásicos ou trifásicos, respectivamente)
- CI:** Carga Instalada
- DSP:** Dispositivo Supressor de Surto
- DSV:** Dispositivo de seccionamento visível
- FP:** Fator de potência
- FV:** Fotovoltaico
- GD:** Geração distribuída HSP: Horas de sol pleno
- IEC:** *International Electrotechnical Commission*
- IN:** Corrente Nominal
- IDG:** Corrente nominal do disjuntor de entrada da unidade consumidora em ampères (A)
- Ist:** Corrente de curto-circuito de módulo fotovoltaico em ampères (A)
- kW:** quilowatt
- kWp:** quilowatt pico
- kWh:** quilowatt-hora
- MicroGD:** Microgeração distribuída
- MT:** Média tensão (13.8 kV, 34.5 kV)
- NF:** Fator referente ao número de fases, igual a 1 para sistemas monofásicos e bifásicos ou $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos
- PRODIST:** Procedimentos de Distribuição
- PD:** Potência disponibilizada para a unidade consumidora onde será instalada a geração distribuída
- PR:** Para-raios
- QGD:** Quadro Geral de Distribuição
- QGBT:** Quadro Geral de Baixa Tensão
- REN:** Resolução Normativa
- SPDA:** Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
- SFV:** Sistema Fotovoltaico
- SFVCR:** Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
- TC:** Transformador de corrente
- TP:** Transformador de potencial UC: Unidade Consumidora



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
PREFEITURA MUNICIPAL DE IMBÉ
Departamento de Eficiência Energética



UTM: *Universal Transversa de Mercator*

VN: Tensão nominal de atendimento em volts (V)

Voc: Tensão de circuito aberto de módulo fotovoltaico em volts (V)

4. RELAÇÃO DE SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS

4.1 Sistema 1 - E.M.E.F. Prof. Jusseni Euzébio de Oliveira: Instalação de novo sistema fotovoltaico composto por 72 módulos de 650Wp, totalizando uma potência mínima de 46,8kWp.

4.2 Sistema 2 - E.M.E.F. Manoel Mendes: Instalação de novo sistema fotovoltaico composto por 56 módulos de 650Wp, totalizando uma potência mínima de 36,4kWp.

4.3 Sistema 3 - E.M.E.F. Clélia da Cunha de Moraes: Instalação de novo sistema fotovoltaico composto por 60 módulos de 650Wp, totalizando uma potência mínima de 39kWp.

4.4 Sistema 4 - E.M.E.I. Vó Rosa: Instalação de novo sistema fotovoltaico composto por 48 módulos de 650Wp, totalizando uma potência mínima de 31,2kWp.

4.5 Sistema 5 - E.M.E.I. Prof. Iara Martins: Instalação de novo sistema fotovoltaico composto por 108 módulos de 650Wp, totalizando uma potência mínima de 70,2kWp.

4.6 Sistema 6 - E.M.E.F. Tiradentes (Ampliação): A edificação possui sistema composto por 40 módulos de 450Wp. Deverá ser instalado novo gerador fotovoltaico com 40 módulos de 650Wp, totalizando uma potência mínima de 26kWp.

4.7 Sistema 7 - E.M.E.F. Olavo Bilac (Ampliação): A edificação possui sistema composto por 40 módulos de 450Wp, que deverá ser modificado, conforme descrito a seguir: Dos 40 módulos existentes, 8 módulos serão retirados e os módulos remanescentes serão realocados para compor duas strings de 18 módulos em um dos MPPTs. No MPPT livre, será adicionada uma nova string com 16 módulos de 650Wp.

Adicionalmente, deverá ser instalado um novo gerador fotovoltaico composto por 40 módulos de 650Wp, totalizando uma potência mínima de 26kWp.

4.8 Sistema 8 - E.M.E.I. Tia Marica (Ampliação): A edificação possui sistema composto por 40 módulos de 450Wp. Os 8 módulos e estruturas retirados do sistema da E.M.E.F. Olavo Bilac serão reutilizados e instalados neste sistema.

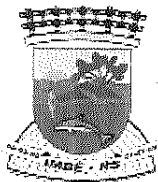
Notas:

* Nota 1 - Todas as dimensões indicadas nos anteprojetos/detalhes deverão ser aferidas in loco.

* Nota 2 - Os produtos e serviços ofertados deverão considerar, Classe de agressividade Ambiental CAA III e ventos de até 160~180km/h.

* Nota 3 - Antes de iniciar qualquer serviço, a empresa CONTRATADA deverá verificar o estado dos telhados. Se forem identificadas fissuras, trincas, telhas danificadas ou qualquer outro problema, será necessário registrar e comunicar imediatamente à CONTRATANTE. Qualquer dano à estrutura que seja atribuído à execução dos serviços contratados resultará em penalidades para a CONTRATADA.

Folha nº 85

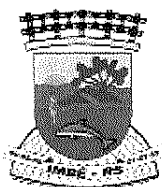


ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
PREFEITURA MUNICIPAL DE IMBÉ
Departamento de Eficiência Energética



5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

- 5.1** A empresa CONTRATADA deverá estar devidamente registrada junto ao CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) e/ou ao CFT (Conselho Federal dos Técnicos Industriais), apresentando a respectiva Certidão de Registro e Quitação atualizada.
- 5.2** A empresa CONTRATADA deverá comprovar o registro e a quitação do responsável técnico, que deverá ser Engenheiro na área de eletricidade e/ou Técnico em Eletrotécnica, com vínculo formal junto ao quadro de responsabilidade técnica da empresa.
- 5.3** O responsável técnico deverá apresentar Certidão de Acervo Técnico que ateste a execução de serviços com características técnicas semelhantes às previstas neste contrato.
- 5.4** Caso a Certidão de Acervo Técnico não contenha detalhamento claro dos serviços realizados, deverá ser apresentada juntamente com o respectivo atestado, devidamente registrado e reconhecido pelo conselho competente.
- 5.5** Os atestados técnicos registrados deverão conter, no mínimo, as seguintes informações: datas de início e término da obra, local de execução, nome do contratante e da contratada, identificação dos responsáveis técnicos com seus títulos profissionais e registros, descrição técnica da obra e quantitativos executados.
- 5.6** O dimensionamento e a organização da mão de obra necessária para a execução dos serviços são de responsabilidade exclusiva da empresa CONTRATADA, que deverá assegurar a qualificação, eficiência e disciplina adequadas no ambiente da obra.
- 5.7** Todos os equipamentos, ferramentas e mão de obra necessários para a realização dos serviços deverão ser fornecidos integralmente pela empresa CONTRATADA.
- 5.8** A empresa CONTRATADA assume total responsabilidade pelo conhecimento e cumprimento das normas técnicas e de segurança aplicáveis à execução dos serviços.
- 5.9** Qualquer alteração nas especificações técnicas ou escopo dos serviços, independentemente de implicar acréscimo financeiro, somente poderá ser efetuada mediante autorização prévia e formal da CONTRATANTE, mediante solicitação escrita pela empresa CONTRATADA.
- 5.10** Os serviços que não atenderem às especificações deste documento serão rejeitados pela fiscalização da Prefeitura Municipal de Imbé, cabendo à empresa CONTRATADA realizar as adequações necessárias, inclusive demolições e reconstruções, às suas expensas e em caráter imediato após notificação formal.
- 5.11** Caso sejam identificadas condições que representem risco à segurança dos trabalhadores, usuários ou terceiros, a empresa CONTRATADA deverá suspender imediatamente as atividades e comunicar a fiscalização. A continuidade da obra dependerá da elaboração e implementação conjunta, com o corpo técnico da Prefeitura Municipal de Imbé, de um plano de ação que elimine o risco identificado.
- 5.12** Todas as despesas relativas a tributos, encargos sociais, contribuições previdenciárias e demais ônus decorrentes da execução dos serviços serão de responsabilidade exclusiva da empresa CONTRATADA.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
PREFEITURA MUNICIPAL DE IMBÉ
Departamento de Eficiência Energética



5.13 Todo material empregado deverá atender às especificações da concessionária local e estar em conformidade com as normas técnicas da ABNT vigentes.

5.14 Os equipamentos, materiais e ferragens deverão ser adequados para aplicação em ambientes de orla marítima, garantindo resistência à corrosão.

5.15 Os locais de instalação possuem acesso adequado para veículos leves, facilitando o transporte de materiais e equipamentos.

5.16 A ausência de procedimentos específicos neste documento não exime a empresa CONTRATADA da responsabilidade de aplicar as melhores práticas técnicas e metodológicas durante a execução dos serviços.

5.17 A empresa CONTRATADA será responsável por todas as tramitações e documentações junto à concessionária de energia necessárias para a execução do projeto.

5.18 A execução dos serviços deverá ser realizada por profissionais habilitados, com formação em eletricidade e treinamentos NR-10 e NR-35 devidamente atualizados.

5.19 Dúvidas técnicas e questões não previstas deverão ser encaminhadas para os técnicos responsáveis da Prefeitura Municipal de Imbé para esclarecimento.

