

ANEXO XII
ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO



ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO
SISTEMA DE MINIGERAÇÃO SOLAR
FOTOVOLTAICO – 492,68 kW_p

CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE - RS

ENG. RANIERE STECKERT MARCELLO

04/2022

ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO

PROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NA CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. PÚBLICO – CMPA

Engenheiro Eletricista:
Raniere Steckert Marcello
CREA/SC: 0713392-2



Eng. Raniere Steckert Marcello

Engenheira Civil:
Eloisa Panatto
CREA/SC: 099593-7



Eng. Eloisa Panatto

Proprietário da Obra:
Câmara Municipal De Porto Alegre
Endereço: Av. Loureiro da Silva, Centro Histórico, 255 – Porto Alegre - RS

APRESENTAÇÃO

O objetivo deste Estudo é atender aos preceitos estipulados pelo contrato de Prestação de Serviços firmado entre a empresa Steckert Engenharia LTDA (doravante denominada STECKERT) e a contratante CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE no Processo Administrativo Nº166.00007/2021-30.

OBJETIVO

O presente Estudo tem por finalidade definir um estudo comparativo dos tipos existentes de painéis, com prós e contras para cada tipo, além do tempo de vida e manutenção dos painéis e inversores.

ESTUDO COMPARATIVO DOS DIFERENTES TIPOS DE PAINEL FOTOVOLTAICO

O painel de **silício** é constituído por uma lâmina de silício puro, dopado de um lado com boro e do outro com fósforo, formando camadas tipo P e tipo N, e promovem o efeito fotovoltaico com a incidência de luz. O **silício policristalino** a forma mais abundante e barata, conseguindo uma eficiência de 13% a 15%. Já o **silício monocristalino**, se difere do anterior, pois formado por silício policristalino monocristalizado, encarecendo a tecnologia, porém alcançando uma eficiência de 15% a 18% e atualmente o mais utilizado comercialmente, alcançando módulos cada vez mais potentes e sendo possível melhor aproveitamento do espaço útil para a implementação da energia solar. Por fim, a tecnologia da célula solar de **silício amorfo** não possui uma estrutura cristalina, mas sim uma rede irregular, e é formado a partir do silano gasoso, que ainda passada pelo processo de dopagem, atingindo uma eficiência baixa de 5% a 9%.

O painel de **telureto de cádmio** possui toxicidade para humanos, necessitando cuidados na fabricação, transporte e descarte do material, e possui uma baixa eficiência de 6% a 9%. As células de **seleneto de cobre, índio e gálio** podem ser aplicado em superfícies plásticas e flexíveis e a eficiência de 15% a 18% ainda não se sobressai a um custo mais elevado.

O **painel solar híbrido – HJT** apresenta um mescla de silício cristalino e amorfo, conseguindo uma eficiência de 20%, com ganhos de desempenho, porém um custo ainda muito elevado e pouco comercializado. Existe também as **células fotovoltaicas orgânicas**

apresentam um grau de flexibilidade e transparência, possível utilização em fachadas e vidraças, contudo ainda apresenta baixa eficiência e pouca comercialização até o momento.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA DE INVERSORES E PAINÉIS SOLARES

O sistema fotovoltaico possui uma grande vida útil dos componentes principais, os módulos fotovoltaicos têm uma estimativa de vida de 25 anos e os inversores fotovoltaicos de 10 anos garantidos pelos fabricantes, porém, sabemos que já existem sistemas que ultrapassaram esse período e continuam em funcionamento, contudo com uma eficiência menor. Logo, recomenda-se realização ao longo do primeiro ano de operação da Central Geradora a limpeza completa de todos os módulos a cada 03 meses. Caso sejam observados nesse primeiros baixos níveis de acúmulo de poeira, fuligem, folhas, etc, pode-se então ampliar para 06 meses o período entre os eventos de limpeza completa. Deve ser programada manutenção preventiva anual para verificação geral dos equipamentos podendo ser realizada termografia caso seja identificada discrepância injustificada de correntes nas strings dos inversores.

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O ANEXO 01 contém o estudo completo da implementação do sistema fotovoltaico na cobertura edificação da Câmara Municipal de Porto Alegre. Nele, está presente alguns estudos, entre eles a análise econômica do investimento e listados a seguir:

- Tarifa da energia Tarifa Ponta: 2,53 R\$/kWh;
- Tarifa da energia Tarifa Fora Ponta: 0,53 R\$/kWh;
- Inflação da tarifa de energia: 8%;
- Economia no primeiro ano: R\$ 287.901,98;
- Fluxo de Caixa Acumulado: R\$ 16.654.109,60;
- TIR – Taxa Interna de Retorno (anual): 13,32%;
- Retorno de Investimento – *Payback*: 9 anos e 2 meses.

Com os resultados obtidos, é viável a implementação de uma usina solar no local.

RELAÇÃO DOS DESENHOS E DOCUMENTAÇÃO ANEXA

A documentação anexa a seguir relacionada complementa o Estudo:

ANEXO I – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA.

Steckert Engenharia

Rua Frei Gregório Dal Mont, 1630
Turvo - SC
Brasil

Contato:

Steckert Engenharia
Telefone: 48 35250336
E-mail: solar@stengenharia.com

Nome do projeto:

