

PREFEITURA DE TAPEJARA

ESTUDO DE VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE USINA
FOTOVOLTAICA PARA SUPRIR CONSUMO DE
ENERGIA ELÉTRICA DOS PRÉDIOS PÚBLICOS
MUNICIPAIS

MARINGÁ, 16 DE JULHO DE 2020



contato@neoengenhariaeletrica.com



1. INTRODUÇÃO

O presente estudo apresentará a viabilidade da energia solar fotovoltaica para a iluminação e prédios públicos na cidade de Tapejara. Para tal caso, uma análise nas faturas de energia correspondentes foi realizada. Foram contabilizados todos os consumos nos últimos doze meses de cada unidade consumidora municipal projetando a potência da usina solar a ser instalada para suprir a demanda das mesmas.

2. DADOS DO MUNICÍPIO

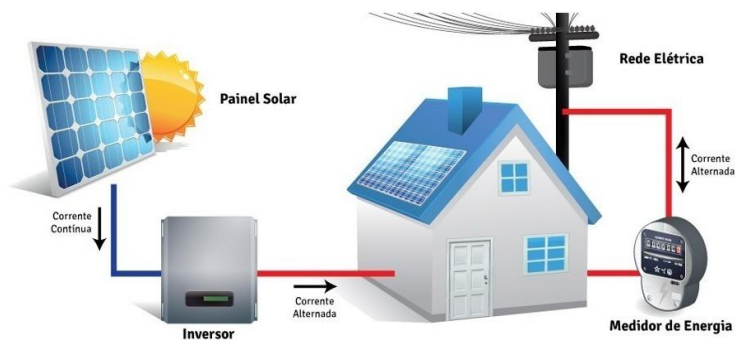
Tapejara, é uma cidade de Estado do Paraná. O município se estende por 591,4 km² e contava com 16.062 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 27,2 habitantes por km² no território do município. Vizinho dos municípios de Cianorte, Tuneiras do Oeste, Cruzeiro do Oeste, Indianópolis, Rondon e Cidade Gaúcha, Tapejara faz parte da região metropolitana de Umuarama.

Situado a 515 metros de altitude, de Tapejara tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 23° 43' 58" Sul, Longitude 52° 52' 22" Oeste.



3. SOBRE ENERGIA SOLAR

Com a Resolução Normativa 482 da ANEEL, qualquer consumidor pode instalar um Sistema Fotovoltaico na sua empresa ou residência e conectá-lo à rede elétrica, através do Sistema de Compensação de Energia. Desta forma, você pode praticamente zerar sua conta de luz com o uso da energia solar, devendo apenas pagar o custo de disponibilidade da rede.



4. COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Um painel solar, também conhecido como placa solar fotovoltaica, pode ser determinado a partir de um equipamento utilizado para realizar a conversão da luz do sol em energia elétrica por meio da captação dos raios ultravioletas. Sendo assim, os painéis solares são compostos por células solares fotovoltaicas, normalmente compostas de silício.

O funcionamento dos painéis solares ocorre por meio da captação de luz solar e da conversão em energia elétrica pelas células fotovoltaicas. Sendo assim, os fótons colidem com os átomos do material semicondutor da placa solar, ocasionando o deslocamento dos elétrons. A partir disso, a corrente elétrica é gerada, dando origem à energia solar fotovoltaica, limpa e renovável.



4.2. INVERSOR

O inversor grid tie funciona captando a energia dos painéis solares em corrente contínua e convertendo ela para corrente alternada. O inversor grid tie usa um oscilador para sincronizar a sua frequência com a da rede elétrica da distribuidora em 60Hz e limita a voltagem para que ela não fique nem acima nem abaixo da rede (Existe uma pequena margem para esta oscilação permitida por lei, pois a nossa rede elétrica não é muito estável e a energia na rede oscila o tempo todo. Desta forma o inversor precisa tolerar as oscilações da rede caso contrário ficaria se desligando).

Inversores Grid-tie também são projetados para se desligar rapidamente da rede caso a rede caia ou falte luz. Este é um requisito internacional de segurança que garante que em caso de um apagão, o inversor grid tie será desligado para evitar que a energia do sistema fotovoltaico chegue até a rede da distribuidora e cause um acidente (por exemplo um choque em quem esteja trabalhando na rede naquele momento).

5. TIPO DE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS MODULOS FOTOVOLTAICOS

5.1. ESTRUTURA DE FIXAÇÃO

O sistema de suporte para fixação de placas solares pode ser desenhado para serem fixados com ganchos em telhados de barro ou até mesmo inclinados sobre uma laje para garantir uma inclinação ideal para os painéis.

Geralmente feitos de alumínio ou aço inoxidável, a maioria das estruturas de fixação para painéis fotovoltaicos são concebidas para aplicações universais como: coberturas em telha de barro, telha de concreto, telhado metálico, telha de fibrocimento, seguidores solares e fixação direta sobre o solo.