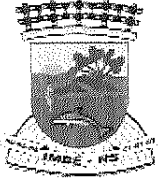
6. FERRAMENTAS, EQUIPAMENTOS E UNIFORMES

6.1 Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Em conformidade com as normas regulamentadoras, a CONTRATADA deverá garantir o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) durante todas as etapas do projeto, conforme especificado nas normas NR 6 (Equipamentos de Proteção Individual), NR 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade) e demais normas pertinentes, incluindo as diretrizes para a segurança no ambiente de trabalho e proteção ao trabalhador. A CONTRATADA será a única responsável pela correta utilização e fornecimento dos EPIs, isentando a CONTRATANTE de qualquer responsabilidade em caso de acidentes ou eventos decorrentes da omissão no uso adequado dos referidos equipamentos.

6.2 Ferramentas e Equipamentos: As ferramentas, instrumentos e equipamentos utilizados nos serviços serão exclusivamente aqueles apropriados para as atividades a serem desenvolvidas, em conformidade com as normas técnicas e de segurança aplicáveis. A CONTRATADA deverá garantir que todos os dispositivos e ferramentas estejam em perfeito estado de conservação e funcionamento, sendo de sua responsabilidade a manutenção e troca periódica de qualquer equipamento que apresente defeitos ou falhas que possam comprometer a segurança ou a qualidade do serviço.

6.3 Uniformes, Identificação e Controle de Acesso: Todos os profissionais da CONTRATADA deverão utilizar uniformes padronizados, os quais deverão ser de acordo com as normas de segurança e ergonomia, proporcionando conforto e proteção adequados. Além disso, os uniformes, bem como os veículos da empresa, deverão estar devidamente identificados com o logotipo ou nome da CONTRATADA, garantindo a identificação da empresa durante a execução dos serviços e facilitando o controle e fiscalização das atividades no local de obra.

A equipe de eletricitas e instaladores designada para a execução dos serviços deverá portar crachá de identificação, que será fornecido pela CONTRATADA, sendo este item de uso



obrigatório durante todo o período de execução do trabalho. A CONTRATADA deverá fornecer à CONTRATANTE a lista completa das pessoas responsáveis pela obra, a fim de garantir o controle de acesso nas instalações da escola. Não será permitida a entrada de nenhum funcionário sem uniforme adequado e a devida apresentação do crachá de identificação, sob pena de impedimento de acesso às dependências das escolas.

7. DEFINIÇÕES GERAIS

7.1. AVALIAÇÃO DO RECURSO SOLAR

7.1.1 De acordo com o Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (GTES-CEPEL-DTE-CRESESB), um gerador fotovoltaico tem suas características elétricas dependentes basicamente da irradiância e da temperatura nos módulos. A influência da irradiância solar é muito mais significativa do que a da temperatura. A irradiância pode variar significativamente em curtos intervalos de tempo (da ordem de segundos), especialmente em dia com nuvens, mas a variação da temperatura é amortecida pela capacidade térmica dos módulos.

7.1.2 Nas estimativas de produção de energia elétrica, é útil ignorar os efeitos de variação da irradiância a cada instante e considerar a totalidade da energia elétrica convertida em intervalos horários. Como há uma forte linearidade entre a produção de energia e a irradiação horária, este conceito pode ser estendido, gerando uma forma bastante conveniente de se expressar o valor acumulado de energia solar ao longo de um dia: o número de Horas de Sol Pleno (HSP). Esta grandeza reflete o número de horas em que a irradiância solar deve permanecer constante e igual a 1 kW/m² (1.000 W/m²), de forma que a energia resultante seja equivalente à energia disponibilizada pelo Sol no local em questão, acumulada ao longo de um dado dia.

7.1.3 Os dados solarimétricos foram extraídos do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB) para a localidade de Tramandaí. Foram utilizados os valores médios mensais de irradiância incidente em planos inclinados para os ângulos de referência 0°, 23°, 30° e 50°, os quais serviram como base para interpolação a fim de avaliar uma gama maior de inclinações possíveis para coberturas, conforme descrito a seguir.

7.1.4 Para cada mês ajustou-se, em função do ângulo x (graus), um polinômio de segunda ordem por mínimos quadrados:

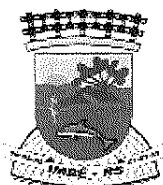
$$\hat{y} = ax^2 + bx + c$$

7.1.5 com coeficientes a, b, c determinados pela solução normal do problema de mínimos quadrados:

$$\beta = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = (X^T X)^{-1} * X^T * y$$

onde X é a matriz de desenho com colunas $[x^2, x, 1]$ e y vetor das irradiâncias observadas nos ângulos de base.

7.1.6 A partir dos coeficientes mensais obteve-se a previsão $\hat{y}(x)$ para uma malha de ângulos de 0° a 50° com passo de 5°. O ajuste quadrático foi escolhido por representar a dependência suave e com curvatura esperada da irradiância em função da inclinação, sendo simples e robusto para interpolação entre os pontos medidos.



7.1.7 Os resíduos são $r_i = y_i - \hat{y}(x_i)$. O erro quadrático médio ajustado (RMSE) foi calculado como:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n r_i^2}{n-p}}$$

onde n é o número de observações (aqui n=4) e p o número de parâmetros do modelo (p=3). Para avaliar a capacidade preditiva usou-se validação *leave-one-out* (LOO): para cada observação omitida reestimou-se o modelo com as demais e calculou-se o erro de previsão do ponto omitido; a agregação destes erros fornece um RMSE LOO que quantifica a robustez da interpolação.

7.1.8 Para um ângulo alvo x_0 , a incerteza da predição foi estimada aproximadamente por:

$$\hat{y}(x_0) \pm t_{1-\alpha/2, n-p} \cdot SE_{pred}$$

Onde

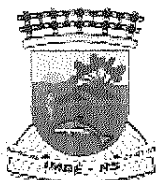
$$SE_{pred} = RMSE \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}}, \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i$$

E $t_{1-\alpha/2, n-p}$ é o quantil da distribuição t de Student (ex.: $\alpha=0,05$ para IC 95%).

7.1.9 A tabela abaixo é o resultado da interpolação realizada e ajustada com os dados do CRESESB.

Tabela 1. Irradiação solar diária média mensal em Imbé (kWh/m².dia) – Adaptado CRESESB

| Ângulo (graus) | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Agosto | Set | Out | Nov | Dez | Média anual |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|-------------|
| 0 | 6,36 | 5,73 | 4,76 | 3,85 | 2,86 | 2,37 | 2,55 | 3,20 | 3,59 | 4,69 | 6,13 | 6,58 | 4,39 |
| 5 | 6,31 | 5,76 | 4,88 | 4,05 | 3,08 | 2,58 | 2,80 | 3,39 | 3,70 | 4,73 | 6,10 | 6,50 | 4,49 |
| 10 | 6,23 | 5,76 | 4,96 | 4,22 | 3,28 | 2,78 | 3,01 | 3,56 | 3,78 | 4,74 | 6,04 | 6,39 | 4,56 |
| 15 | 6,12 | 5,73 | 5,02 | 4,37 | 3,46 | 2,95 | 3,20 | 3,70 | 3,85 | 4,74 | 5,96 | 6,26 | 4,61 |
| 20 | 5,99 | 5,68 | 5,06 | 4,49 | 3,62 | 3,11 | 3,36 | 3,83 | 3,89 | 4,71 | 5,85 | 6,10 | 4,64 |
| 25 | 5,83 | 5,59 | 5,06 | 4,58 | 3,75 | 3,25 | 3,50 | 3,93 | 3,92 | 4,66 | 5,71 | 5,92 | 4,64 |
| 30 | 5,64 | 5,48 | 5,04 | 4,65 | 3,86 | 3,37 | 3,66 | 4,01 | 3,92 | 4,59 | 5,54 | 5,71 | 4,62 |
| 35 | 5,43 | 5,34 | 4,99 | 4,69 | 3,95 | 3,47 | 3,66 | 4,07 | 3,90 | 4,50 | 5,35 | 5,48 | 4,57 |
| 40 | 5,19 | 5,17 | 4,91 | 4,71 | 4,02 | 3,57 | 3,77 | 4,10 | 3,87 | 4,38 | 5,13 | 5,22 | 4,50 |
| 45 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | 4,7 | 4,0 | 3,6 | 3,7 | 4,1 | 3,8 | 4,2 | 4,8 | 4,9 | 4,40 |



| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| | 3 | 7 | 0 | 0 | 7 | 1 | 6 | 2 | 1 | 5 | 9 | 3 | |
| 50 | 4,6 4 | 4,7 4 | 4,6 7 | 4,6 6 | 4,0 9 | 3,6 5 | 3,7 6 | 4,1 1 | 3,7 3 | 4,1 0 | 4,6 2 | 4,6 2 | 4,28 |

7.2. DIMENSIONAMENTO GERAL DOS SISTEMAS

7.2.1 Existem diversas maneiras de dimensionar um gerador fotovoltaico, neste estudo, foram utilizados os dados da tabela 1 em função do ângulo do telhado das edificações e a eficiência média dos sistemas em 70%, dessa forma a potência do gerador fotovoltaico é dada pela equação abaixo:

$$P_{FV} = \frac{\left(\frac{E}{n}\right)}{HSP}$$

Onde

P_{FV} é a potência necessária para suprir o consumo da edificação, kWp.

E é o consumo diário médio anual da edificação, kWh/Dia.

HSP é a média diária anual das Horas de Sol Pleno incidente no plano do painel FV.