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

No. da proposta: 01

03/05/2022

CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

Av. Loureiro da Silva, Centro Histórico, 255 –
Porto Alegre - RS

ANEXO 01

Endereço da instalação

Av. Loureiro da Silva, Centro Histórico, 255 – Porto
Alegre - RS



Vista geral do projeto

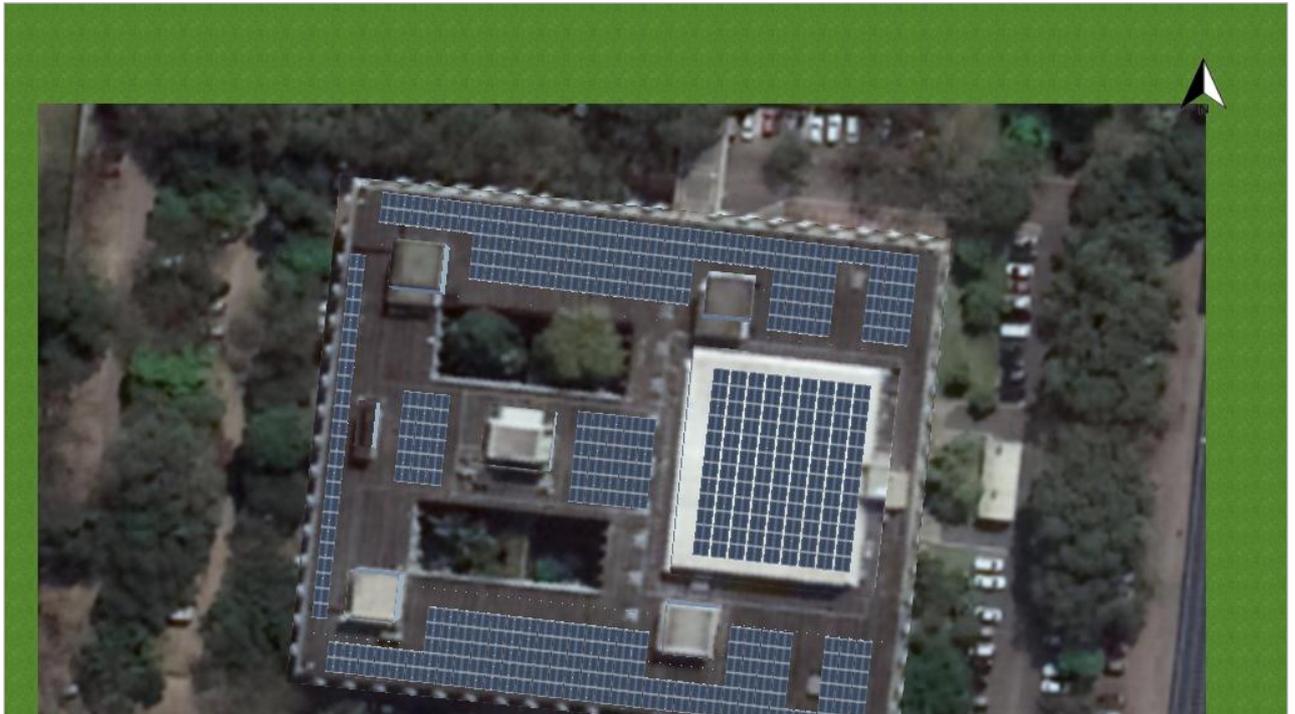


Figura: Imagem panorâmica, Modelagem 3D

Sistema fotovoltaico

3D, Sistema fv conectado à rede com consumo

Dados climáticos	Porto Alegre, BRA (1991 - 2010)
Fonte dos valores	Meteonorm 7.2c3
Potência do gerador fotovoltaico	492,68 kWp
Area do gerador fotovoltaico	2.331,2 m ²
Quantidade de módulos	904
Quantidade de inversores	4

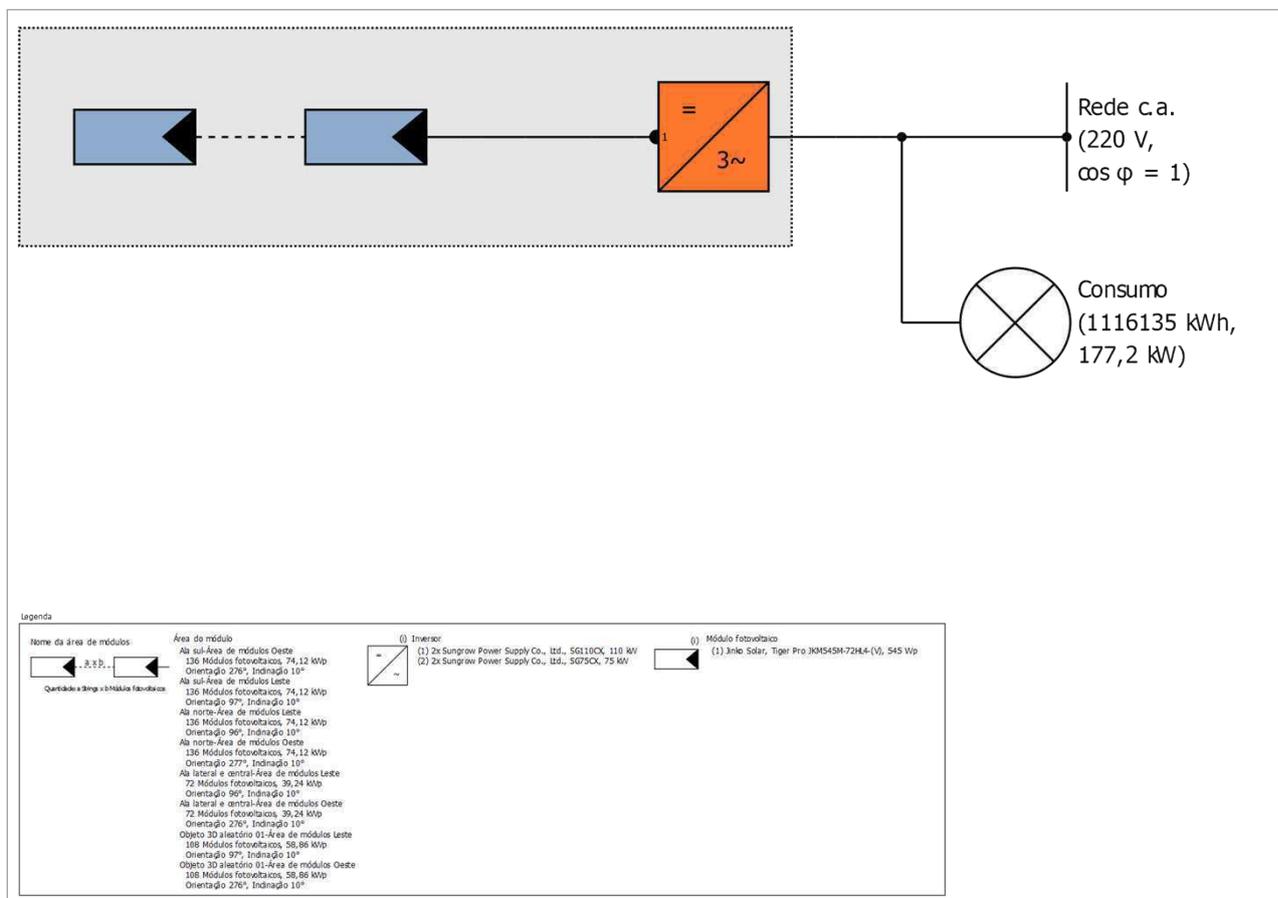


Figura: Esquema elétrico

Previsão de rendimento

Previsão de rendimento

Potência do gerador fotovoltaico	492,68 kWp
Rendimento anual específico	1.104,96 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	74,97 %
Diminuição do rendimento por sombreamento	3,6 %/Ano
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	544.429 kWh/Ano
Limitação no ponto de injeção	0 kWh/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	255.864 kg/ano
Nível de autonomia	31,8 %

Análise financeira

Seus lucros

Investimento total	3.448.760,00 R\$
Taxa interna de retorno	13,32 %
Prazo de amortização	9,2 Anos
Custos de geração da energia	0,2437 R\$/kWh
Balanço / Conceito de injeção	Net-Metering

Os resultados foram determinados com base em um modelo de cálculo matemático da Valentin Software GmbH (algoritmos PV*SOL). Os rendimentos efetivos do sistema de energia solar podem variar em função de oscilações meteorológicas, da eficiência dos módulos e dos inversores, e outros fatores.

Configuração do sistema

Vista geral

Dados do sistema

Tipo de sistema	3D, Sistema fv conectado à rede com consumo
Início da operação	24/03/2022

Dados climáticos

Local	Porto Alegre, BRA (1991 - 2010)
Fonte dos valores	Meteonorm 7.2c3
Resolução dos dados	1 min
Modelos de simulação utilizados:	
- Irradiação difusa no plano horizontal	Boland, Ridley & Laurent (2010)
- Irradiação sobre o plano inclinada	Reindl

