



# **EREOVOLT**

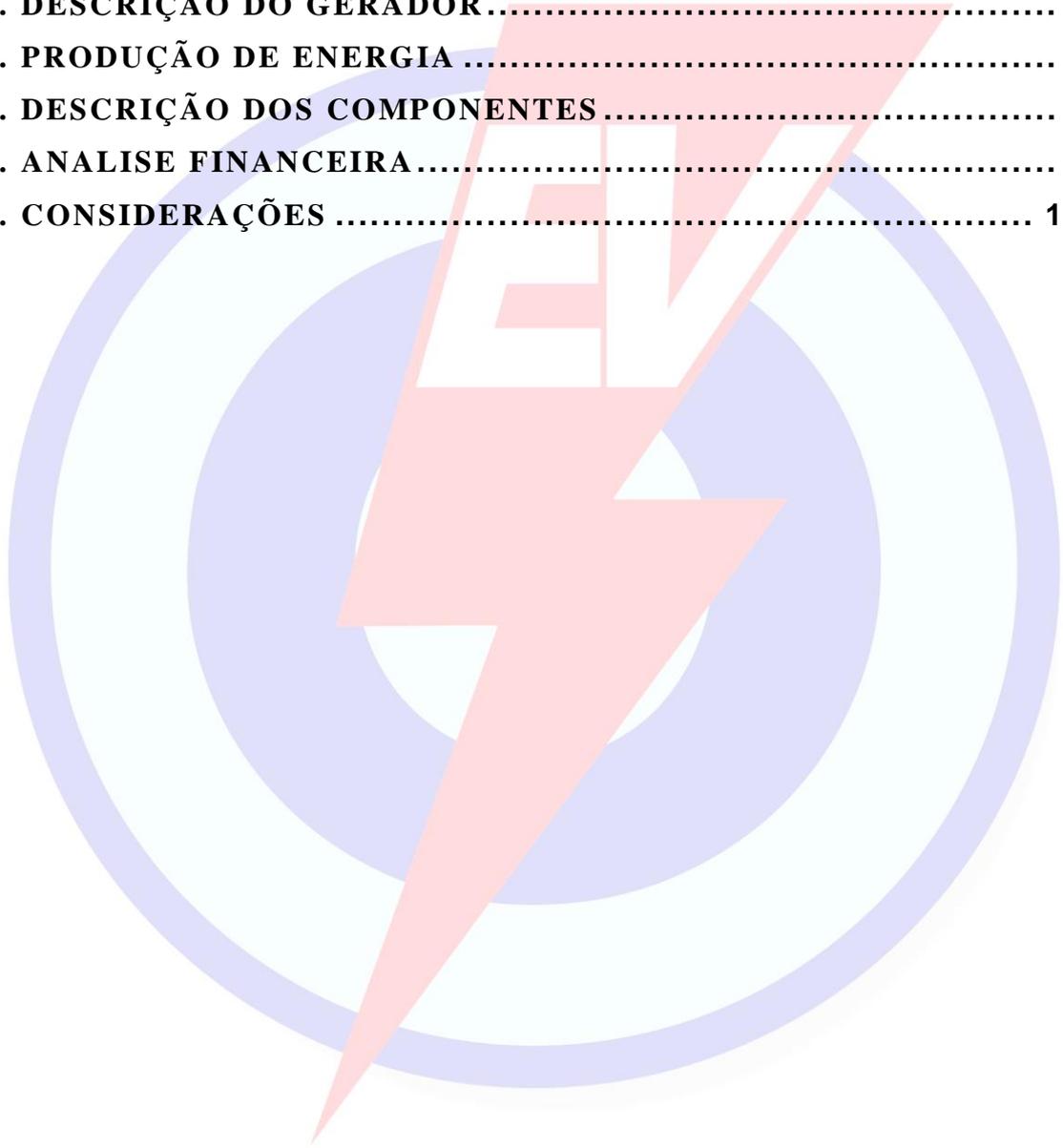
## **ENGENHARIA ELÉTRICA**

Prefeitura Municipal de Barão de Cotegipe

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO DE SISTEMAS DE  
MICROGERAÇÃO ENERGIA FOTOVOLTAICA ON-GRID

## SUMÁRIO

<b>1. OBJETIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMAS ATENDIDAS NESTE PROJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DESCRIÇÃO GERAL DA ESCOLA .....</b>	<b>3</b>
<b>4. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>5. DESCRIÇÃO DO GERADOR.....</b>	<b>4</b>
<b>6. PRODUÇÃO DE ENERGIA .....</b>	<b>5</b>
<b>7. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>8. ANÁLISE FINANCEIRA.....</b>	<b>9</b>
<b>9. CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>10</b>



## 1. OBJETIVO

O presente memorial tem por finalidade descrever o projeto elétrico de Microgeração Energia Fotovoltaica a ser conectado à rede elétrica de BT visando suprir o consumo de energia da escola Escola Municipal Ângelo Rosa, onde o sistema visa suprir o consumo de energia da escola e a geração excedente será compensada em outras faturas de energia do município Barão de Cotegipe/RS.