7.2.2 Os sistemas deverão garantir geração de energia média mensal mínima, (comprovado através de estudo/simulação), conforme segue:

$$P_{FV} = \frac{\left(\frac{E}{n}\right)}{HSP} = E = P_{FV} * HSP * n * 30dias$$

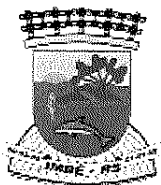
7.2.3 Dessa forma, a geração esperada de cada sistema, considerando-se a potência de saída do inversor, perdas e HSP é mostrada na tabela abaixo.

| EDIFICAÇÃO | POTÊNCIA SAÍDA MIN. INVERSOR [kW] | HSP | GERAÇÃO ESPERADA [KWH] |
|--|--------------------------------------|-------|---------------------------|
| E.M.E.F. PROF. JUSSONI EUZÉBIO DE OLIVEIRA | 40kW | 4,61h | 3.872,4 kWh/mês |
| E.M.E.F. MANOEL MENDES | 36kW | 4,61h | 3.485,16 kWh/mês |
| E.M.E.F. CLELIA DA CUNHA DE MORAIS | 36kW | 4,61h | 3.485,16 kWh/mês |
| E.M.E.I. VÓ ROSA | 30kW | 4,61h | 2.904,3 kWh/mês |
| E.M.E.I. PROF. IARA MARTINS | 60kW | 4,49h | 5.657,4 kWh/mês |
| E.M.E.F. TIRADENTES | 20kW | 4,56h | 1.915,2 kWh/mês |
| E.M.E.F. OLAVO BILAC | 20kW | 4,56h | 1.915,2 kWh/mês |
| E.M.E.F. TIA MARICA | - | - | - |

8. CONFIGURAÇÕES E ESPECIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

8.1.1 SISTEMA 1 - E.M.E.F. PROF. JUSSONI EUZÉBIO DE OLIVEIRA

| | |
|---------------------|---|
| Endereço | Av. Academia Riograndense de Letras, n° 1351 Bairro Mariluz |
| Unidade Consumidora | 67772188 |
| Possui subestação | Não |
| Tensão da rede | Trifásica 380/220V |



secundária

Disjuntor medição

Classe de consumo

Tipo de telhado

3P-50A (NECESSÁRIO SOLICITAR AUMENTO DE CARGA)

Grupo B – Poder Público

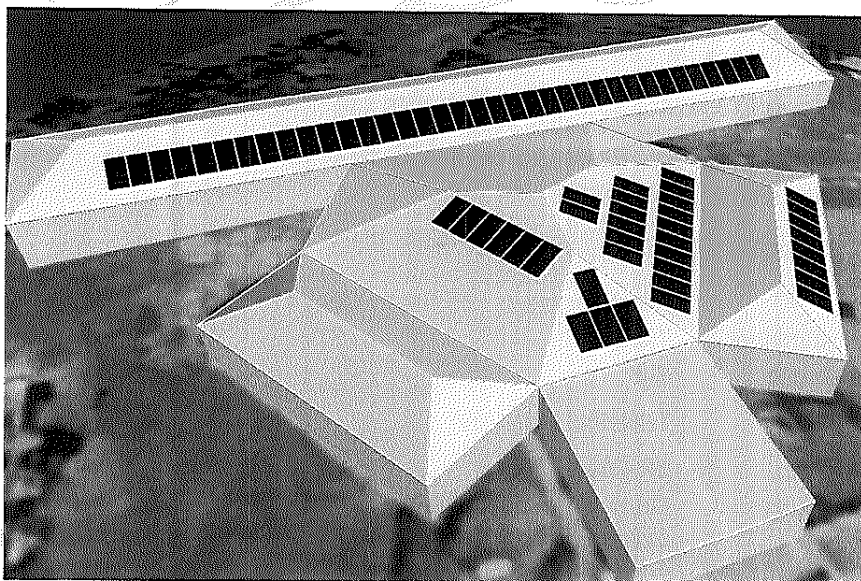
Cobertura com telha cerâmica em estrutura de madeira apoiada em laje de concreto. Inclinação 30%. Ver detalhamento.

8.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

8.1.2.1 Gerador fotovoltaico

O sistema gerador de energia solar fotovoltaica deverá ser composto por 72 (setenta e dois) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 650 Wp, totalizando uma potência instalada mínima de 46,8 kWp. Os módulos deverão ser instalados na cobertura, cuja estrutura é composta por laje de concreto, estrutura de madeira e cobertura com telhas cerâmicas.

A instalação será preferencialmente realizada nas águas do telhado indicadas, respeitando o caimento aproximado de 30%, o que favorece a captação da radiação solar incidente e otimiza o desempenho do sistema. A fixação dos módulos deverá ser feita com o uso de estruturas metálicas adequadas, respeitando os esforços mecânicos e as cargas estruturais da edificação, bem como garantindo a estanqueidade da cobertura e a segurança da instalação.



8.1.2.2 Inversor

O inversor string deverá possuir potência de saída de no mínimo 40kW. A Saída do inversor deverá ser trifásica 380/220V (3F.N.PE), 60Hz, sem a utilização de transformadores.

Obs: o arranjo das strings poderá variar de acordo com as opções de MPPT, tensão e corrente de entrada do inversor proposto.

8.1.2.3 Linhas elétricas, condutores e proteções



A conexão elétrica entre o gerador fotovoltaico e o inversor deverá ser realizada utilizando condutores com seção mínima de 6,0 mm², com isolamento XLPE para 1,8 kVCC, suportando temperatura de operação de até 90°C, com características antichama e resistência à radiação ultravioleta (UV). Esses condutores deverão ser instalados em eletrodutos do tipo PEAD reforçado, sempre que estiverem expostos sobre o telhado, a fim de garantir proteção mecânica adicional e durabilidade frente às intempéries.

Os eletrodutos expostos sobre a cobertura serão do tipo PEAD reforçado de diâmetro nominal de 1". A descida dos condutores desde o telhado até o inversor, bem como a interligação entre o inversor e a caixa de passagem 01, deverá ser executada com eletroduto rígido de PVC de 1.1/2", devidamente fixado em alvenaria através de abraçadeiras metálicas com parafusos e buchas plásticas, garantindo fixação segura e alinhamento técnico conforme normas aplicáveis.

Para a conexão entre o inversor fotovoltaico e o ponto de medição, deverão ser utilizados condutores com seção mínima de 16,0 mm², com isolamento EPR/XLPE para 1 kV, temperatura de operação de até 90°C, com propriedades antichamas. A instalação destes condutores deverá ser feita, inicialmente, em eletroduto rígido de PVC de 1.1/2" (no trecho entre o inversor e a primeira caixa de passagem), e, posteriormente, em eletroduto PEAD reforçado de 1.1/2", conforme indicado em projeto.

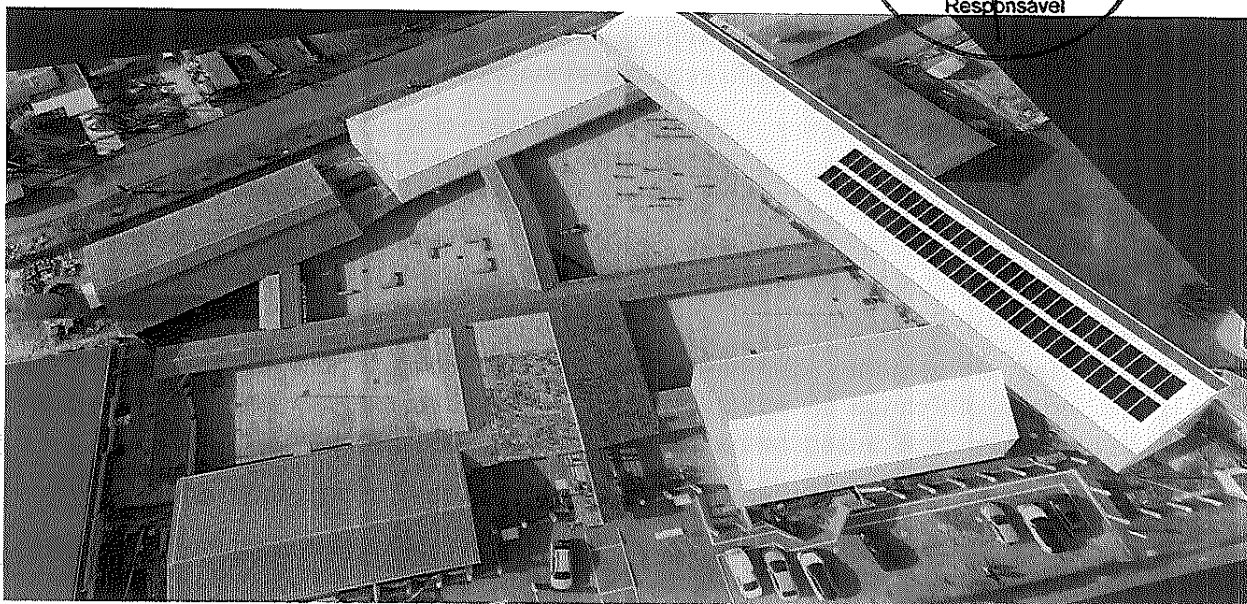
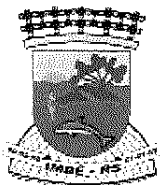
Nas proximidades do inversor deverá ser instalado um quadro de proteção CA, confeccionado em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática, dotado de sistema de fechamento com trava de segurança, contendo os seguintes dispositivos de proteção:

- 1 (um) disjuntor caixa moldada tripolar, corrente nominal de 80 A, tensão de operação de 400 V;
- 4 (quatro) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II, tensão nominal de 275 V, capacidade de descarga de 20 kA.