Tipos de estrutura de fixação de painéis solares:



5.1.1. FIXAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS USANDO “PARAFUSO PIONEIRO”.



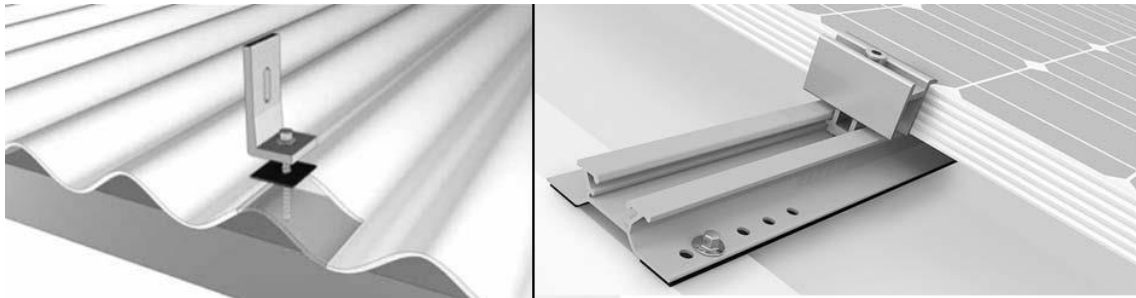
5.1.2. FIXAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM TELHAS DE BARRO USANDO “GANCHO” COMO INTERFACE ENTRE TRILHO E A COBERTURA



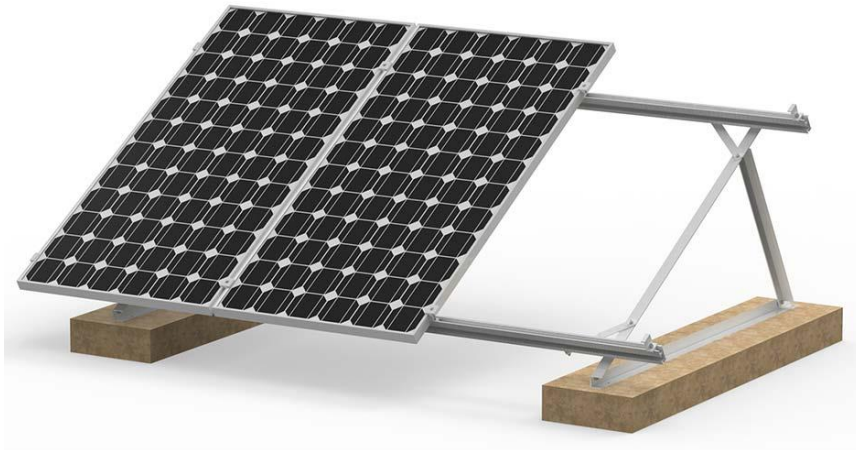
5.1.3. ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DE PAINEL FOTOVOLTAICO PARA COBERTURAR COM TELHA DE FIBROCIMENTO



5.1.4. ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA TELHAS METÁLICAS ONDULADAS E TRAPEZOIDAIS



5.1.5. ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DE PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LAJES DE CONCRETO



5.1.6. ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DE PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO PARA SOLO

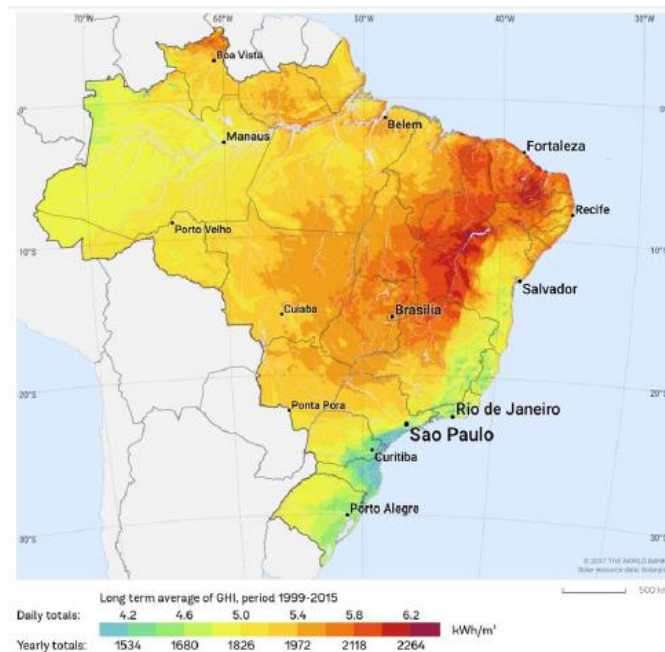


6. DEMONSTRATIVO DE CÁLCULOS DE POTÊNCIA GERADA EM UMA USINA SOLAR

Para se chegar à potência necessária de uma usina solar são necessários os dados:

Σ = horas de irradiação x dias no mês x nº de módulos x potência do módulo x fator de potência.

Os dados de horas de irradiação solar são retirados de acordo com a local de instalação do sistema. Abaixo temos um mapa com a média de irradiação no território brasileiro:



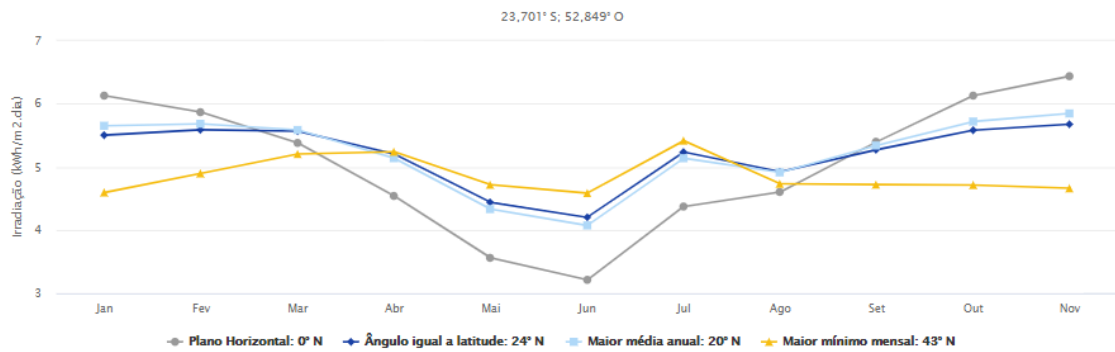
Os dados de horas de irradiação solar são retirados de acordo com as coordenadas geográficas de cada cidade, para a cidade de Tapejara, os dados são:

Cálculo no Plano Inclinado

Estação: Tapejara
 Município: Tapejara , PR - BRASIL
 Latitude: 23,701° S
 Longitude: 52,849° O
 Distância do ponto de ref. (23,732778° S; 52,872778° O): 4,3 km

| # | Ângulo | Inclinação | Irradiação solar diária média mensal [kWh/m².dia] | | | | | | | | | | | | Média | Delta |
|-------------------------------------|-------------------------|------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | | | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Plano Horizontal | 0° N | 6,13 | 5,87 | 5,38 | 4,54 | 3,56 | 3,21 | 3,42 | 4,37 | 4,80 | 5,40 | 6,13 | 6,44 | 4,92 | 3,23 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ângulo igual a latitude | 24° N | 5,50 | 5,58 | 5,57 | 5,20 | 4,44 | 4,20 | 4,40 | 5,23 | 4,92 | 5,27 | 5,58 | 5,68 | 5,13 | 1,47 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maior média anual | 20° N | 5,65 | 5,88 | 5,58 | 5,14 | 4,33 | 4,07 | 4,27 | 5,14 | 4,91 | 5,34 | 5,72 | 5,85 | 5,14 | 1,77 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maior mínimo mensal | 43° N | 4,80 | 4,90 | 5,20 | 5,24 | 4,72 | 4,69 | 4,75 | 5,42 | 4,73 | 4,72 | 4,71 | 4,66 | 4,86 | ,83 |

Irradiação Solar no Plano Inclinado - Tapejara-Tapejara, PR-BRASIL



Contabilizando uma média, dos últimos doze meses, do consumo dos prédios públicos municipais, encontramos a energia mínima que o Sistema Solar Fotovoltaico tem que gerar, por mês, afim de suprir a demanda.

| CUSTOS E CONSUMO MENSAL DE TODOS OS PRÉDIOS PÚBLICOS MUNICIPAIS(Atual) | | |
|--|-----------|-------------------|
| Consumo (kWh) | Custo/kWh | Custo Total (R\$) |
| 45.494,75 | R\$ 0,79 | R\$ 35.940,85 |



7. POTÊNCIA TOTAL DA USINA SOLAR FOTOVOLTAICA

PAINEL SOLAR

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Quantidade de painéis | 962 |
| Potência de cada Pannel | 390 W |
| Estimativa da área dos painéis | 1924 m² |

INVERSOR

| | |
|------------------------------------|--|
| Modelo e Potência dos inversores | 2x50kW + 2x20kW + 1x27,6kW + 1x100kW + 1x12,5kW / TRIF 380V |
| Transformadores Trifásico 380/220V | 1x90 + 1x30 + 1x150 + 1x25 + 1x90 kVa |

POTÊNCIA DO SISTEMA DE GERAÇÃO SOLAR

375,18kWp

8. COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DIMENSIONADO

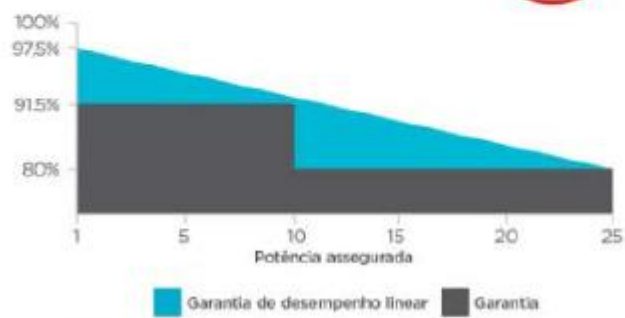
Painéis Fotovoltaicos Monocristalinos de 390W, Half Cell 144 células, Eficiência 19,7%. Dimensões do módulo 2000 x 1000 x 40 mm e Peso 22,5 kg (49,6 lb).

| Energia (Elétrica) | |
|---|---------------------------|
| Fabricante | MÓDULO FOTOVOLTAICO |
| Marca | BYD ENERGY DO BRASIL LTDA |
| Modelo | BYD50M07-36-58 |
| Mais eficiente  | |
| A | |
| Menos eficiente | |
| EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%) | 19,70 |
| Área Sistema Módulo (m ²) | 1,58 |
| Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês) | 54,80 |
| Potência nas Condições Padrão (W) | 390,00 |
| <small>Resolução de Resolução por Conformidade com a Norma de Licenciamento para Energia Fotovoltaica</small> <small>Indicação de Instalação e recomendações de uso. Leia o Manual do usuário.</small> | |
|   | |
| <small>IMPORTANTE: A RESOLUÇÃO DEFIJA ESTABELECE ANTES DA VENDA, ESTÁ SEM DESPACHADO COM O CORREIO DE OFERTA DO CONSUMIDOR</small> | |



GARANTIA DE DESEMPENHO LINEAR

Módulo PV (fotovoltaico) BYD
25 anos de garantia de desempenho linear



- 8.1. 02 Inversores ABB Solar 50kW com 3MPPT Trifásico 380V com 3 entradas monitoradas com alta eficiência.