## 2. NORMAS ATENDIDAS NESTE PROJETO

- GED 15303 da CPFL;
- RESOLUÇÃO NORMATIVA nº 482 de 17/04/2012;
- NBR 16149, NBR 16150, NBR 16690;
- IEC/IN 61000, IEC 62109, NBR/IEC 62116;
- NR-10, NR-18, NR-35.

## 3. DESCRIÇÃO GERAL DA ESCOLA

Nome	Escola Municipal Ângelo Rosa
Endereço	Rua Tancredo Neves, n 320 – Centro
Latitude	-27.622895
Longitude	-52.383669
Tipo de telhado	Telha cerâmica e aluzinco
Consumo médio	2.820 kW/mês

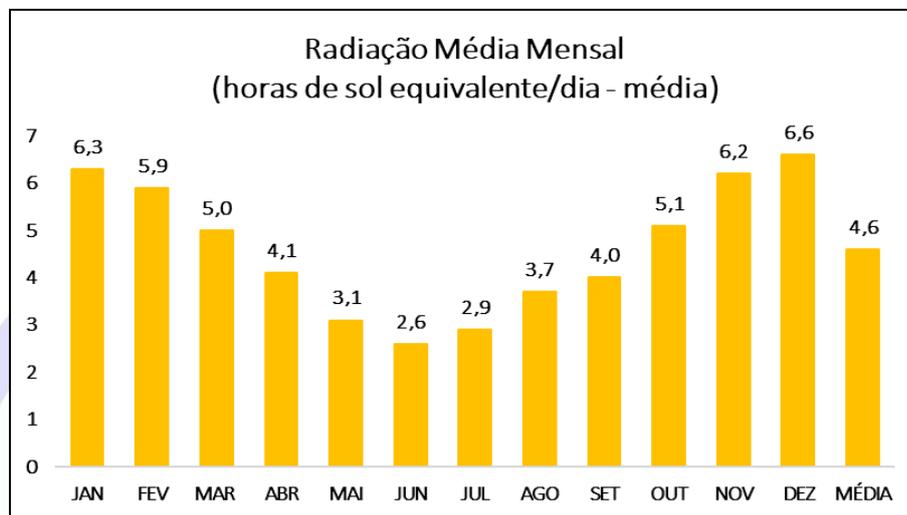
## 4. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

O dimensionamento do sistema fotovoltaico proposto está baseado nas variáveis físicas do local de instalação, sendo estas consideradas:

Perdas resultantes do sistema	
Sombreamento	0,50%
Temperatura	4,60%
Sujidade	0,40%
Posicionamento/orientação	1,50%
Conversão (inversor)	2,00%
Corrente continua	1,40%

Outras perdas	2,00%
<b>Perdas totais</b>	<b>12,40%</b>

Neste sentido a radiação média mensal é considerada a radiação solar considerando o sombreamento e inclinação dos telhados dos locais de instalação do sistema.



Baseado nestes dados foi realizado o dimensionamento do projeto, visando otimizar o gerador fotovoltaico.

## 5. DESCRIÇÃO DO GERADOR

O sistema de Microgeração de energia elétrica em baixa tensão deverá ser instalado sobre os telhados das edificações (telhas cerâmicas e aluzinco) da Escola Ângelo Rosa, conforme sugestão do Anexo I, compostos das seguintes características mínimas:

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Gerador 112,5kW/p		
1.1	Inversor on-grid 75,0kW – 380V/60Hz – 10 anos garantia	UN	1,00
1.2	Módulo fotovoltaico 450W/120 células/20,1% eficiência – monocristalino	UN	250,00
1.3	Estrutura de fixação para 4 placas (telhado telha cerâmica e/ou aluzinco)	UN	63,00
1.4	Cabo 6,0mm <sup>2</sup> XLPE 1,5kV CC	MT	1200,00
1.5	Conector tipo MC4 – 1000V CC Macho	UN	45,00
1.6	Conector tipo MC4 – 1000V CC Fêmea	UN	45,00
1.7	String box proteção – CA, c/ disjuntor e DPS	UN	1,00
1.8	String box proteção – CC, c/ chave de seccionamento e DPS	UN	1,00