8.2.1 SISTEMA 2 - E.M.E.F. MANOEL MENDES

| | |
|---------------------------|---|
| Endereço | Rua Canoas, n.º 35 Bairro Centro |
| Unidade Consumidora | 70988811 |
| Possui subestação | Sim |
| Tensão da rede secundária | Trifásica 380/220V |
| Disjuntor medição | 3P-250A |
| Classe de consumo | Grupo B – Poder Público |
| Tipo de telhado | Cobertura com telha cerâmica em estrutura metálica apoiada em laje de concreto. Inclinação 30%. Ver detalhamento. |

8.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA



8.2.2.1 Gerador Fotovoltaico

O sistema gerador de energia solar fotovoltaica deverá ser composto por 56 (cinquenta e seis) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 650 Wp, totalizando uma potência instalada mínima de 36,4 kWp. Os módulos deverão ser instalados na cobertura, cuja estrutura é composta por laje de concreto, estrutura metálica e cobertura com telhas cerâmicas.

A instalação será preferencialmente realizada nas águas do telhado indicadas, respeitando o caimento aproximado de 30%, o que favorece a captação da radiação solar incidente e otimiza o desempenho do sistema. A fixação dos módulos deverá ser feita com o uso de estruturas metálicas adequadas, respeitando os esforços mecânicos e as cargas estruturais da edificação, bem como garantindo a estanqueidade da cobertura e a segurança da instalação.

8.2.2.2 Inversor

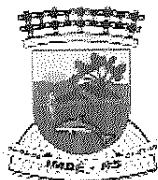
O inversor string deverá possuir potência de saída de no mínimo 36kW. A saída do inversor deverá ser trifásica 380/220V (3F.N.PE), 60Hz, sem a utilização de transformadores.

Obs: o arranjo das strings poderá variar de acordo com as opções de MPPT, tensão e corrente de entrada do inversor proposto.

8.2.2.3 Linhas elétricas, condutores e proteções

A conexão elétrica entre o gerador fotovoltaico e o inversor deverá ser realizada utilizando condutores com seção mínima de 6,0 mm², com isolamento XLPE para 1,8 kVCC, suportando temperatura de operação de até 90°C, com características antichama e resistência à radiação ultravioleta (UV). Esses condutores deverão ser instalados em eletrodutos do tipo PEAD reforçado, sempre que estiverem expostos sobre o telhado, a fim de garantir proteção mecânica adicional e durabilidade frente às intempéries.

Os eletrodutos expostos sobre a cobertura serão do tipo PEAD reforçado de diâmetro nominal de 1". A descida dos condutores desde o telhado até o inversor, bem como a interligação entre o inversor e a caixa de passagem 01, deverá ser executada com eletroduto rígido de PVC



de 1.1/2", devidamente fixado em alvenaria através de abraçadeiras metálicas com parafusos e buchas plásticas, garantindo fixação segura e alinhamento técnico conforme normas aplicáveis.

Para a conexão entre o inversor fotovoltaico e a subestação, deverão ser utilizados condutores com seção mínima de 16,0 mm², com isolamento EPR/XLPE para 1 kV, temperatura de operação de até 90°C, com propriedades antichamas. A instalação destes condutores deverá ser feita, inicialmente, em eletroduto rígido de PVC de 1.1/2" (no trecho entre o inversor e a primeira caixa de passagem), e, posteriormente, em eletroduto PEAD reforçado de 1.1/2", conforme indicado em projeto.

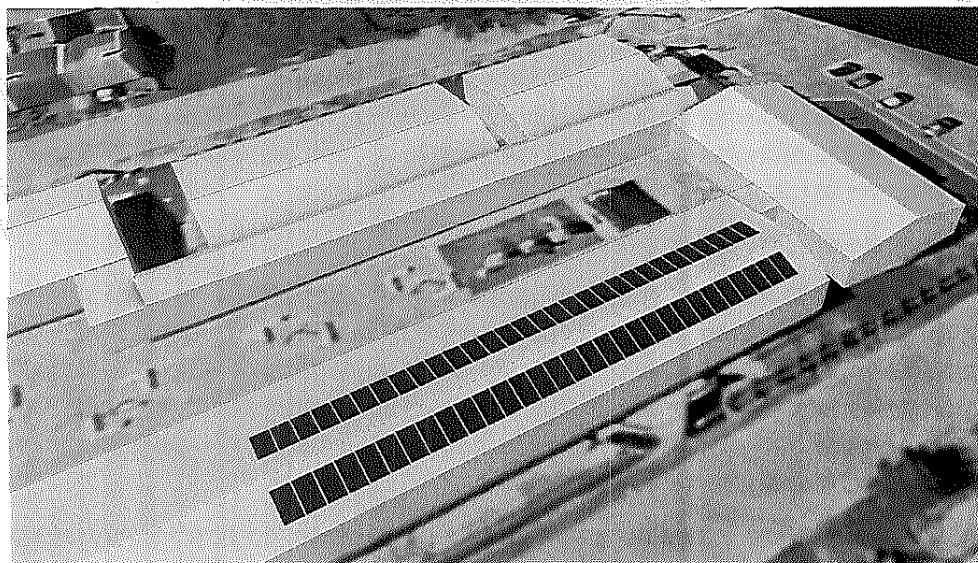
Nas proximidades do inversor deverá ser instalado um quadro de proteção CA, confeccionado em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática, dotado de sistema de fechamento com trava de segurança, contendo os seguintes dispositivos de proteção:

- 1 (um) disjuntor caixa moldada tripolar, corrente nominal de 63 A, tensão de operação de 400 V;
- 4 (quatro) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II, tensão nominal de 275 V, capacidade de descarga de 20 kA.

8.3.1 SISTEMA 3 - E.M.E.F. CLELIA DA CUNHA DE MORAIS

| | |
|---------------------------|---|
| Endereço | Av. Brasil, nº 1060, Bairro Presidente |
| Unidade Consumidora | 1007716247 |
| Possui subestação | Sim |
| Tensão da rede secundária | Trifásica 380/220V |
| Disjuntor medição | 3P-175A |
| Classe de consumo | Grupo B – Poder Público |
| Tipo de telhado | Cobertura com telha cerâmica em estrutura metálica apoiada em laje de concreto. Inclinação 30%. Ver detalhamento. |

8.3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA



8.3.2.1 Gerador fotovoltaico



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
PREFEITURA MUNICIPAL DE IMBÉ
Departamento de Eficiência Energética



O sistema gerador de energia solar fotovoltaica deverá ser composto por 60 (sessenta) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 650 Wp, totalizando uma potência instalada mínima de 39,0 kWp. Os módulos deverão ser instalados na cobertura, cuja estrutura é composta por laje de concreto, estrutura metálica e cobertura com telhas cerâmicas.

A instalação será preferencialmente realizada nas águas do telhado indicadas, respeitando o caimento aproximado de 30%, o que favorece a captação da radiação solar incidente e otimiza o desempenho do sistema. A fixação dos módulos deverá ser feita com o uso de estruturas metálicas adequadas, respeitando os esforços mecânicos e as cargas estruturais da edificação, bem como garantindo a estanqueidade da cobertura e a segurança da instalação.

8.3.2.2 Inversor

O inversor string deverá possuir potência de saída de no mínimo 36kW. A saída do inversor deverá ser trifásica 380/220V (3F.N.PE), 60Hz, sem a utilização de transformadores.

Obs: o arranjo das strings poderá variar de acordo com as opções de MPPT, tensão e corrente de entrada do inversor proposto.

8.3.2.3 Linhas elétricas, condutores e proteções

A conexão elétrica entre o gerador fotovoltaico e o inversor deverá ser realizada utilizando condutores com seção mínima de 6,0 mm², com isolamento XLPE para 1,8 kVCC, suportando temperatura de operação de até 90°C, com características antichama e resistência à radiação ultravioleta (UV). Esses condutores deverão ser instalados em eletrodutos do tipo PEAD reforçado, sempre que estiverem expostos sobre o telhado, a fim de garantir proteção mecânica adicional e durabilidade frente às intempéries.

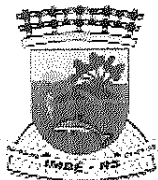
Os eletrodutos expostos sobre a cobertura serão do tipo PEAD reforçado de diâmetro nominal de 2". A descida dos condutores desde o telhado até o inversor, bem como a interligação entre o inversor e a caixa de passagem 01, deverá ser executada com eletroduto rígido de PVC de 1.1/2", devidamente fixado em alvenaria através de abraçadeiras metálicas com parafusos e buchas plásticas, garantindo fixação segura e alinhamento técnico conforme normas aplicáveis.