- 8.2. 02 Inversores ABB Solar 20kW com 2MPPT Trifásico 380V com 2 entradas monitoradas com alta eficiência.



- 8.3. 01 Inversores ABB Solar 27,6kW com 2MPPT Trifásico 380V com 2 entradas monitoradas com alta eficiência.



- 8.4. 01 Inversores ABB Solar 100kW Trifásico 380V com 6MPPT Trifásico 380V com 6 entradas monitoradas com alta eficiência.



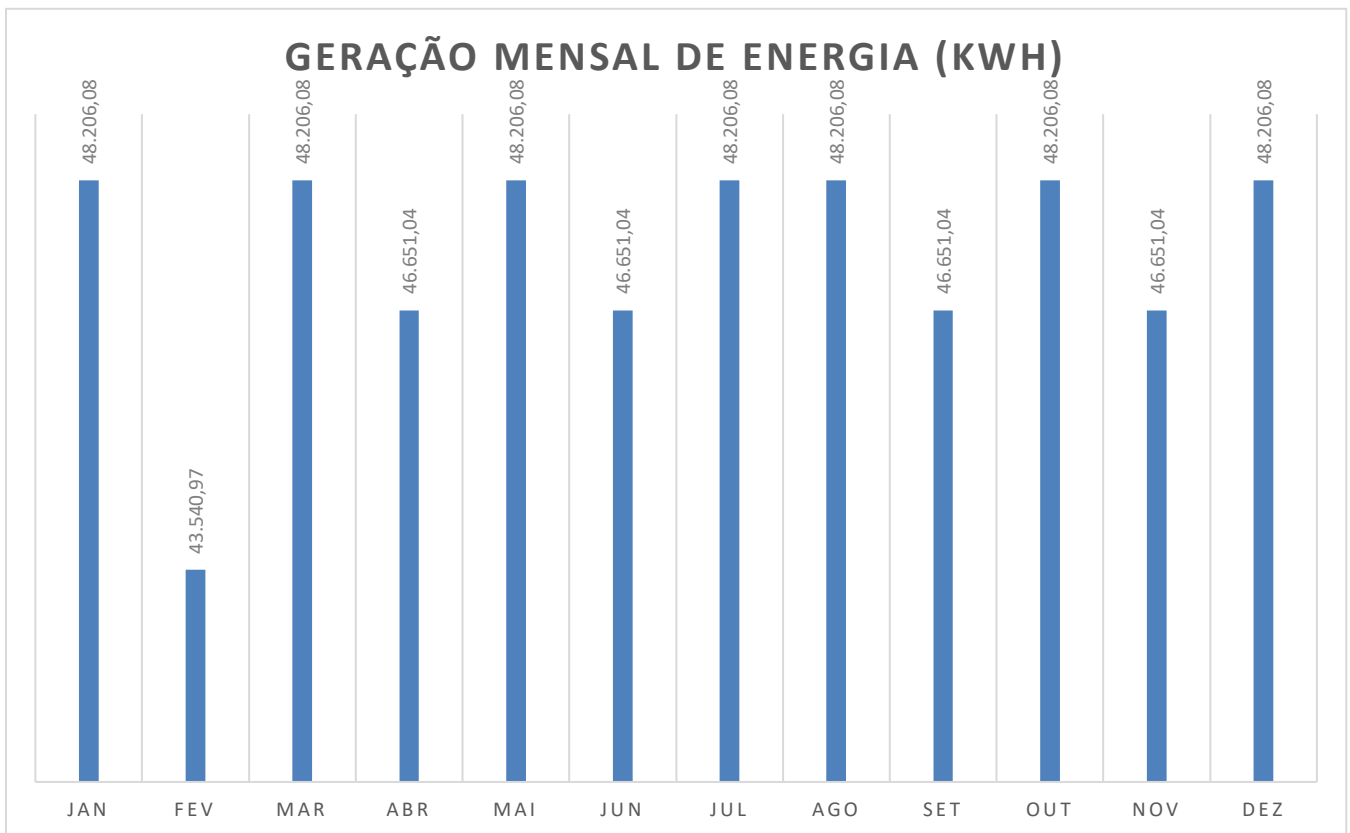
- 8.5. 01 Inversores ABB Solar 12,5kW com 2MPPT Trifásico 380V com 2 entradas monitoradas com alta eficiência.