Consumo

Consumo total	1116135 kWh
Novo	1116135 kWh
Carga máxima	177,2 kW

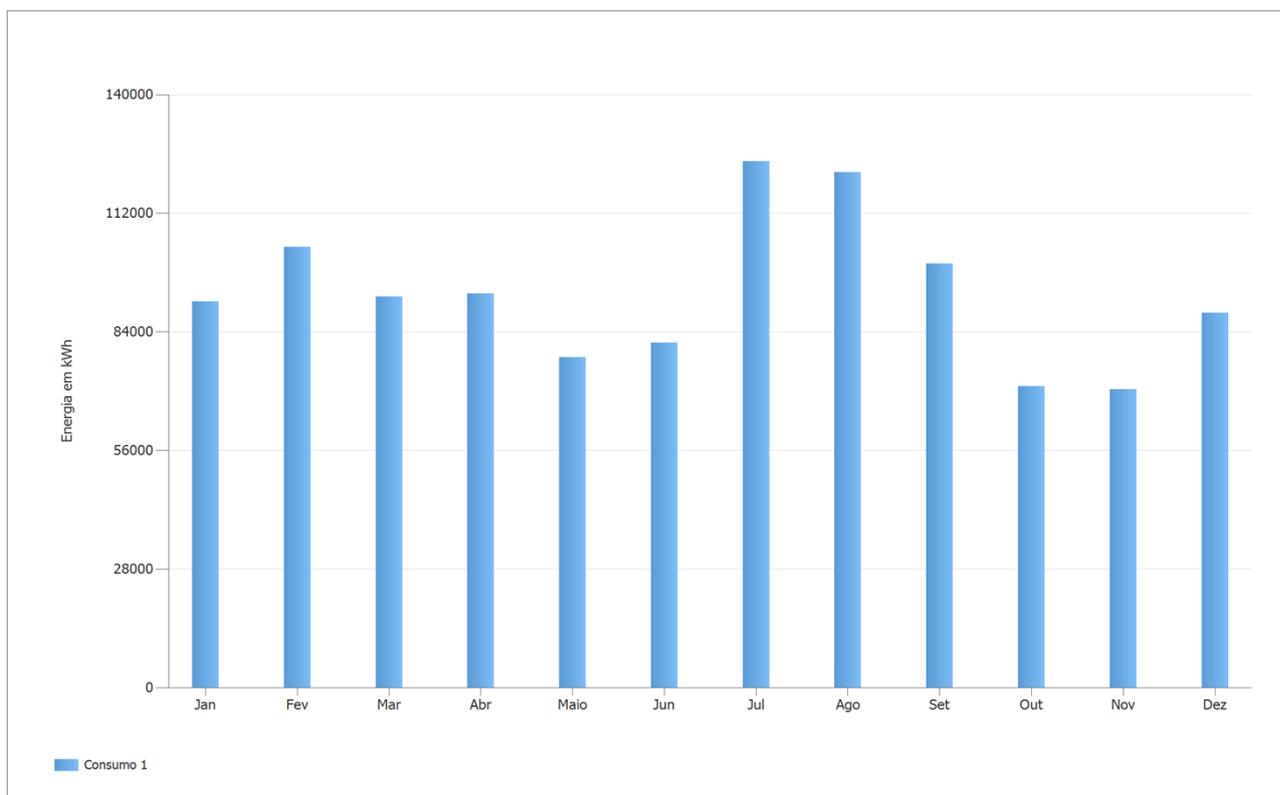


Figura: Consumo

Áreas do módulo

1. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Oeste

Gerador fotovoltaico, 1. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Oeste

Nome	Ala sul-Área de módulos Oeste
Módulos fotovoltaicos	136 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Oeste 276 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	350,7 m ²



Figura: 1. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Oeste

Degradação do módulo, 1. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Oeste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

2. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Leste

Gerador fotovoltaico, 2. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Leste

Nome	Ala sul-Área de módulos Leste
Módulos fotovoltaicos	136 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Leste 97 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	350,7 m ²



Figura: 2. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Leste

Degradação do módulo, 2. Área do módulo - Ala sul-Área de módulos Leste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

3. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Leste

Gerador fotovoltaico, 3. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Leste

Nome	Ala norte-Área de módulos Leste
Módulos fotovoltaicos	136 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Leste 96 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	350,7 m ²



Figura: 3. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Leste

Degradação do módulo, 3. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Leste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

4. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Oeste

Gerador fotovoltaico, 4. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Oeste

Nome	Ala norte-Área de módulos Oeste
Módulos fotovoltaicos	136 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Oeste 277 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	350,7 m ²

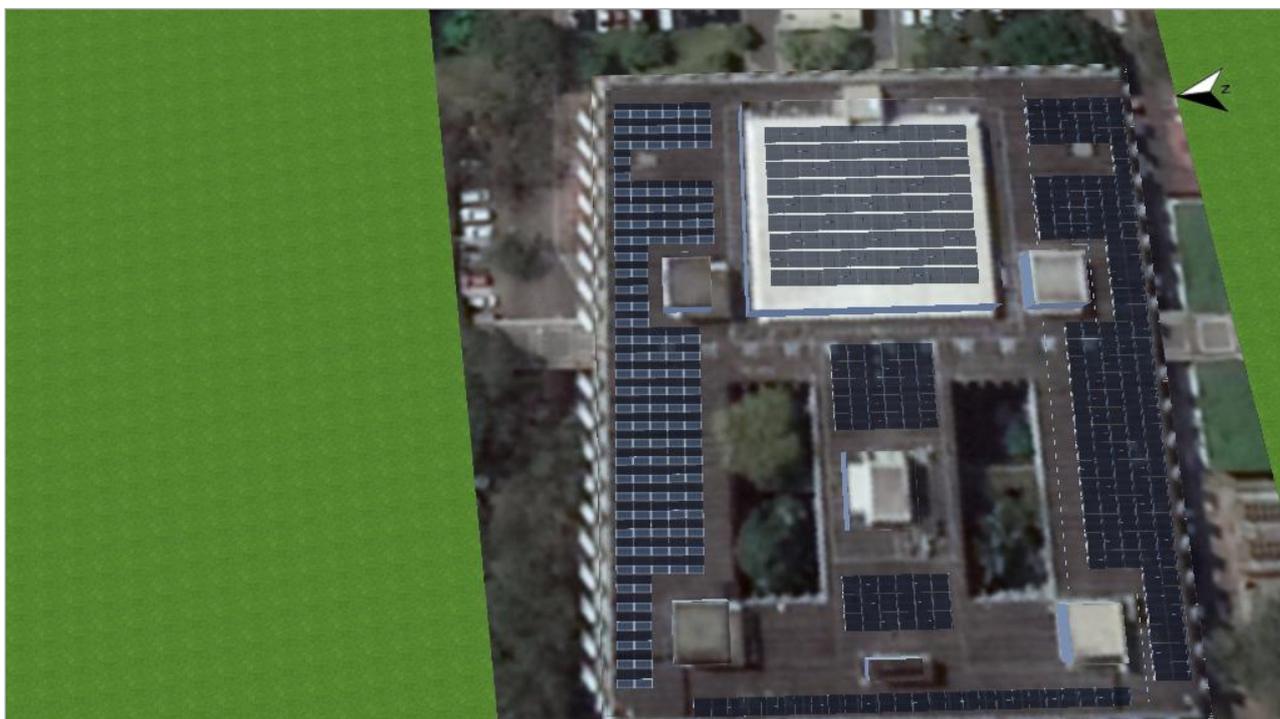


Figura: 4. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Oeste

Degradação do módulo, 4. Área do módulo - Ala norte-Área de módulos Oeste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

5. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Leste

Gerador fotovoltaico, 5. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Leste

Nome	Ala lateral e central-Área de módulos Leste
Módulos fotovoltaicos	72 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Leste 96 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	185,7 m ²