Para a conexão entre o inversor fotovoltaico e o ponto de medição, deverão ser utilizados condutores com seção mínima de 16,0 mm², com isolamento EPR/XLPE para 1 kV, temperatura de operação de até 90°C, com propriedades antichamas. A instalação destes condutores deverá ser feita, inicialmente, em eletroduto rígido de PVC de 1.1/2" (no trecho entre o inversor e a primeira caixa de passagem), e, posteriormente, em eletroduto PEAD reforçado de 1.1/2", conforme indicado em projeto. Na subida junto à subestação, deverá ser utilizado eletroduto rígido de PVC de 1.1/2".

Nas proximidades do inversor deverá ser instalado um quadro de proteção CA, confeccionado em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática, dotado de sistema de fechamento com trava de segurança, contendo os seguintes dispositivos de proteção:

1 (um) disjuntor caixa moldada tripolar, corrente nominal de 63 A, tensão de operação de 400 V;

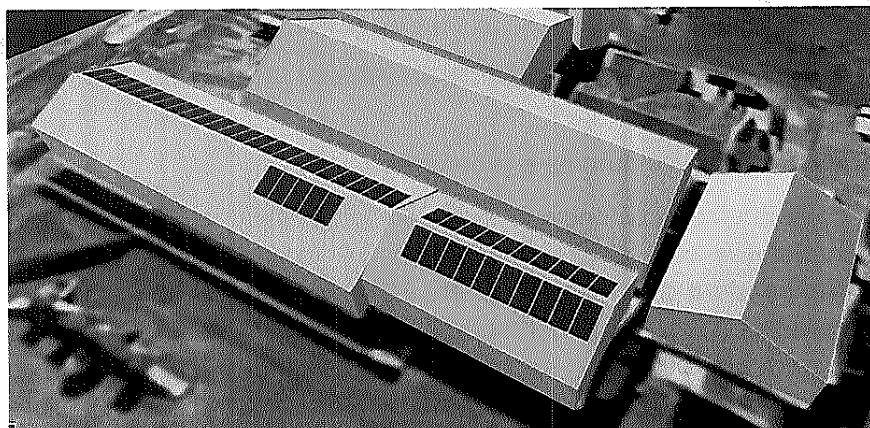
4 (quatro) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II, tensão nominal de 275 V, capacidade de descarga de 20 kA.



8.4.1 SISTEMA 4 - E.M.E.I. VÓ ROSA

| | |
|---------------------------|---|
| Endereço | Rua Machado de Assis, nº 99, Bairro Nova Nordeste |
| Unidade Consumidora | 56395329 |
| Possui subestação | Sim |
| Tensão da rede secundária | Trifásica 380/220V |
| Disjuntor medição | 3P-175A |
| Classe de consumo | Grupo B – Poder Público |
| Tipo de telhado | Cobertura com telha cerâmica em estrutura de madeira apoiada em laje de concreto. Inclinação 30%. Ver detalhamento. |

8.4.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA



8.4.2.1 Gerador fotovoltaico

O sistema gerador de energia solar fotovoltaica deverá ser composto por 48 (quarenta e oito) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 650 Wp, totalizando uma potência instalada mínima de 31,2 kWp. Os módulos deverão ser instalados na cobertura, cuja estrutura é composta por laje de concreto, estrutura metálica e cobertura com telhas cerâmicas.

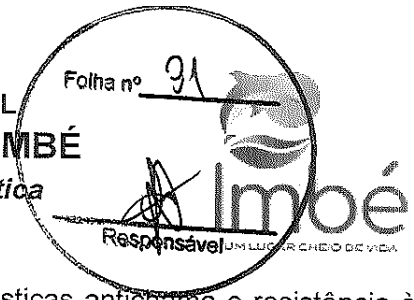
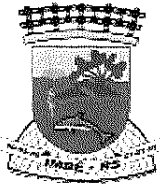
A instalação será preferencialmente realizada nas águas do telhado indicadas, respeitando o caimento aproximado de 30%, o que favorece a captação da radiação solar incidente e otimiza o desempenho do sistema. A fixação dos módulos deverá ser feita com o uso de estruturas metálicas adequadas, respeitando os esforços mecânicos e as cargas estruturais da edificação, bem como garantindo a estanqueidade da cobertura e a segurança da instalação.

8.4.2.2 Inversor

O inversor string deverá possuir potência de saída de no mínimo 30kW. A saída do inversor deverá ser trifásica 380/220V (3F.N.PE), 60Hz, sem a utilização de transformadores. Obs: o arranjo das strings poderá variar de acordo com as opções de MPPT, tensão e corrente de entrada do inversor proposto.

8.4.2.3 Linhas elétricas, condutores e proteções

A conexão elétrica entre o gerador fotovoltaico e o inversor deverá ser realizada utilizando condutores com seção mínima de 6,0 mm², com isolamento XLPE para 1,8 kVCC,



suportando temperatura de operação de até 90°C, com características antichama e resistência à radiação ultravioleta (UV). Esses condutores deverão ser instalados em eletrodutos do tipo PEAD reforçado, sempre que estiverem expostos sobre o telhado, a fim de garantir proteção mecânica adicional e durabilidade frente às intempéries.

Os eletrodutos expostos sobre a cobertura serão do tipo PEAD reforçado de diâmetro nominal de 1" e 2". A descida dos condutores desde o telhado até o inversor, bem como a interligação entre o inversor e a caixa de passagem 01, deverá ser executada com eletroduto rígido de PVC de 1.1/2", devidamente fixado em alvenaria através de abraçadeiras metálicas com parafusos e buchas plásticas, garantindo fixação segura e alinhamento técnico conforme normas aplicáveis.

Para a conexão entre o inversor fotovoltaico e QGBT, deverão ser utilizados condutores com seção mínima de 16,0 mm², com isolamento EPR/XLPE para 1 kV, temperatura de operação de até 90°C, com propriedades antichamas. A instalação destes condutores deverá ser feita em eletroduto rígido de PVC de 1.1/2" no trecho entre o inversor e o QGBT. Entre as caixas de passagem deverá ser utilizado eletroduto PEAD reforçado, conforme indicado em projeto.

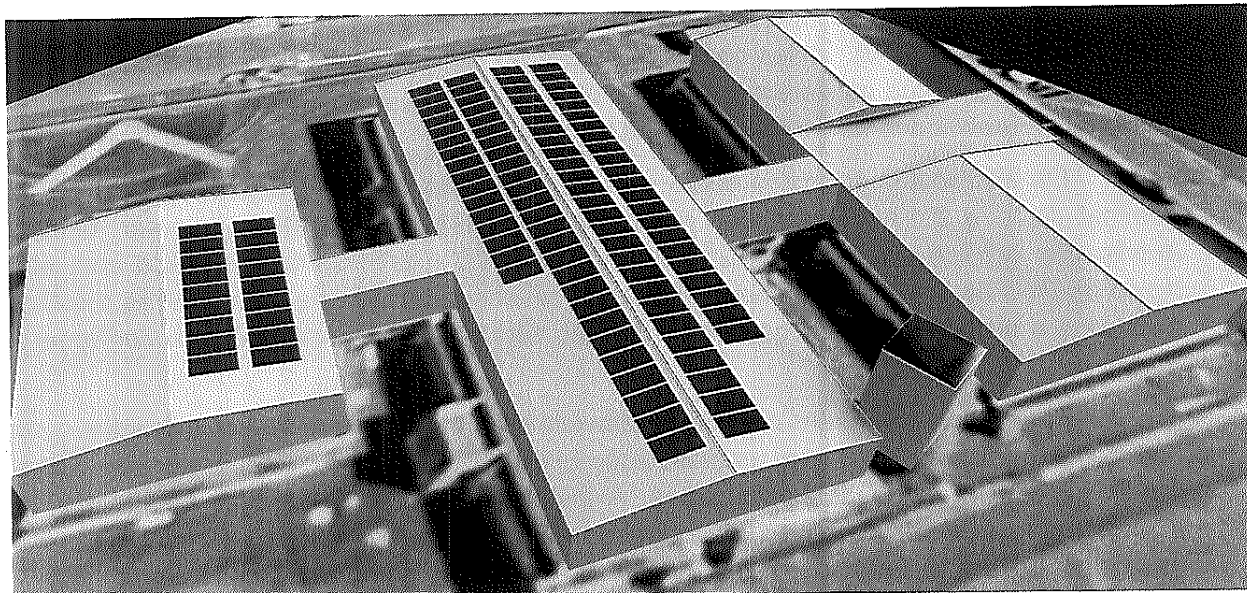
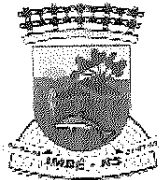
Nas proximidades do inversor deverá ser instalado um quadro de proteção CA, confeccionado em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática, dotado de sistema de fechamento com trava de segurança, contendo os seguintes dispositivos de proteção:

- 1 (um) disjuntor caixa moldada tripolar, corrente nominal de 63 A, tensão de operação de 400 V;
- 4 (quatro) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II, tensão nominal de 275 V, capacidade de descarga de 20 kA.

8.5.1 SISTEMA 5 – E.M.E.I. PROF. IARA MARTINS

| | |
|---------------------------|--|
| Endereço | Av. Mariluz, nº 1181, Bairro Mariluz |
| Unidade Consumidora | 25580388 |
| Possui subestação | Sim |
| Tensão da rede secundária | Trifásica 380/220V |
| Disjuntor medição | 3P-250A |
| Classe de consumo | Grupo A – HSV |
| Tipo de telhado | Cobertura com telha de fibrocimento em estrutura de madeira apoiada em laje de concreto. Inclinação 10%. Ver detalhamento. |

8.5.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA



8.5.2.1 Gerador fotovoltaico

O sistema gerador de energia solar fotovoltaica deverá ser composto por 108 (cento e oito) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 650 Wp, totalizando uma potência instalada mínima de 70,2 kWp. Os módulos deverão ser instalados na cobertura, composta por telhas de fibrocimento em estrutura de madeira apoiada sobre laje de concreto.