8.6. O SISTEMA AINDA CONTA COM OS SEGUINTE COMPONENTES:

- Cabo solar energyflex br 0,6/1kv (1500 v dc) preto;
- Cabo solar energyflex br 0,6/1kv (1500 vdc) vermelho;
- Conector mc4 multi-contact ur pv-kst4/6ii-ur acoplador macho e femea.;
- Estrutura para fixação dos Painéis Solares Fotovoltáicos
- Autotransformador 100K kVA – 380V/220V

9. PREVISÃO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA



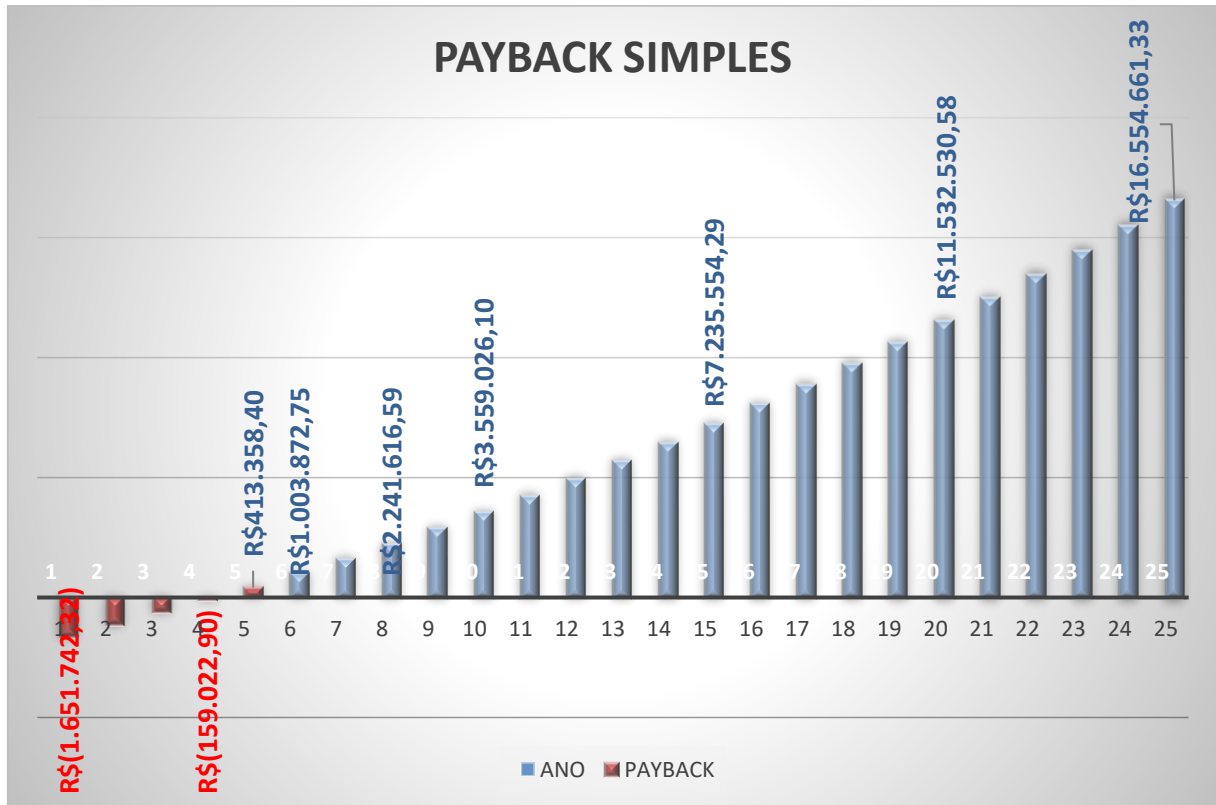
| PREDIOS PUBLICOS | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|-----------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| PAYBACK VALOR INVESTIDO | | | | | R\$ | 2.157.362,32 |
| ANO | GERAÇÃO ANUAL KWH | VALOR KWH | RECEITA ANUAL | PAYBACK | RECEITA ACUMULADA | |
| 1 | 636000 | R\$ 0,795 | R\$ 505.620,00 | -R\$ 1.651.742,32 | R\$ 505.620,00 | |
| 2 | 630912 | R\$ 0,795 | R\$ 501.575,04 | -R\$ 1.150.167,28 | R\$ 1.007.195,04 | |
| 3 | 625865 | R\$ 0,795 | R\$ 497.562,44 | -R\$ 652.604,85 | R\$ 1.504.757,48 | |
| 4 | 620858 | R\$ 0,795 | R\$ 493.581,94 | -R\$ 159.022,90 | R\$ 1.998.339,42 | |
| 5 | 615891 | R\$ 0,929 | R\$ 572.381,31 | R\$ 413.358,40 | R\$ 2.570.720,73 | |
| 6 | 610964 | R\$ 0,967 | R\$ 590.514,35 | R\$ 1.003.872,75 | R\$ 3.161.235,08 | |
| 7 | 606076 | R\$ 1,005 | R\$ 609.221,84 | R\$ 1.613.094,60 | R\$ 3.770.456,92 | |
| 8 | 601227 | R\$ 1,045 | R\$ 628.521,99 | R\$ 2.241.616,59 | R\$ 4.398.978,92 | |
| 9 | 596418 | R\$ 1,087 | R\$ 648.433,57 | R\$ 2.890.050,16 | R\$ 5.047.412,48 | |
| 10 | 591646 | R\$ 1,131 | R\$ 668.975,94 | R\$ 3.559.026,10 | R\$ 5.716.388,43 | |
| 11 | 586913 | R\$ 1,176 | R\$ 690.169,10 | R\$ 4.249.195,21 | R\$ 6.406.557,53 | |
| 12 | 582218 | R\$ 1,223 | R\$ 712.033,66 | R\$ 4.961.228,87 | R\$ 7.118.591,19 | |
| 13 | 577560 | R\$ 1,272 | R\$ 734.590,89 | R\$ 5.695.819,75 | R\$ 7.853.182,08 | |
| 14 | 572940 | R\$ 1,323 | R\$ 757.862,73 | R\$ 6.453.682,48 | R\$ 8.611.044,80 | |
| 15 | 568356 | R\$ 1,376 | R\$ 781.871,82 | R\$ 7.235.554,29 | R\$ 9.392.916,62 | |
| 16 | 563809 | R\$ 1,431 | R\$ 806.641,52 | R\$ 8.042.195,81 | R\$ 10.199.558,13 | |
| 17 | 559299 | R\$ 1,488 | R\$ 832.195,92 | R\$ 8.874.391,73 | R\$ 11.031.754,05 | |
| 18 | 554824 | R\$ 1,547 | R\$ 858.559,89 | R\$ 9.732.951,61 | R\$ 11.890.313,94 | |
| 19 | 550386 | R\$ 1,609 | R\$ 885.759,06 | R\$ 10.618.710,68 | R\$ 12.776.073,00 | |
| 20 | 545983 | R\$ 1,674 | R\$ 913.819,91 | R\$ 11.532.530,58 | R\$ 13.689.892,91 | |
| 21 | 541615 | R\$ 1,741 | R\$ 942.769,72 | R\$ 12.475.300,31 | R\$ 14.632.662,63 | |
| 22 | 537282 | R\$ 1,810 | R\$ 972.636,67 | R\$ 13.447.936,98 | R\$ 15.605.299,30 | |
| 23 | 532984 | R\$ 1,883 | R\$ 1.003.449,80 | R\$ 14.451.386,78 | R\$ 16.608.749,10 | |
| 24 | 528720 | R\$ 1,958 | R\$ 1.035.239,09 | R\$ 15.486.625,87 | R\$ 17.643.988,19 | |
| 25 | 524490 | R\$ 2,036 | R\$ 1.068.035,46 | R\$ 16.554.661,33 | R\$ 18.712.023,65 | |