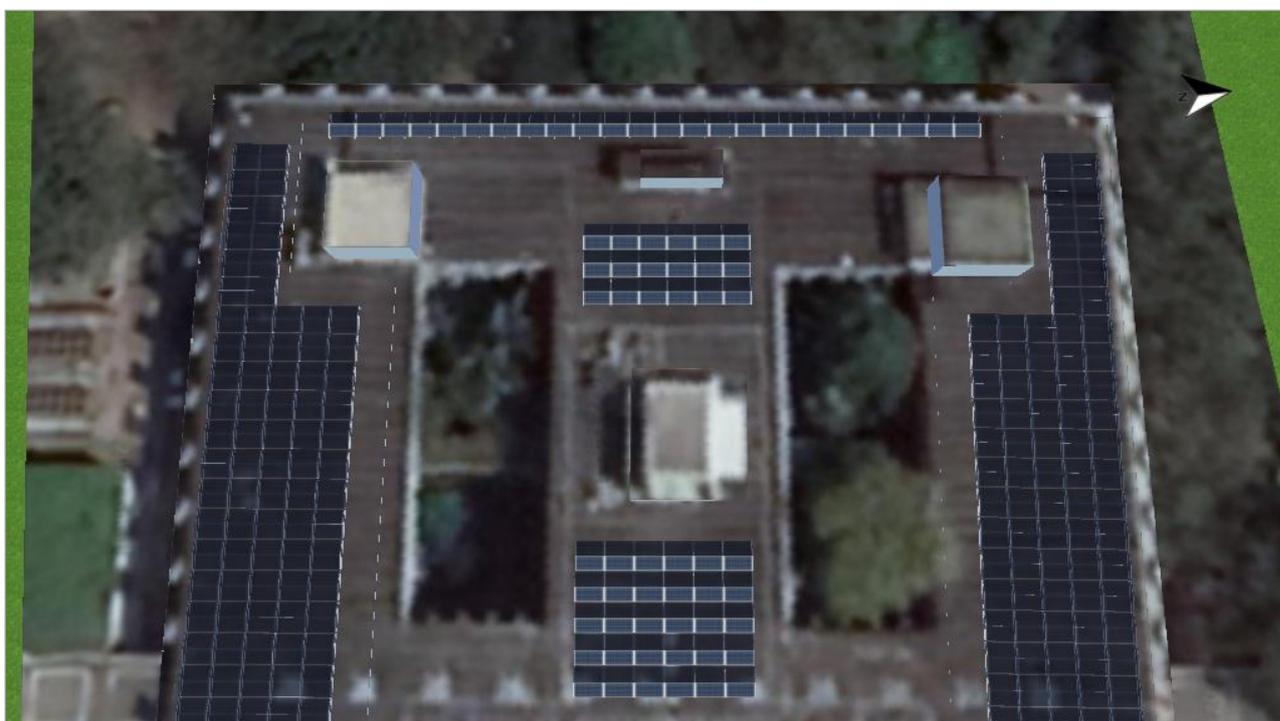


Figura: 5. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Leste

Degradação do módulo, 5. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Leste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

6. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Oeste

Gerador fotovoltaico, 6. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Oeste

Nome	Ala lateral e central-Área de módulos Oeste
Módulos fotovoltaicos	72 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Oeste 276 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	185,7 m ²



Figura: 6. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Oeste

Degradação do módulo, 6. Área do módulo - Ala lateral e central-Área de módulos Oeste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

7. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Leste

Gerador fotovoltaico, 7. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Leste

Nome	Objeto 3D aleatório 01-Área de módulos Leste
Módulos fotovoltaicos	108 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Leste 97 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	278,5 m ²

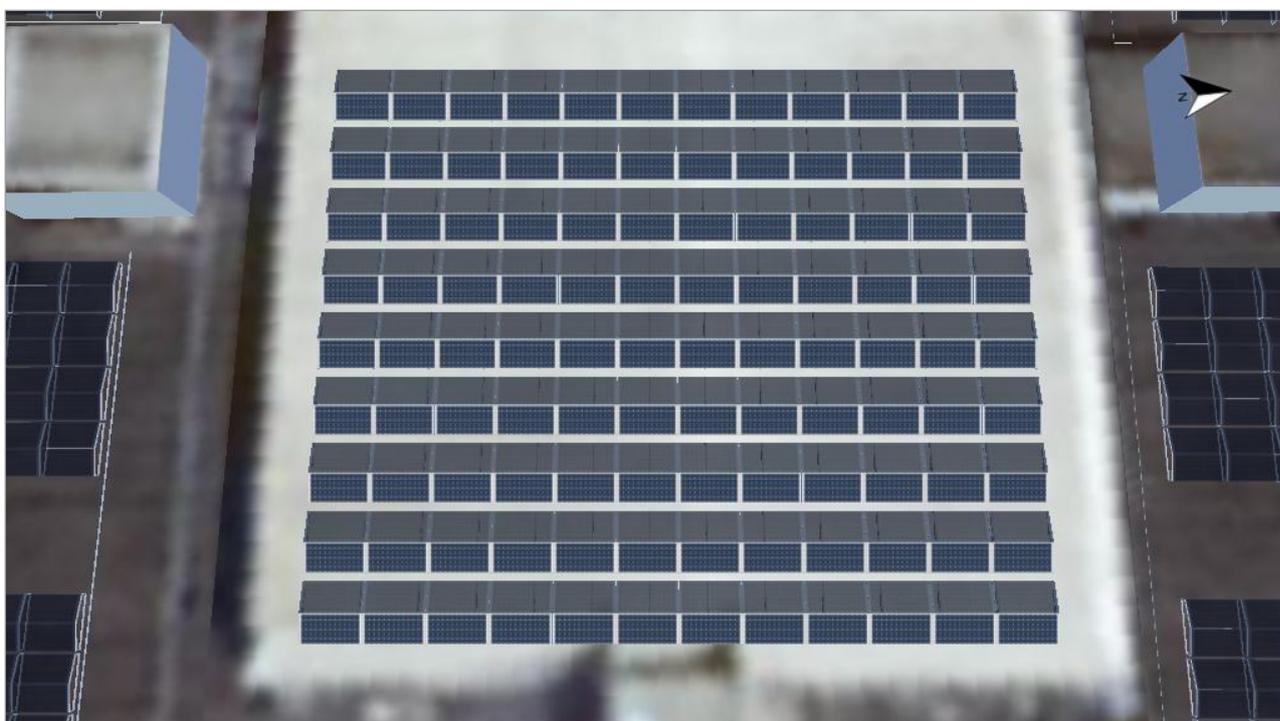


Figura: 7. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Leste

Degradação do módulo, 7. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Leste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

8. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Oeste

Gerador fotovoltaico, 8. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Oeste

Nome	Objeto 3D aleatório 01-Área de módulos Oeste
Módulos fotovoltaicos	108 x Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	10 °
Orientação	Oeste 276 °
Situação de montagem	Montagem elevada - telhado
Area do gerador fotovoltaico	278,5 m ²