A instalação será realizada respeitando a inclinação aproximada de 10%, o que favorece a captação da radiação solar incidente e contribui para o desempenho energético do sistema. A fixação dos módulos deverá ser feita com o uso de estruturas metálicas adequadas, respeitando os esforços mecânicos e as cargas estruturais da edificação, bem como garantindo a estanqueidade da cobertura e a segurança da instalação.

8.5.2.2 Inversor

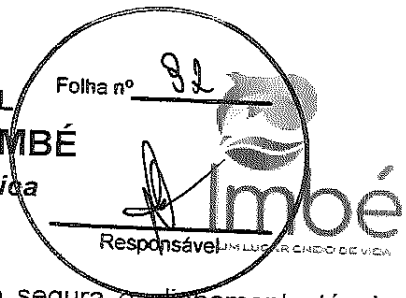
O inversor string deverá possuir potência de saída de no mínimo 60kW. A saída do inversor deverá ser trifásica 380/220V (3F.N.PE), 60Hz, sem a utilização de transformadores.

Obs: o arranjo das strings poderá variar de acordo com as opções de MPPT, tensão e corrente de entrada do inversor proposto.

8.5.2.3 Linhas elétricas, condutores e proteções

A conexão elétrica entre o gerador fotovoltaico e o inversor deverá ser realizada utilizando condutores com seção mínima de 6,0 mm², com isolamento XLPE para 1,8 kVCC, suportando temperatura de operação de até 90°C, com características antichama e resistência à radiação ultravioleta (UV). Esses condutores deverão ser instalados em eletrodutos do tipo PEAD reforçado, sempre que estiverem expostos sobre o telhado, a fim de garantir proteção mecânica adicional e durabilidade frente às intempéries.

Os eletrodutos expostos sobre a cobertura serão do tipo PEAD reforçado de diâmetro nominal de 1.1/4". A descida dos condutores desde o telhado até o inversor deverá ser executada com eletroduto rígido de PVC de 2", devidamente fixado em alvenaria através de abraçadeiras



metálicas com parafusos e buchas plásticas, garantindo fixação segura e alinhamento técnico conforme normas aplicáveis.

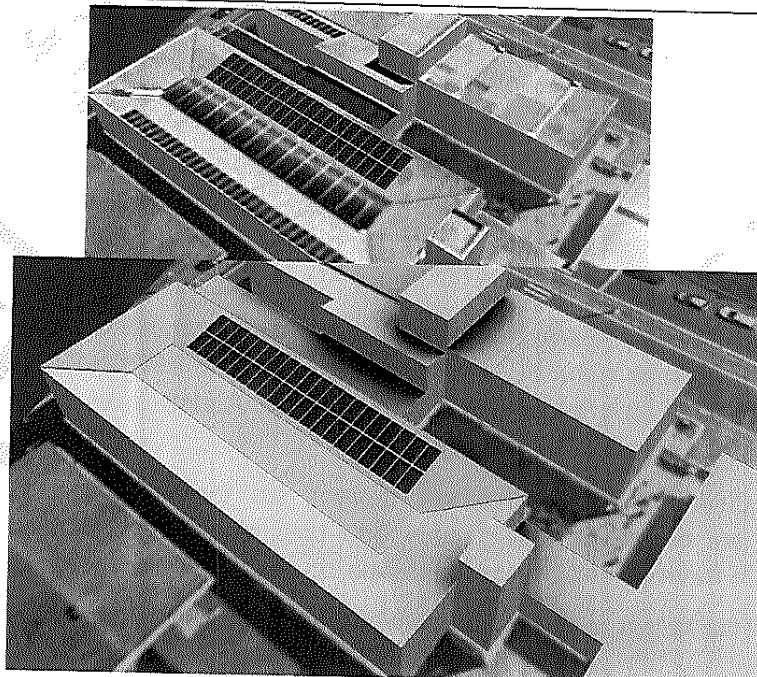
Para a conexão entre o inversor fotovoltaico e a subestação, deverão ser utilizados condutores com seção mínima de 50,0 mm² e 25,0 mm², com isolamento EPR/XLPE para 1 kV, temperatura de operação de até 90°C, com propriedades antichamas. A instalação destes condutores deverá ser feita em eletroduto rígido de PVC de 3" até a primeira caixa de passagem, e, posteriormente, entre as caixas, em eletroduto PEAD reforçado de 3", conforme indicado em projeto.

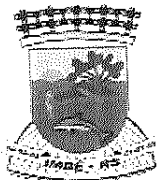
Nas proximidades do inversor deverá ser instalado um quadro de proteção CA, confeccionado em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática, dotado de sistema de fechamento com trava de segurança, contendo os seguintes dispositivos de proteção:

- 1 (um) disjuntor caixa moldada tripolar, corrente nominal de 100 A, tensão de operação de 400 V;
- 4 (quatro) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II, tensão nominal de 275 V, capacidade de descarga de 20 kA.

8.6.1 SISTEMA 6 – E.M.E.F. TIRADENTES – AMPLIAÇÃO

| | |
|---------------------------|--|
| Endereço | Av. Frederico Westphalen, Bairro Centro |
| Unidade Consumidora | 1006633992 |
| Possui subestação | Sim |
| Tensão da rede secundária | Trifásica 380/220V |
| Disjuntor medição | 3P-175A |
| Classe de consumo | Grupo B optante |
| Tipo de telhado | Cobertura com telha de fibrocimento em estrutura de madeira apoiada em laje de concreto. Inclinação 15%. Ver detalhamento. |





8.6.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

8.6.2.1 Gerador fotovoltaico

O sistema existente é composto por 40 (quarenta) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 450 Wp.

O novo sistema gerador de energia solar fotovoltaica deverá ser composto por 40 (quarenta) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 650 Wp, totalizando uma potência instalada mínima de 26,0 kWp. Os módulos deverão ser instalados na cobertura, composta por telhas de fibrocimento em estrutura de madeira apoiada sobre laje de concreto.

A instalação será realizada respeitando a inclinação aproximada de 15%, o que favorece a captação da radiação solar incidente e contribui para o desempenho energético do sistema. A fixação dos módulos deverá ser feita com o uso de estruturas metálicas adequadas, respeitando os esforços mecânicos e as cargas estruturais da edificação, bem como garantindo a estanqueidade da cobertura e a segurança da instalação.

8.6.2.2 Inversor

O inversor string deverá possuir potência de saída de no mínimo 20kW. A saída do inversor deverá ser trifásica 380/220V (3F.N.PE), 60Hz, sem a utilização de transformadores.

Obs: o arranjo das strings poderá variar de acordo com as opções de MPPT, tensão e corrente de entrada do inversor proposto.

8.6.2.3 Linhas elétricas, condutores e proteções

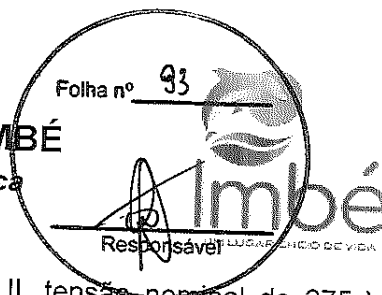
A conexão elétrica entre o gerador fotovoltaico e o inversor deverá ser realizada utilizando condutores com seção mínima de 6,0 mm², com isolamento XLPE para 1,8 kVCC, suportando temperatura de operação de até 90°C, com características antichama e resistência à radiação ultravioleta (UV). Esses condutores deverão ser instalados em eletrodutos do tipo PEAD reforçado, sempre que estiverem expostos sobre o telhado, a fim de garantir proteção mecânica adicional e durabilidade frente às intempéries.

Os eletrodutos expostos sobre a cobertura serão do tipo PEAD reforçado de diâmetro nominal de 1.1/2". A descida dos condutores desde o telhado até o inversor deverá ser executada com eletroduto rígido de PVC de 1.1/2", devidamente fixado em alvenaria através de abraçadeiras metálicas com parafusos e buchas plásticas, garantindo fixação segura e alinhamento técnico conforme normas aplicáveis.

Para a conexão entre o inversor fotovoltaico e o barramento, deverão ser utilizados condutores com seção mínima de 16,0 mm², com isolamento EPR/XLPE para 1 kV, temperatura de operação de até 90°C, com propriedades antichamas. A instalação destes condutores deverá ser feita em eletroduto rígido de PVC de 1.1/2".