No cálculo de payback simples, temos o valor cobrado por kWh na geração remota, R\$ 0,79 (setenta e nove centavos) .

Tem-se então, no primeiro ano uma economia de R\$ 505.620,00 (quinhentos e cinco mil, seiscentos e vinte reais) a mesma chegando a 572.381,31 (quinhentos e setenta e dois mil, trezentos e oitenta e um reais e trinta e um centavos) no quinto ano. Leva-se em consideração um reajuste tarifário de 5% ao ano.

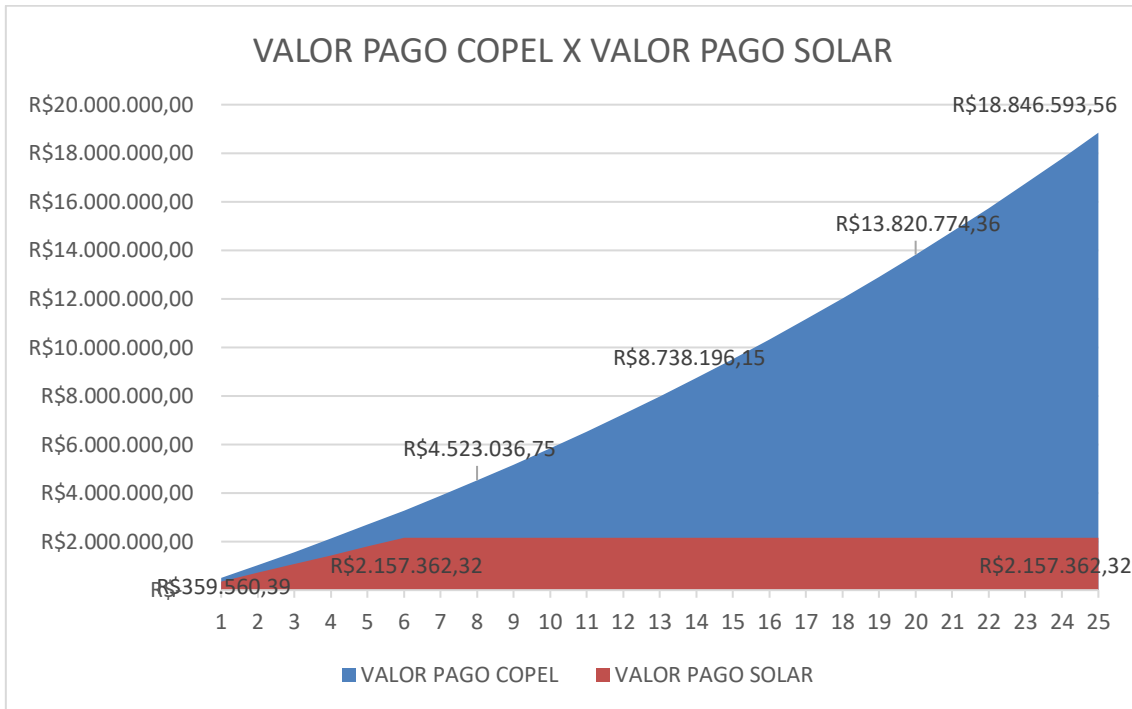
A economia acumulada ao final do quinto ano é de R\$ 2.570.720,73 (dois milhões, quinhentos e setenta mil, setecentos e vinte reais e setenta e três centavos), valor esse superior ao valor investido para a construção da usina solar fotovoltaica.