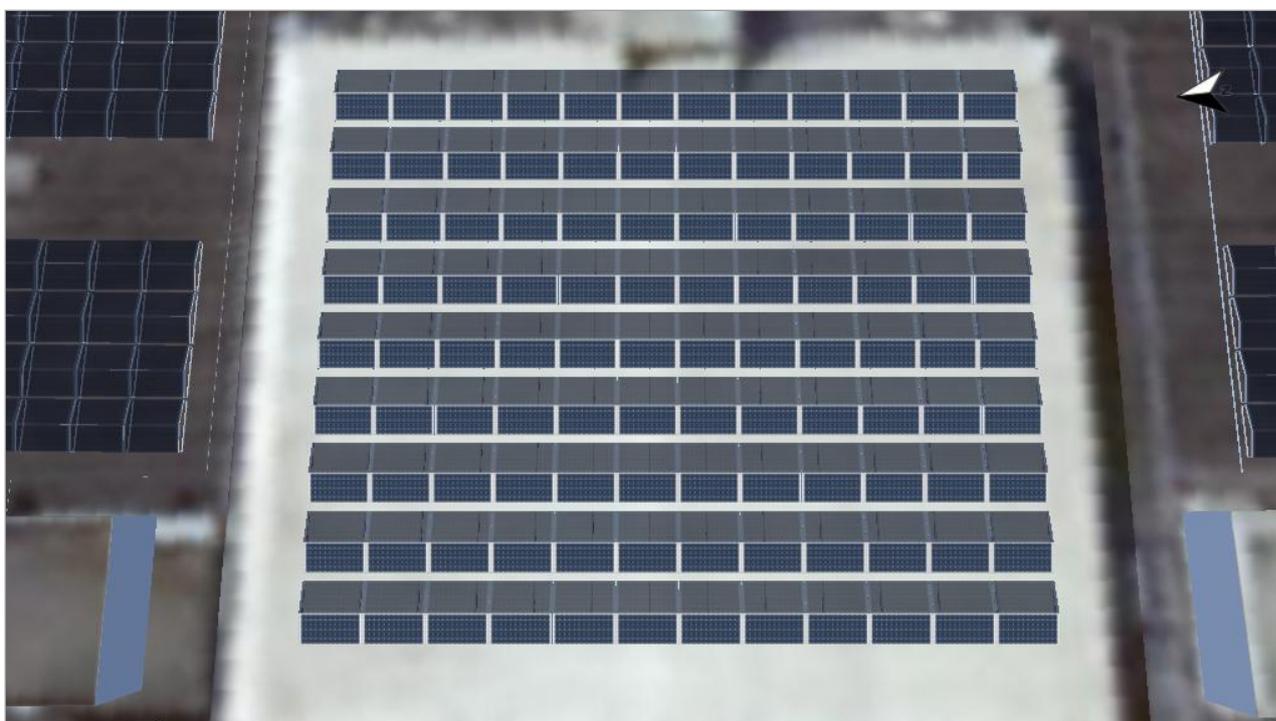


Figura: 8. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Oeste

Degradação do módulo, 8. Área do módulo - Plenário-Área de módulos Oeste

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,4 %

Linha do horizonte, Modelagem 3D

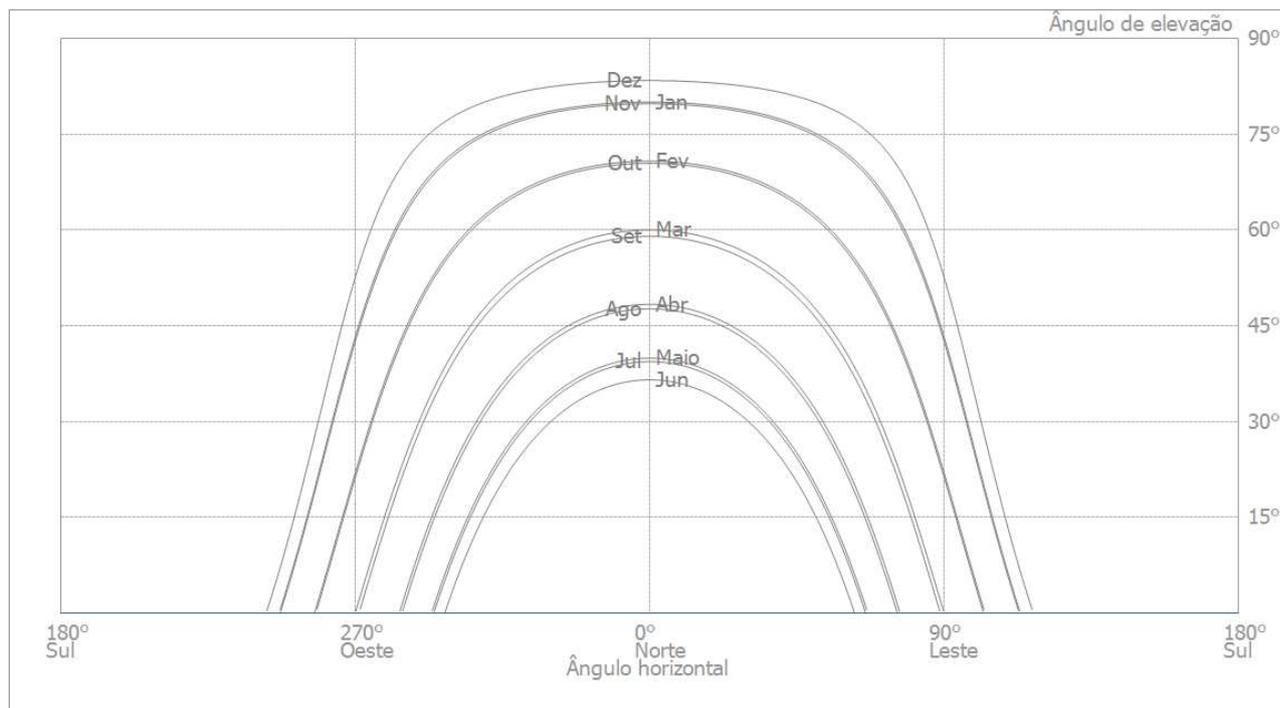


Figura: Horizonte (Modelagem 3D)

Configuração do inversor

Configuração 1

Áreas do módulo	Ala sul-Área de módulos Oeste + Ala sul-Área de módulos Leste
Inversor 1	
Modelo	SG110CX (v2)
Fabricante	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Quantidade	1
Fator dimensionamento	134,8 %
Configuração	PMP 1: 2 x 17
	PMP 2: 2 x 17
	PMP 3: 2 x 17
	PMP 4: 2 x 17
	PMP 5: 2 x 17
	PMP 6: 2 x 17
	PMP 7: 2 x 17
	PMP 8: 2 x 17
	PMP 9: não ocupado

Configuração 2

Áreas do módulo	Ala norte-Área de módulos Leste + Ala norte-Área de módulos Oeste
Inversor 1	
Modelo	SG110CX (v2)
Fabricante	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Quantidade	1
Fator dimensionamento	134,8 %
Configuração	PMP 1: 2 x 17
	PMP 2: 2 x 17
	PMP 3: 2 x 17
	PMP 4: 2 x 17
	PMP 5: 2 x 17
	PMP 6: 2 x 17
	PMP 7: 2 x 17
	PMP 8: 2 x 17
	PMP 9: não ocupado

Configuração 3

Áreas do módulo	Ala lateral e central-Área de módulos Leste + Ala lateral e central-Área de módulos Oeste
Inversor 1	
Modelo	SG75CX (v1)
Fabricante	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Quantidade	1
Fator dimensionamento	104,6 %
Configuração	PMP 1: 2 x 18
	PMP 2: 2 x 18
	PMP 3: 2 x 18
	PMP 4: 2 x 18
	PMP 5: não ocupado
	PMP 6: não ocupado
	PMP 7: não ocupado
	PMP 8: não ocupado
	PMP 9: não ocupado

Configuração 4

Áreas do módulo	Plenário-Área de módulos Leste + Plenário-Área de módulos Oeste
Inversor 1	
Modelo	SG75CX (v1)
Fabricante	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Quantidade	1
Fator dimensionamento	157 %
Configuração	PMP 1: 2 x 18
	PMP 2: 2 x 18
	PMP 3: 2 x 18
	PMP 4: 2 x 18
	PMP 5: 2 x 18
	PMP 6: 2 x 18
	PMP 7: não ocupado
	PMP 8: não ocupado
	PMP 9: não ocupado