Nas proximidades do inversor deverá ser instalado um quadro de proteção CA, confeccionado em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática, dotado de sistema de fechamento com trava de segurança, contendo os seguintes dispositivos de proteção:

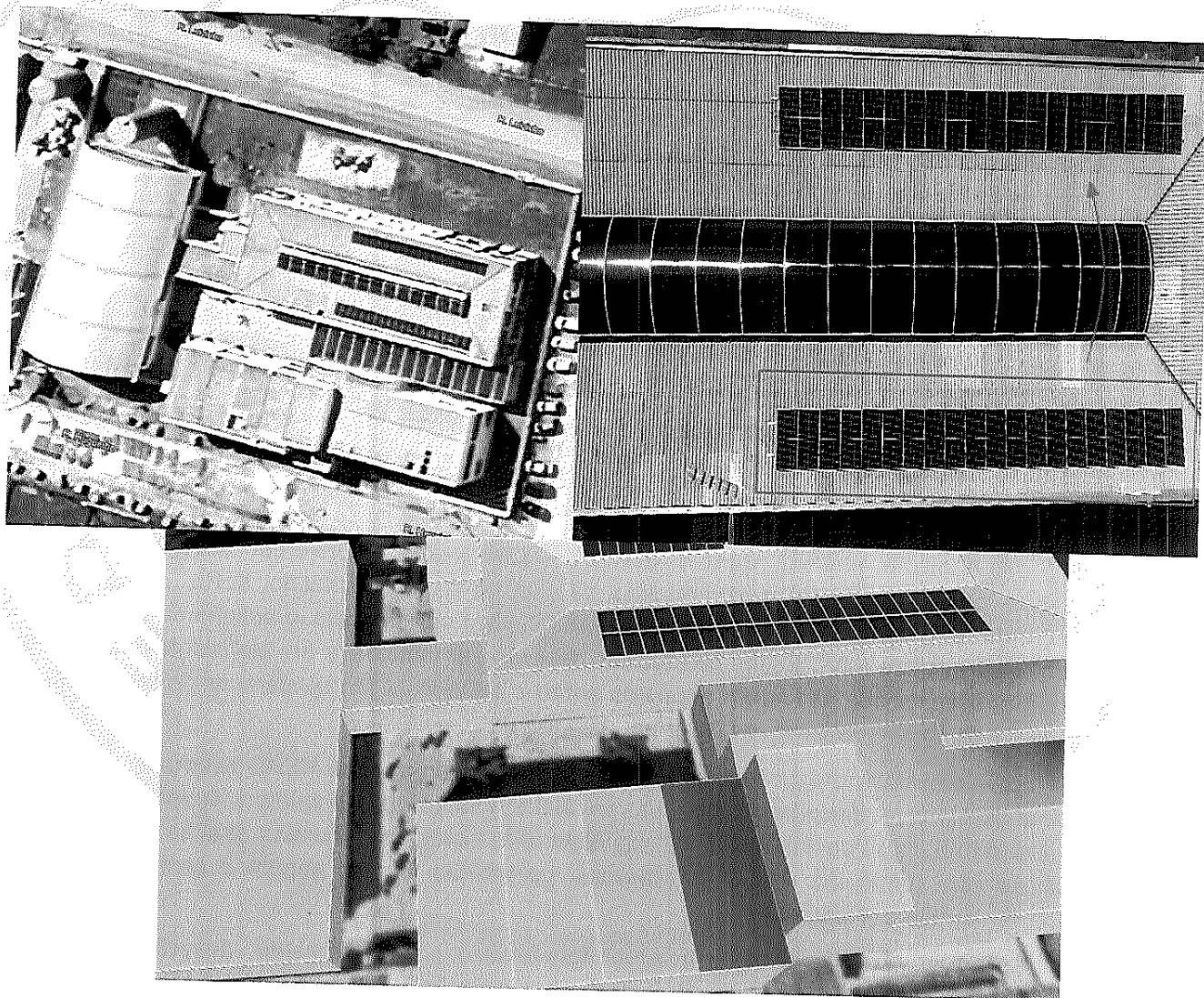
1 (um) disjuntor caixa moldada tripolar, corrente nominal de 50 A, tensão de operação de 400 V;



4 (quatro) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II, tensão nominal de 275 V, capacidade de descarga de 20 kA.

8.7.1 SISTEMA 7 – E.M.E.F. OLAVO BILAC – AMPLIAÇÃO

| | |
|---------------------------|--|
| Endereço | Rua Huguinho, nº 315, Bairro Albatroz |
| Unidade Consumidora | 1006252867 |
| Possui subestação | Sim |
| Tensão da rede secundária | Trifásica 380/220V |
| Disjuntor medição | 3P-175A |
| Classe de consumo | Grupo B optante |
| Tipo de telhado | Cobertura com telha de fibrocimento em estrutura de madeira apoiada em laje de concreto. Inclinação 15%. Ver detalhamento. |



8.7.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA



8.7.2.1 Gerador fotovoltaico

O sistema existente é composto por 40 (quarenta) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 450 Wp.

Dos 40 módulos existentes, 08 (oito) módulos deverão ser retirados. Os módulos remanescentes deverão ser reposicionados para compor 02 (duas) strings de 18 módulos em um dos MPPTs do inversor, conforme indicado na imagem acima e nas plantas do projeto.

No MPPT livre, deverá ser adicionada uma nova string composta por 16 (dezesseis) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 650 Wp, totalizando uma potência adicional de aproximadamente 10,4 kWp.

O novo sistema gerador deverá, portanto, ser composto por 40 (quarenta) módulos fotovoltaicos de 650 Wp, resultando em uma potência instalada mínima de 26,0 kWp, considerando apenas os novos módulos. Os módulos deverão ser instalados na cobertura da edificação, composta por telhas de fibrocimento, estrutura de madeira apoiada sobre laje de concreto.

A instalação será realizada respeitando a inclinação aproximada de 15%, o que favorece a captação da radiação solar incidente e contribui para o desempenho energético do sistema. A fixação dos módulos deverá ser feita com o uso de estruturas metálicas adequadas, respeitando os esforços mecânicos e as cargas estruturais da edificação, bem como garantindo a estanqueidade da cobertura e a segurança da instalação.

8.7.2.2 Inversor

O inversor string deverá possuir potência de saída de no mínimo 20kW. A saída do inversor deverá ser trifásica 380/220V (3F.N.PE), 60Hz, sem a utilização de transformadores.

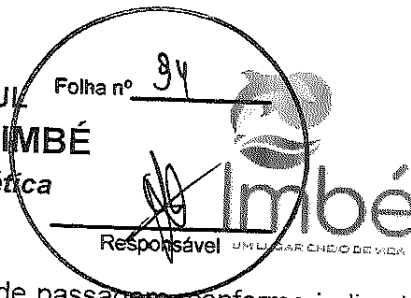
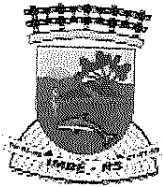
Obs: o arranjo das strings poderá variar de acordo com as opções de MPPT, tensão e corrente de entrada do inversor proposto.

8.7.2.3 Linhas elétricas, condutores e proteções

A conexão elétrica entre o gerador fotovoltaico e o inversor deverá ser realizada utilizando condutores com seção mínima de 6,0 mm², com isolamento XLPE para 1,8 kVCC, suportando temperatura de operação de até 90°C, com características antichama e resistência à radiação ultravioleta (UV). Esses condutores deverão ser instalados em eletrodutos do tipo PEAD reforçado, sempre que estiverem expostos sobre o telhado, a fim de garantir proteção mecânica adicional e durabilidade frente às intempéries.

Os eletrodutos expostos sobre a cobertura serão do tipo PEAD reforçado de diâmetro nominal de 1.1/2". A descida dos condutores desde o telhado até o inversor deverá ser executada com eletroduto rígido de PVC de 1.1/2", devidamente fixado em alvenaria através de abraçadeiras metálicas com parafusos e buchas plásticas, garantindo fixação segura e alinhamento técnico conforme normas aplicáveis.

Para a conexão entre o inversor fotovoltaico e o barramento, deverão ser utilizados condutores com seção mínima de 16,0 mm², com isolamento EPR/XLPE para 1 kV, temperatura de operação de até 90°C, com propriedades antichamas. A instalação destes condutores deverá ser



feita em eletroduto rígido de PVC de 1.1/2" até a primeira caixa de passagem, conforme indicado em projeto.

Nas proximidades do inversor deverá ser instalado um quadro de proteção CA, confeccionado em chapa de aço galvanizado com pintura eletrostática, dotado de sistema de fechamento com trava de segurança, contendo os seguintes dispositivos de proteção:

- 1 (um) disjuntor caixa moldada tripolar, corrente nominal de 50 A, tensão de operação de 400 V;
- 4 (quatro) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) Classe II, tensão nominal de 275 V, capacidade de descarga de 20 kA.

8.8.1 SISTEMA 8 – E.M.E.I. TIA MARICA - AMPLIAÇÃO

| | |
|---------------------------|--|
| Endereço | Travessa 03, n°1200, Bairro Albatroz |
| Unidade Consumidora | 1006186848 |
| Possui subestação | Sim |
| Tensão da rede secundária | Trifásica 380/220V |
| Disjuntor medição | 3P-175A |
| Classe de consumo | Grupo B optante |
| Tipo de telhado | Cobertura com telha de fibrocimento em estrutura de madeira apoiada em laje de concreto. Inclinação 15%. Ver detalhamento. |

8.8.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

8.8.2.1 Gerador fotovoltaico

O sistema existente é composto por 40 (quarenta) módulos fotovoltaicos com potência unitária de 450 Wp, totalizando uma potência instalada de aproximadamente 18,0 kWp.