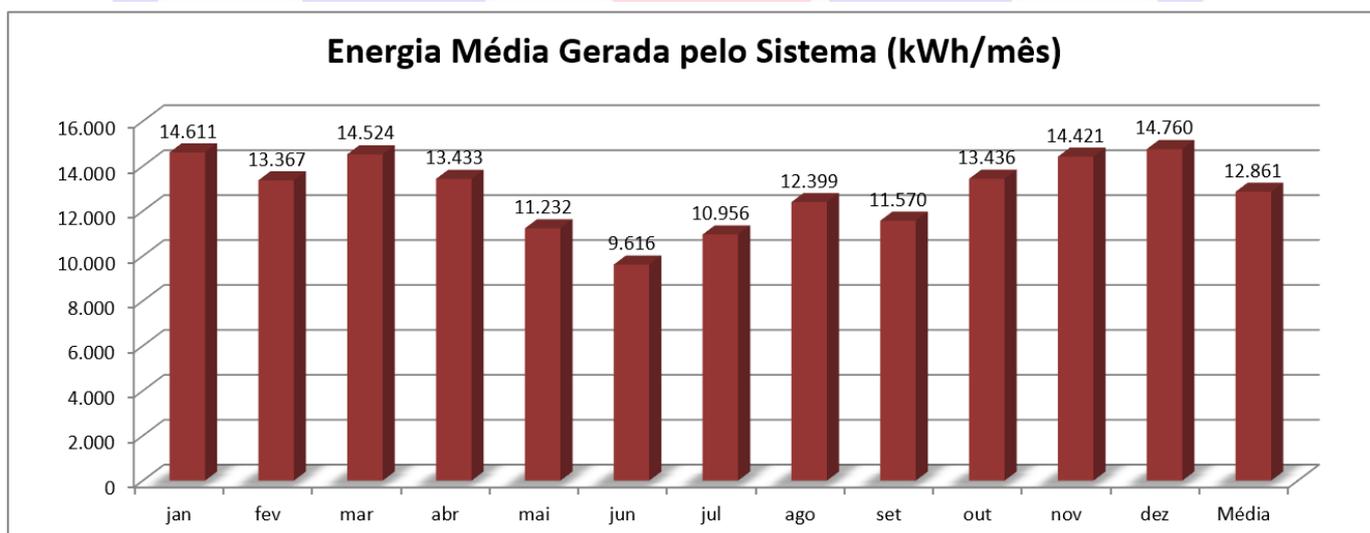
1.9	Sistema de aterramento do inversor e módulos	UN	1,00
1.10	Conjunto de eletrodutos e eletrocalhas	CJTO	1,00
1.11	Conjunto de cabos de cobre 750V para alimentação CA	CJTO	1,00
1.12	Mão de obra	UN	1,00
Total		R\$ 362.783,00	

## 6. PRODUÇÃO DE ENERGIA

Diante das sugestões de especificações técnicas dos componentes a serem instalados, diagrama unifilar do Anexo II, segue as características mínimas estimadas desta usina fotovoltaica.

Nº Arranjos (un.)	18,00
Nº Painéis Fotovoltaicos (un.)	250,00
Nº Inversor (un.)	1,00
Potência do Inversor (KW)	75,00
Potência Instalada (KWp)	112,50
Área total estimada (m <sup>2</sup> )	585,00

Com isso o sistema proposto irá apresentar uma produção de energia média mensal, conforme o gráfico a seguir:



## 7. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

Para fins de padronização dos materiais do Sistema de Geração de Energia Solar Fotovoltaica, com vistas à facilidade de operação, manutenção e como forma de garantir o pleno funcionamento do Sistema,

exige-se a instalação dos itens abaixo descritos, contendo as características especificadas:

- Geradores fotovoltaicos: os geradores devem ser instalados e colocados em funcionamento seguindo rigorosamente o estabelecido pela Resolução Normativa 482, de 17 de abril de 2012 da ANEEL; O sistema fotovoltaico deve apresentar perda global máxima de 23%. Como perda global, entenda-se todos os fatores que acarretam diminuição na energia efetivamente entregue pelo sistema em relação ao valor ideal, ou seja, considerando apenas a potência pico do sistema e as HSP (horas de sol pico) da instalação. Fatores de perdas típicos são: perdas do inversor CC/CA; de sombreamento; sujeiras; coeficientes de temperatura; desbalanceamento das cargas (mismatching), entre outros; Os geradores serão instalados sobre os telhados com telhas cerâmicas e aluzinco existentes na escolas; Cada gerador fotovoltaico deverá ser composto por: módulos idênticos (fabricante e modelo), ou seja, com as mesmas características elétricas, mecânicas e dimensionais e especificações técnicas mínimas descritas no item 5, deste documento.