Resultados da simulação

Resultados Sistema completo

Sistema fotovoltaico

Potência do gerador fotovoltaico	492,68 kWp
Rendimento anual específico	1.104,96 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	74,97 %
Diminuição do rendimento por sombreamento	3,6 %/Ano
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	544.429 kWh/Ano
Limitação no ponto de injeção	0 kWh/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	255.864 kg/ano

Consumidores

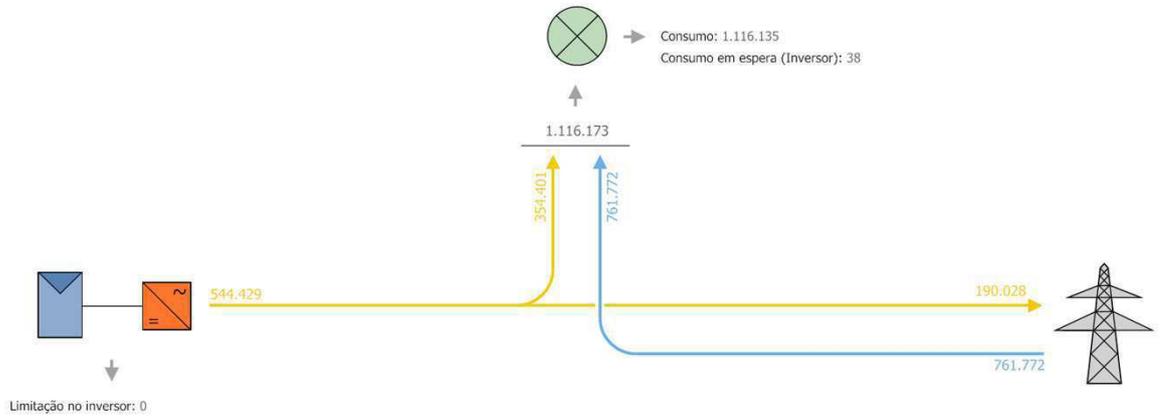
Consumidores	1.116.135 kWh/Ano
Consumo em espera (Inversor)	38 kWh/Ano
Consumo total	1.116.173 kWh/Ano
Consumo da rede	571.743,6 kWh
Fração solar	48,8 %

Nível de autonomia

Consumo total	1.116.173 kWh/Ano
coberto pela rede elétrica	761.772 kWh/Ano
Nível de autonomia	31,8 %

Gráfico do fluxo de energia

Projeto: PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA



Todos os valores em kWh
Pequenos desvios nas somas podem ser causados pelo arredondamento dos números.
created with PV*SOL

Figura: Fluxo de energia

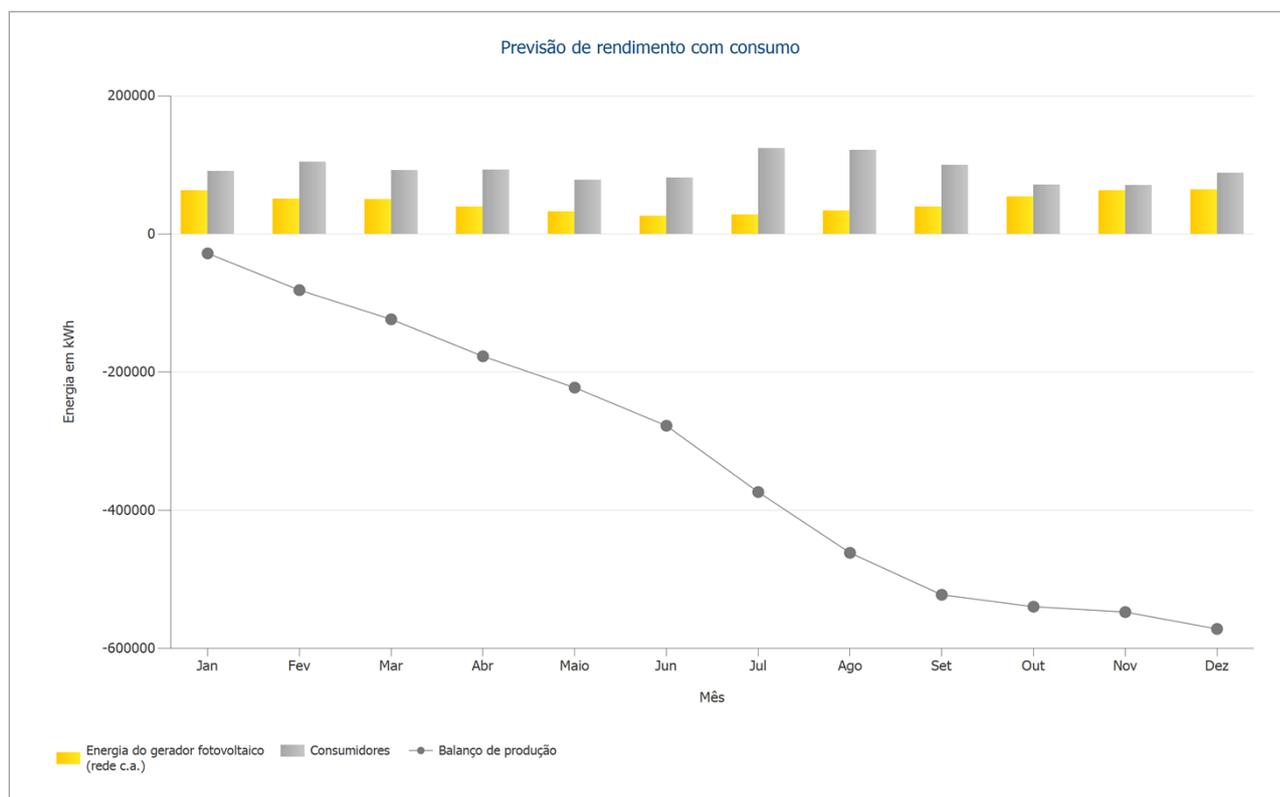


Figura: Previsão de rendimento com consumo

Resultados por área de módulo

Ala sul-Área de módulos Oeste

Potência do gerador fotovoltaico	74,12 kWp
Area do gerador fotovoltaico	350,71 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1481,16 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1481,16 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	75,07 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	82433,49 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1112,16 kWh/kWp

Ala sul-Área de módulos Leste

Potência do gerador fotovoltaico	74,12 kWp
Area do gerador fotovoltaico	350,71 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1464,11 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1464,11 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	75,52 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	81970,96 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1105,92 kWh/kWp

Ala norte-Área de módulos Leste

Potência do gerador fotovoltaico	74,12 kWp
Area do gerador fotovoltaico	350,71 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1465,62 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1465,62 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	75,30 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	81812,53 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1103,78 kWh/kWp

Ala norte-Área de módulos Oeste

Potência do gerador fotovoltaico	74,12 kWp
Area do gerador fotovoltaico	350,71 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1482,66 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1482,66 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	74,62 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	82014,02 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1106,50 kWh/kWp

Ala lateral e central-Área de módulos Leste

Potência do gerador fotovoltaico	39,24 kWp
Area do gerador fotovoltaico	185,67 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1456,47 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1456,47 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	72,34 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	41353,94 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1053,87 kWh/kWp