O gráfico acima demonstra o acumulado de payback simples ao longo dos vinte e cinco anos de funcionamento da usina solar para a iluminação pública.





Em azul, temos uma soma de R\$ 18.846.539,56 (dezoito milhões, oitocentos e quarenta e seis mil, quinhentos e noventa e três reais e cinquenta e seis centavos) que serão pagos à Copel nos próximos vinte e cinco anos. Em vermelho temos o valor de R\$ 2.157.362,33 (dois milhões, cento e cinquenta e sete mil, trezentos e sessenta e dois reais e trinta e três centavos) investidos em energia solar, sendo pago em apenas 72 meses. A economia gerada ao município em 19 anos é de aproximadamente R\$ 16.500,00 (dezesseis milhões e quinhentos mil reais)



10. VALOR DO INVESTIMENTO

R\$ 2.157.362,33 (Dois milhões, cento e cinquenta e sete mil, trezentos e sessenta e dois reais e trinta e três centavos).

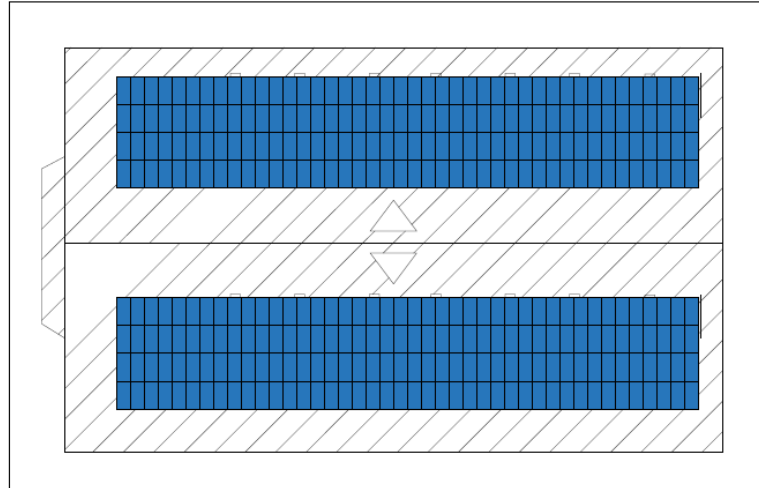
11. LOCAL DE INSTALAÇÃO

Após visita em loco, a melhor solução encontrada, para evitar pagamento de demanda foi distribuir todo o sistema em 5 locais de instalação.

11.1. LOCAL 1 – GINÁSIO E SECRETARIA MUNICIPAL DE ESPORTES

- 404 Painéis BYD 390W instalados no telhado;
- 1 Inversor ABB de 100kW 380V e 1 inversor ABB de 12,5kW 380V
- 1 Autotransformador 380/220V 150KVA.



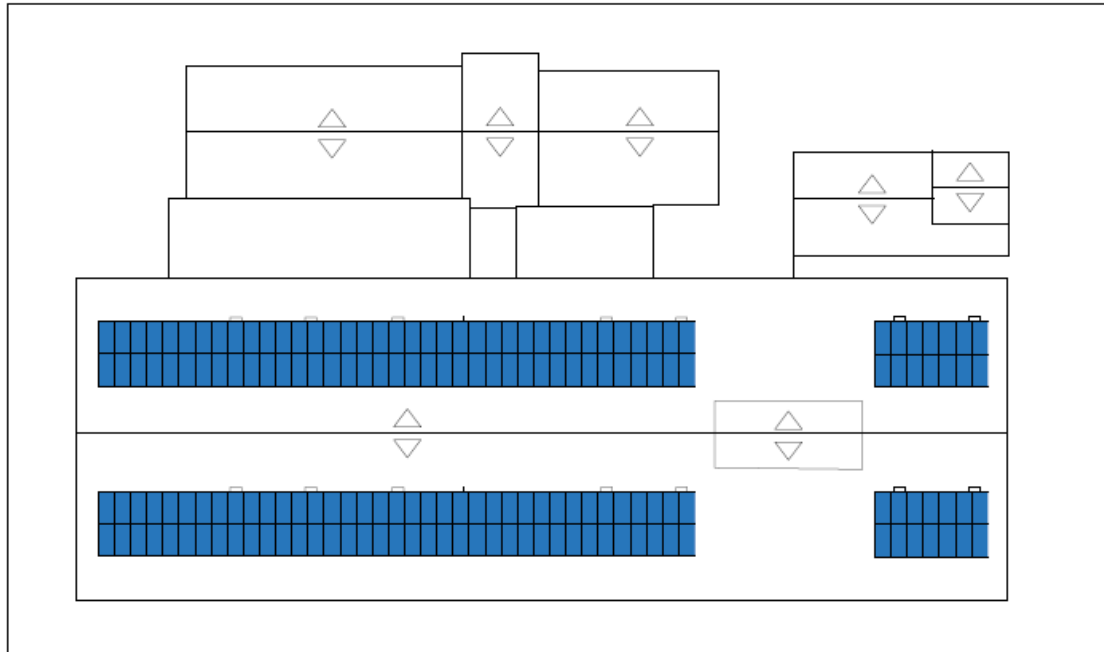


A imagem acima mostra a projeção de onde os painéis serão instalados.