- Módulos fotovoltaicos: deverão ser de feitos de silício cristalino (monocristalino) etiquetados pelo INMETRO com potência mínima unitária  $\geq 450$  Wp; Deveram ter no mínimo os seguintes requisitos: a) Ter eficiência superior a 20,10% na conversão de energia luminosa em elétrica, nas condições padrão de teste - STC – Standard Test Conditions (1000 W/m<sup>2</sup>; 25°C; AM 1.5); b) Vida útil esperada: 25 ANOS; c) Temperatura de operação: -40°C a +- 85°C; d) Garantia contra defeitos de material e fabricação mínima de 10 anos; e) Os módulos devem ser identificados de acordo com as seguintes informações: nome ou marca comercial do fabricante; modelo ou tipo do modelo; mês e ano de fabricação; número de série; f) Certificação INMETRO (Portaria INMETRO 004/2011); g) Cada módulo deve ter uma caixa de conexão IP 67, com bornes e diodos de passagem (by-pass) já montados, e conectores a prova d'água e de engate rápido (por exemplo, MC3, MC4, etc.); h) Todas as estruturas de suporte das placas fotovoltaicas devem ser de aço galvanizado, ou alumínio anodizado com reforço de estabilidade, durabilidade e preparadas em caso de esforços mecânicos, climatéricos e

corrosão, bem como as expansões/contrações térmicas, com garantia de 10 anos; i) A corrente máxima dos módulos deve ser compatível com a especificada para os inversores; j) Todos os fios, cabos, conectores, proteções, diodos, estrutura de fixação, e demais componentes devem ser fornecidos e perfeitamente dimensionados de acordo com a quantidade de placas fotovoltaicas e inversores do arranjo fotovoltaico, seguindo todas as normas de instalações elétricas relevantes à futura instalação, manutenção e segurança do sistema, em especial a norma NBR 5410 referente à instalação em baixa tensão; k) Para interligação entre os módulos e o sistema de conversão deverão ser utilizados cabos solares de no mínimo 6,0 mm<sup>2</sup> com isolamento de 1500 volts; l) Os cabos utilizados para aplicação solar deverão ser unipolares livres de halogênio e resistentes a radiação ultravioleta; m) A tensão contínua nominal dos arranjos deverá estar compatível com a especificada para o inversor.

- Inversor: o inversor deve ser projetado para operar conectado à rede da concessionária local de energia elétrica na frequência de 60 Hz; Devem apresentar eficiência máxima de pico superior a 97% e nível de eficiência europeia superior a 96,5%; Não devem possuir elementos passíveis de substituição com baixa periodicidade, de forma a propiciar vida útil longa, sem a necessidade de manutenção frequente e devem ser capazes de operar normalmente à potência nominal, sem perdas, na faixa de temperatura ambiente de 0°C a 45° C; A distorção harmônica total de corrente (THDI) do inversor deve ser menor que 3,5%; A tensão de saída do inversor deve ser de 220/380V, conforme fornecimento da concessionária de energia local; Atender a todos os requisitos e estar configurados conforme as normas IEC/EN 61000-6-1/61000-6-2/61000-6-3, IEC 62109-1/2, IEC 62116, NBR 16149 e DIN VDE 0126-1-1; Requisitos mínimos para o sistema de proteções e monitoramentos do inversor utilizados: anti-ilhamento, proteção contra polaridade reversa em CC, chave seccionadora CC integrada ao inversor, monitoramento da rede elétrica C.A. (tensão, corrente, potência e frequência), máxima tensão de entrada: 1100 V conexão à rede: 3~NPE 380 V, frequência: 60 HZ; Devem ser conectados a dispositivos de seccionamento adequados, visíveis e acessíveis para a proteção da rede e da equipe de manutenção; O quadro

de paralelismo do inversor do sistema fotovoltaico, disjuntores de proteção e barramentos associados, cabos de entrada e saída devem ser dimensionados e instalados em conformidade com a NBR 5410; Ter grau de proteção mínimo IP e atender a todas as exigências da concessionária de energia RGE SUL Distribuidora; Sistema de monitoramento web e celular deverá coletar e monitorar todos os dados dos sistemas fotovoltaicos instalados; possuir garantia mínima de 10 anos.