Ala lateral e central-Área de módulos Oeste

Potência do gerador fotovoltaico	39,24 kWp
Area do gerador fotovoltaico	185,67 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1481,16 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1481,16 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	73,32 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	42623,00 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1086,21 kWh/kWp

Plenário-Área de módulos Leste

Potência do gerador fotovoltaico	58,86 kWp
Area do gerador fotovoltaico	278,50 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1468,69 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1468,69 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	76,11 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	65809,14 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1118,06 kWh/kWp

Plenário-Área de módulos Oeste

Potência do gerador fotovoltaico	58,86 kWp
Area do gerador fotovoltaico	278,50 m ²
Irradiação global no plano dos módulos	1485,74 kWh/m ²
Irradiação global no módulo sem reflexão	1485,74 kWh/m ²
Desempenho do sistema (PR)	75,93 %
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	66412,12 kWh/Ano
Rendimento anual específico	1128,31 kWh/kWp

Balanco energético do sistema fotovoltaico

Balanco energético do sistema fotovoltaico

Irradiação global - horizontal	1.660,18 kWh/m²	
Desvio em relação ao espectro padrão	-166,02 kWh/m ²	-10,00 %
Reflexão do solo (albedo)	2,27 kWh/m ²	0,15 %
Orientação e inclinação do plano dos módulos	-18,64 kWh/m ²	-1,25 %
Sombreamento independente do módulo	-4,21 kWh/m ²	-0,28 %
Reflexão na superfície de módulo	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Irradiação global no plano dos módulos	1.473,57 kWh/m²	
	1.473,57 kWh/m ²	
	x 2331,159 m ²	
	= 3.435.135,93 kWh	
Irradiação global fotovoltaica	3.435.135,93 kWh	
Sujeira	-137.375,64 kWh	-4,00 %
Conversão de STC (eficiência nominal do módulo 21,14 %)	-2.600.680,98 kWh	-78,86 %
Energia fotovoltaica nominal	697.079,30 kWh	
Sombra parcial, específica do módulo	-14.466,88 kWh	-2,08 %
Comportamento sob baixa irradiação	-3.628,97 kWh	-0,53 %
Desvio em relação à temperatura nominal do módulo	-32.619,22 kWh	-4,80 %
Diodos	-436,14 kWh	-0,07 %
Mismatch (indicações do fabricante)	-51.674,25 kWh	-8,00 %
Mismatch (conexão/sombra)	-5.352,22 kWh	-0,90 %
Energia fotovoltaica (c.c.) sem redução pelo inversor	588.901,63 kWh	
Potência CC mínima não atingida	0,00 kWh	0,00 %
Redução devido à faixa de tensão PMP	-8,93 kWh	0,00 %
Redução devido à corrente c.c. máx.	-177,13 kWh	-0,03 %
Redução devido à potência c.c. máx.	0,00 kWh	0,00 %
Redução devido à potência c.a. máx./cos phi	-5.312,75 kWh	-0,90 %
Perda no seguidor PMP	-21,48 kWh	0,00 %
Energia fotovoltaica (c.c.)	583.381,33 kWh	
Energia na entrada do inversor	583.381,33 kWh	
Divergência entre tensão de entrada e tensão nominal	-48,89 kWh	-0,01 %
Conversão c.c./c.a.	-10.249,08 kWh	-1,76 %
Consumo em espera (Inversor)	-37,84 kWh	-0,01 %
Perda cabeamento total	-28.654,17 kWh	-5,00 %
Energia fotovoltaica (c.a.) menos consumo em espera	544.391,36 kWh	
Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	544.429,20 kWh	

Análise financeira

Vista geral

Dados do sistema

Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	544.429 kWh/Ano
Potência do gerador fotovoltaico	492,7 kWp
Início da operação do sistema	24/03/2022
Prazo do projeto	25 Anos
Juro do capital	0 %

Parâmetros econômicos

Taxa interna de retorno	13,32 %
Fluxo de caixa acumulado	16.654.109,60 R\$
Prazo de amortização	9,2 Anos
Custos de geração da energia	0,2437 R\$/kWh

Vista geral de pagamentos

Investimento específico	7.000,00 R\$/kWp
Custos de investimento	3.448.760,00 R\$
Pagamentos únicos	0,00 R\$
Subsídios	0,00 R\$
Custos anuais	0,00 R\$/Ano
Outros lucros ou economias	0,00 R\$/Ano

Remuneração e Economia

Remuneração total no primeiro ano	0,00 R\$/Ano
Economia no primeiro ano	287.901,98 R\$/Ano

Tarifa Grupo A CEEE (Certo) (CEEE)

Tarifa da energia Tarifa Ponta	2,53 R\$/kWh
Tarifa da energia Tarifa Fora Ponta	0,53 R\$/kWh
Remuneração por excedente	0 R\$/kWh
Inflação da tarifa de energia	8 %/Ano