11.2. LOCAL 2 – POSTO DE SAÚDE RUA MINAS GERAIS

- 90 Painéis BYD 390W instalados no telhado;
- 1 Inversor ABB 27,6kW 380V;
- 1 Autotransformador 380/220V 30KVA.

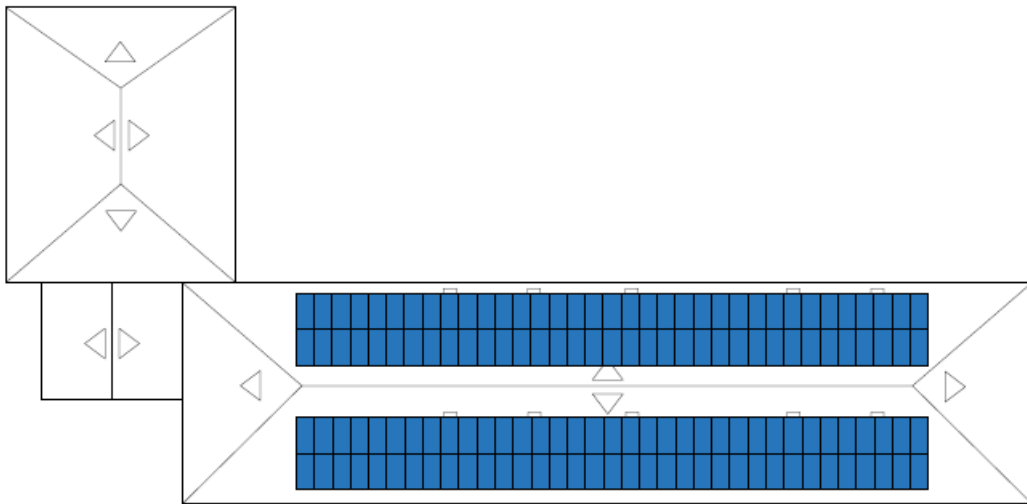




A imagem acima mostra a projeção de onde os painéis serão instalados.

11.3. LOCAL 3 – PAÇO MUNICIPAL

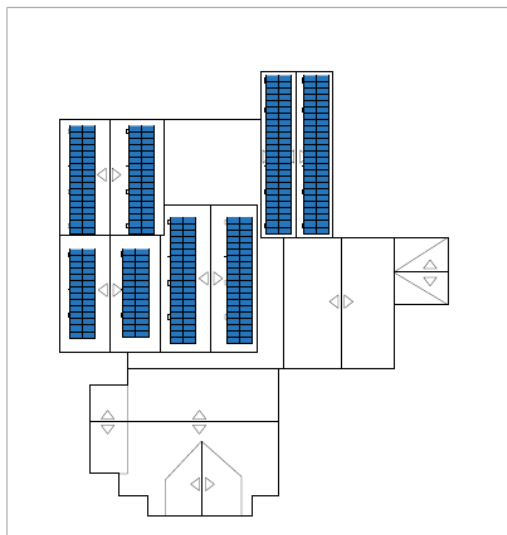
- 50 Painéis BYA 390W instalados no telhado;
- 1 Inversor ABB 20kW 380V;
- 1 Autotransformador 380/220V 25KVA.



A imagem acima mostra a projeção de onde os painéis serão instalados.

11.4. LOCAL 4 – CRECHE CONSTRUÇÃO

- 248 Painéis BYD 390W instalados no telhado;
- 1 inversor ABB 50kW 380V e 1 inversor ABB 20kW 380V
- 1 Autotransformador 380/220V 90KVA



A imagem acima mostra a projeção de onde os painéis serão instalados.

11.5. LOCAL 5 – ARMAZÉM DE RESÍDUOS

- 170 Painéis BYD 390W instalados no telhado;
- 1 Inversor ABB 50kW 380V;
- 1 Autotransformador 380/220V 60KVA.

| | SISTEMA | LOCAL DE INSTALAÇÃO | POTÊNCIA (kWp) | PREÇO/ kWp (R\$) | PREÇO TOTAL (R\$) |
|--------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------|------------------|-------------------------|
| 1 | Gerador de Energia, ON Grid 157,56kwp | Ginásio e Secretaria de esportes | 157,56 | R\$ 5.569,22 | R\$ 877.487,01 |
| 2 | Gerador de Energia, ON Grid 35,1kwp | Posto de Saúde Rua Minas Gerais | 35,1 | R\$ 6.078,83 | R\$ 213.366,91 |
| 3 | Gerador de Energia On Grid 19,5kwp | Paço Municipal | 19,5 | R\$ 7.894,07 | R\$ 135.934,43 |
| 4 | Gerador de Energia On Grid 96,72kwp | Creche Construção | 96,72 | R\$ 4.544,58 | R\$ 559.938,92 |
| 5 | Gerador de Energia ON Grid 66,30kwp | Armazém de Resíduos Sólidos | 66,3 | R\$ 5.590,27 | R\$ 370.635,06 |
| TOTAL | | | 375,18 | | R\$ 2.157.362,32 |