- Estruturas de fixação: as estruturas de suporte devem seguir as seguintes especificações: a) estar projetadas para resistir aos esforços do vento de acordo com a NBR 6123/1988 e a ambientes de corrosão igual ou maiores que C3, em conformidade com a ISO 9223; b) ser feitas de aço galvanizado à fogo ou alumínio e devem atender ao requisito de duração de 25 anos, isto também é aplicável aos parafusos, porcas e elementos de fixação em geral.

- Quadro de proteção CC (string box): painel adequado às instalações elétricas de dimensões apropriadas para abrigar os equipamentos de proteção, controle, manobra, e devem conter os seguintes elementos: a) Todos os fusíveis das séries (quando houver necessidade); b) Disjuntores de seccionamento 25A/1000VCC; c) Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), entre ambos os pólos do paralelo e entre eles e o sistema de aterramento, com 1000VCC/40kA/Classe II, conforme a Norma NBR IEC 61643-1. As caixas de conexão devem ser pelo menos IP 65, em conformidade com as normas pertinentes e devem ser resistentes à radiação ultravioleta.

- Quadro de proteção CA (string box): painel adequado às instalações elétricas de dimensões apropriadas para abrigar os equipamentos de proteção, deverão ser utilizados disjuntores termomagnéticos de baixa tensão tipo caixa moldada de 125A/10KA/400V, com baixo nível de perdas, para proteção contra curto-circuito; Os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) deverão ser de no mínimo 45kA/275V/Classe II, em cada um das fases de ambos os sistemas; Todas as estruturas metálicas e equipamentos devem estar conectados ao sistema de aterramento, com finalidade de garantir a equipotencialidade.

- Cabos fotovoltaicos (CC): os cabos elétricos deveram ser de

cobre estanhado, encordoamento flexível de classe 5, isolamento e cobertura compostos de poliolefínico termofixo livre de halogênios, retardante de chama, com resistência à radiação UV e intempéries, com tensão de isolamento em corrente contínua igual ou superior a 1,50kV.

- Cabos de cobre (CA): os cabos elétricos deveram ser de cobre, com diâmetro mínima de 50,0mm<sup>2</sup> para condutores fase e mínimo de 16,0mm<sup>2</sup> para neutro e proteção (aterramento), isolamento de composto termoplástico de polivinílico (PVC) para mínimo de 750V, temperatura máxima de no mínimo 70°C, classe de encordoamento a critério do responsável técnico pela instalação.

## 8. ANALISE FINANCEIRA

Visando ilustrar a viabilidade financeira do projeto acima descrito, o gráfico a seguir apresentam alguns detalhes do retorno financeiro ao investir no sistema de geração fotovoltaica.

Pode-se observar que o tempo de retorno do investimento proposto ficará em aproximadamente 3 anos e 11 meses, resultando em uma economia que poderá chegar em até 95% da atual fatura de energia na escola.



Cabe salientar que a energia excedente gerada na escola, deverá ser direcionada a outras faturas de energia de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Barão de Cotegipe, enquadrando-se na modalidade de auto consumo remoto.

## 9. CONSIDERAÇÕES

Todas as partes metálicas deverão ser ligadas aos condutores de proteção (terra) para que o potencial de todos os componentes da edificação sejam os mesmos, minimizando a possibilidade de choque elétrico.

Durante a execução todas as junções entre eletrodutos, eletrocalhas e caixas deverão ser bem acabadas, não sendo permitidas rebarbas nas junções.

Todos os cabos deverão ser identificados através de anilhas ou fitas específicas para este fim, para uma fácil identificação dos arranjos.

Os equipamentos (inversor/string box CA+CC) devem ser instalados em local de acesso restrito a direção das escolas, fora do alcance dos alunos e funcionários, devidamente identificados com placas/adesivos de advertência do risco de choque elétrico.

Os serviços de mão de obra devem ser realizados por profissionais com capacidade técnica comprovada nesta área de sistemas fotovoltaicos e com treinamentos de segurança (NR-10, NR-18, NR-35) e demais normas aplicáveis a estas atividades.

Barão de Cotegipe, 30 de setembro de 2021.



**Ricardo Arpini Souza**  
Eng. Eletricista e Seg. do Trabalho  
CREA/RS 135949