8.8.2.2 Ampliação do sistema

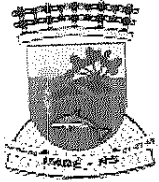
Deverão ser instalados 08 (oito) módulos fotovoltaicos, juntamente com suas respectivas estruturas de fixação, provenientes da E.M.E.F. Olavo Bilac, os quais foram previamente retirados conforme especificado em projeto.

Os módulos a serem adicionados deverão ser integrados ao sistema existente, observando o correto arranjo elétrico (strings), compatibilidade com o inversor e disponibilidade de MPPTs. A instalação deverá ser realizada na cobertura da edificação, garantindo a continuidade das boas práticas de engenharia, a segurança elétrica e mecânica, a estanqueidade da cobertura e a durabilidade do sistema.

9. ESPECIFICAÇÕES COMUNS PARA TODOS OS SISTEMAS

9.1 Módulos Fotovoltaicos

Todos os módulos fotovoltaicos utilizados nos sistemas deverão atender aos seguintes requisitos mínimos de desempenho e durabilidade:



- Eficiência mínima de conversão energética: 21%;
- Vidro temperado de alta resistência, com tratamento antirreflexo e camada antiaderente;
- Grau de proteção: IP68 nos conectores e caixas de junção (junction box);
- Tolerância de potência: apenas positiva (0 ~ +5W);
- Certificações IEC 61215, IEC 61730 e INMETRO conforme legislação vigente;
- Resistência a névoa salina, amônia e areia (certificados IEC pertinentes);
- Estrutura de encapsulamento com proteção contra corrosão em ambientes externos agressivos (costeiros ou industriais);
- Garantia de desempenho linear mínima de 25 anos e garantia de fabricação mínima de 10 anos.

9.2 Inversor

Todos os inversores string utilizados nos sistemas deverão atender, além dos requisitos já especificados individualmente, às seguintes características técnicas mínimas adicionais:

- Faixa de ajuste do fator de potência (FP): >0,99 a 0,8 indutivo ~ 0,8 capacitivo (LG ~ LD);
- Eficiência europeia mínima (Euro-efficiency): 98%;
- Distorção harmônica total (THD) da corrente: < 3%;
- Seccionadora integrada no lado de corrente contínua (CC);
- Proteção contra inversão de polaridade;
- Dispositivos de proteção contra surtos (DPS) Classe II nos lados CC e CA;
- Monitoramento individual de strings (opcional, conforme projeto);
- Sistema de monitoramento da rede (parâmetros de tensão, frequência, etc.);
- Função anti-ilhamento (anti-islanding);
- Proteção contra sobrecorrente e sobretensão;
- Detecção de arco elétrico (AFCI) integrada;
- Grau de proteção mínimo: IP66, com resistência à intempéries;
- Capacidade de comunicação Wi-Fi para monitoramento remoto;
- Acompanhado de adaptador de comunicação para comissionamento e monitoramento do sistema;
- Compatibilidade com aplicativo gratuito, sem sistema de assinatura;
- Alta resistência à corrosão, com gabinete adequado a ambientes externos;
- Garantia mínima de 10 anos, fornecida pelo fabricante.

9.3 Sistema de Aterramento

Todos os módulos fotovoltaicos, estruturas metálicas, carcaças de inversores, quadros de proteção e demais massas metálicas deverão estar conectadas ao sistema de aterramento equipotencial da instalação.

O aterramento deverá ser executado conforme as seguintes diretrizes:

- Utilização de hastes de aterramento com dimensão mínima de 5/8" x 2.400 mm, com alta camada de proteção anticorrosiva;
- Conectores apropriados, de acordo com o especificado em projeto, com realização da calafetagem adequada após a instalação;



- O condutor de proteção deverá ter seção conforme Tabela 58 da ABNT NBR 5410, em função da seção dos condutores de fase;
- Aterramentos deverão ser instalados em caixas de passagem de concreto com dimensões de 50 x 50 cm, fundo com camada de brita, e tampa removível para inspeção;
- Interligação entre hastes e elementos aterrados deverá ser realizada com condutor devidamente identificado e protegido.

9.4 Valas e Escavações

Para os trechos com rede elétrica subterrânea, deverão ser atendidos os seguintes requisitos construtivos mínimos:

- Profundidade mínima da vala: 30 cm;
- As valas deverão ser envelopadas com concreto magro, com espessura mínima de 5 cm, conforme indicado em projeto;
- Sobre a camada de concreto, deverá ser instalada fita de advertência, indicando claramente a presença de cabos elétricos enterrados;
- As valas deverão ser totalmente recompostas com o pavimento ou cobertura original, garantindo o mesmo padrão anterior à intervenção (asfalto, concreto, terra compactada, grama, etc.);
- Todos os materiais removidos ou danificados durante as escavações deverão ser adequadamente descartados e substituídos por materiais novos, conforme especificações.

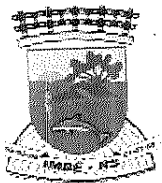
9.5 Acabamentos e Serviços Finais

Ao final da instalação dos sistemas, deverão ser realizados os seguintes procedimentos de acabamento e qualidade:

- Toda a instalação deverá apresentar acabamento de primeira linha, com atenção aos detalhes visuais e funcionais;
- Não serão permitidas emendas mal executadas, pontas de fios soltas ou cabos aparentes que comprometam a estética ou a segurança da instalação;
- Todos os condutores deverão estar devidamente identificados, organizados e isolados com terminações profissionais (terminais, conectores, prensa-cabos, etc.);
- A estrutura e os cabos deverão estar bem fixados, sem folgas ou trepidações, respeitando distâncias mínimas da cobertura e dos equipamentos elétricos;
- Toda a instalação deverá ser submetida a uma limpeza final, removendo restos de materiais, resíduos de obra, plásticos protetores e demais detritos;
- Todos os materiais utilizados (cabos, eletrodutos, conectores, estruturas metálicas, fixadores, caixas, disjuntores, etc.) deverão ser de primeira linha, certificados, e de acordo com as normas técnicas brasileiras vigentes;
- Fotos e registros da instalação finalizada deverão ser entregues, para composição do relatório de comissionamento e documentação técnica.

9.6 Documentação Técnica e Comissionamento

O integrador deverá fornecer, obrigatoriamente, a documentação técnica completa do sistema instalado, contendo:



- Diagramas unifilares e multifilares atualizados conforme executado (as-built);
- Especificações dos principais componentes (módulos, inversores, estruturas, dispositivos de proteção);
- Certificados dos módulos e inversores (INMETRO, IEC);
- Relatório de testes de funcionamento e medições (tensão, corrente, potência, continuidade do aterramento, etc.);
- Manual de operação e manutenção;
- Termo de comissionamento assinado pelo responsável técnico, incluindo registros fotográficos da instalação.

9.7 Placa de Advertência

- Deverá ser instalada placa de advertência junto ao padrão de entrada.
- Especificações das placas de advertência:
- Espessura: 2 mm;
- Material: Policarbonato com proteção UV (ultravioleta);
- Gravação: As letras devem ser em Arial Black;



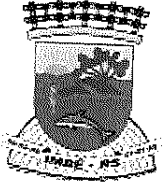
- Acabamento: Deve possuir cor amarela, obtida por processo de masterização com 2%, assegurando opacidade que permita adequada visualização das marcações pintadas na superfície da placa;

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os sistemas fotovoltaicos propostos neste documento deverão ser implantados em conformidade com as normas técnicas vigentes no Brasil.

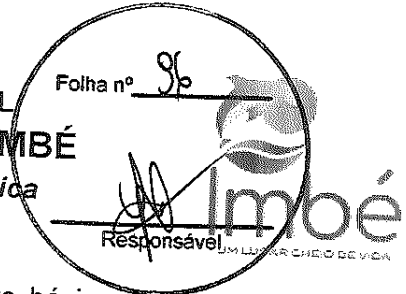
A instalação dos sistemas deverá prezar pela segurança elétrica e estrutural, pela qualidade técnica dos materiais, bem como pela eficiência energética e estética da solução. Todos os equipamentos deverão possuir certificações reconhecidas e estar devidamente homologados pelos órgãos competentes, como o INMETRO e a ANEEL, quando aplicável.

Ao término da instalação, a contratada deverá entregar o sistema comissionado, testado e plenamente funcional, acompanhado de toda a documentação técnica exigida, incluindo laudos, certificados, relatórios de testes, manuais e garantias.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
PREFEITURA MUNICIPAL DE IMBÉ
Departamento de Eficiência Energética

Folha nº 90



A entrega do sistema também deverá incluir treinamento básico para os responsáveis locais, contemplando o funcionamento geral, boas práticas de operação e diretrizes de manutenção preventiva.

Ressalta-se que a qualidade da execução, a durabilidade da solução implantada e a segurança dos usuários serão critérios fundamentais para aceitação final do serviço.

Conforme o art. 6º da Lei nº 14.133/2021, serviços comuns de engenharia são aqueles que apresentam padronização, repetibilidade e especificações usuais no mercado, sendo possível descrevê-los de forma objetiva e uniforme (inciso XIII). Conforme demonstrado neste documento, a execução dos sistemas fotovoltaicos envolve projetos individualizados, porém todos com características, especificações, materiais e métodos de execução padronizados.

01 de dezembro de 2025

DEPARTAMENTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
Eng. Lucas Wolker – CREA RS252418