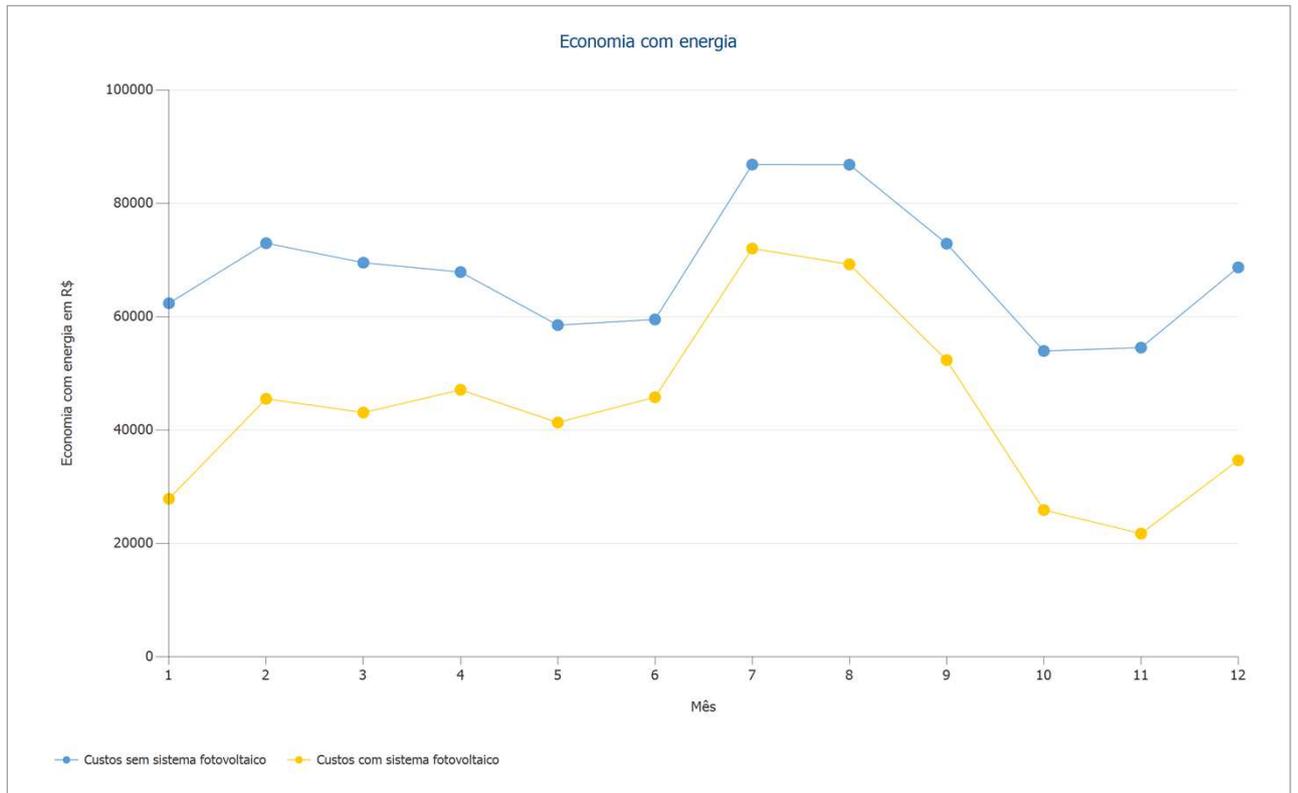


Figura: Economia com energia

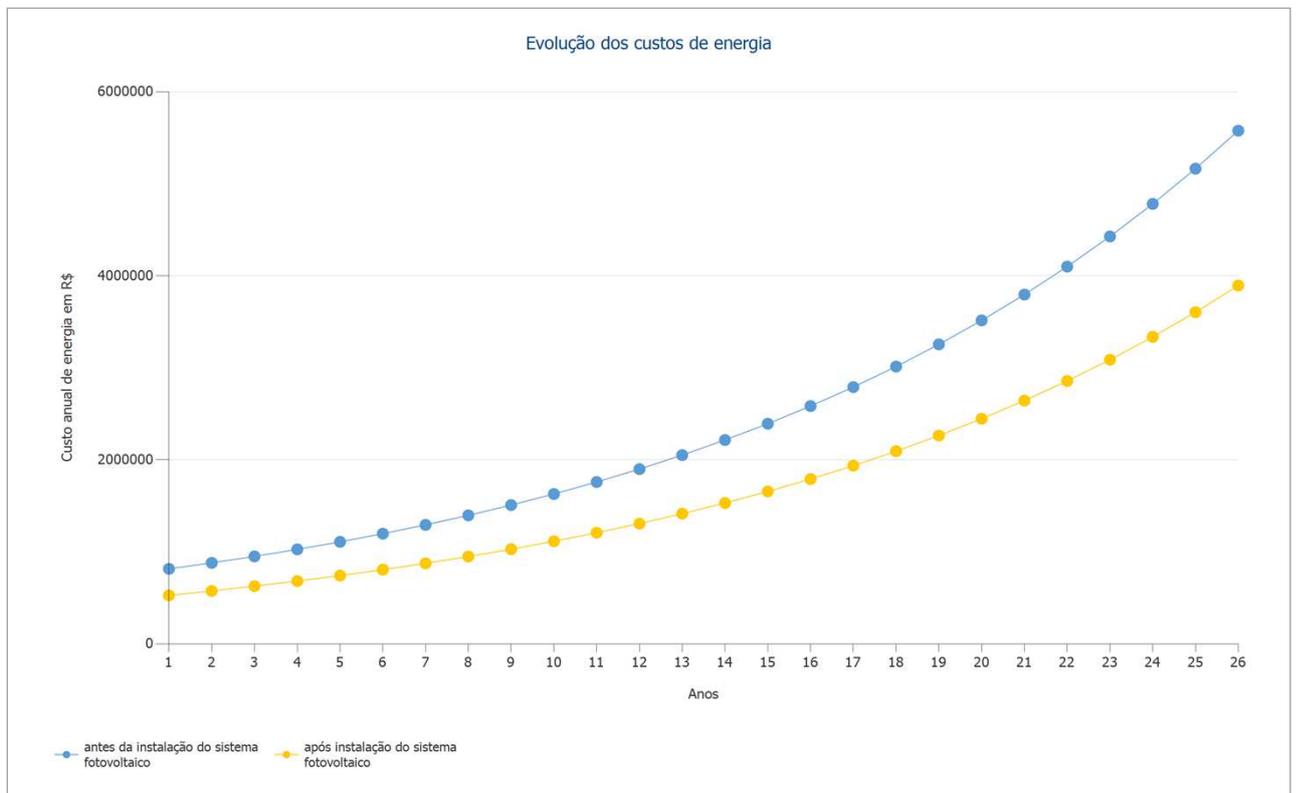


Figura: Evolução dos custos de energia

Fluxo de caixa

Fluxo de caixa

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimentos	-R\$ 3.448.760,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Economia de energia	R\$ 262.306,87	R\$ 304.908,46	R\$ 323.627,73	R\$ 344.176,22	R\$ 366.680,89
Fluxo de caixa anual	-R\$ 3.186.453,13	R\$ 304.908,46	R\$ 323.627,73	R\$ 344.176,22	R\$ 366.680,89
Fluxo de caixa acumulado	-R\$ 3.186.453,13	-R\$ 2.881.544,66	-R\$ 2.557.916,93	-R\$ 2.213.740,71	-R\$ 1.847.059,82

Fluxo de caixa

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimentos	R\$ 0,00				
Economia de energia	R\$ 391.279,91	R\$ 418.123,67	R\$ 447.375,66	R\$ 479.213,23	R\$ 513.829,01
Fluxo de caixa anual	R\$ 391.279,91	R\$ 418.123,67	R\$ 447.375,66	R\$ 479.213,23	R\$ 513.829,01
Fluxo de caixa acumulado	-R\$ 1.455.779,91	-R\$ 1.037.656,24	-R\$ 590.280,58	-R\$ 111.067,35	R\$ 402.761,66

Fluxo de caixa

	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
Investimentos	R\$ 0,00				
Economia de energia	R\$ 551.431,36	R\$ 592.246,84	R\$ 636.520,39	R\$ 684.517,55	R\$ 736.525,37
Fluxo de caixa anual	R\$ 551.431,36	R\$ 592.246,84	R\$ 636.520,39	R\$ 684.517,55	R\$ 736.525,37
Fluxo de caixa acumulado	R\$ 954.193,02	R\$ 1.546.439,86	R\$ 2.182.960,24	R\$ 2.867.477,79	R\$ 3.604.003,16

Fluxo de caixa

	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Investimentos	R\$ 0,00				
Economia de energia	R\$ 792.854,65	R\$ 853.842,09	R\$ 919.851,01	R\$ 991.275,00	R\$ 1.068.539,65
Fluxo de caixa anual	R\$ 792.854,65	R\$ 853.842,09	R\$ 919.851,01	R\$ 991.275,00	R\$ 1.068.539,65
Fluxo de caixa acumulado	R\$ 4.396.857,81	R\$ 5.250.699,91	R\$ 6.170.550,92	R\$ 7.161.825,92	R\$ 8.230.365,57

Fluxo de caixa

	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Investimentos	R\$ 0,00				
Economia de energia	R\$ 1.152.104,45	R\$ 1.242.466,71	R\$ 1.340.163,26	R\$ 1.445.775,32	R\$ 1.559.929,74
Fluxo de caixa anual	R\$ 1.152.104,45	R\$ 1.242.466,71	R\$ 1.340.163,26	R\$ 1.445.775,32	R\$ 1.559.929,74
Fluxo de caixa acumulado	R\$ 9.382.470,02	R\$ 10.624.936,73	R\$ 11.965.099,99	R\$ 13.410.875,31	R\$ 14.970.805,05

Fluxo de caixa

	Ano 26
Investimentos	R\$ 0,00
Economia de energia	R\$ 1.683.304,55
Fluxo de caixa anual	R\$ 1.683.304,55
Fluxo de caixa acumulado	R\$ 16.654.109,60

As taxas de depreciação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo do projeto, começando logo no primeiro ano.

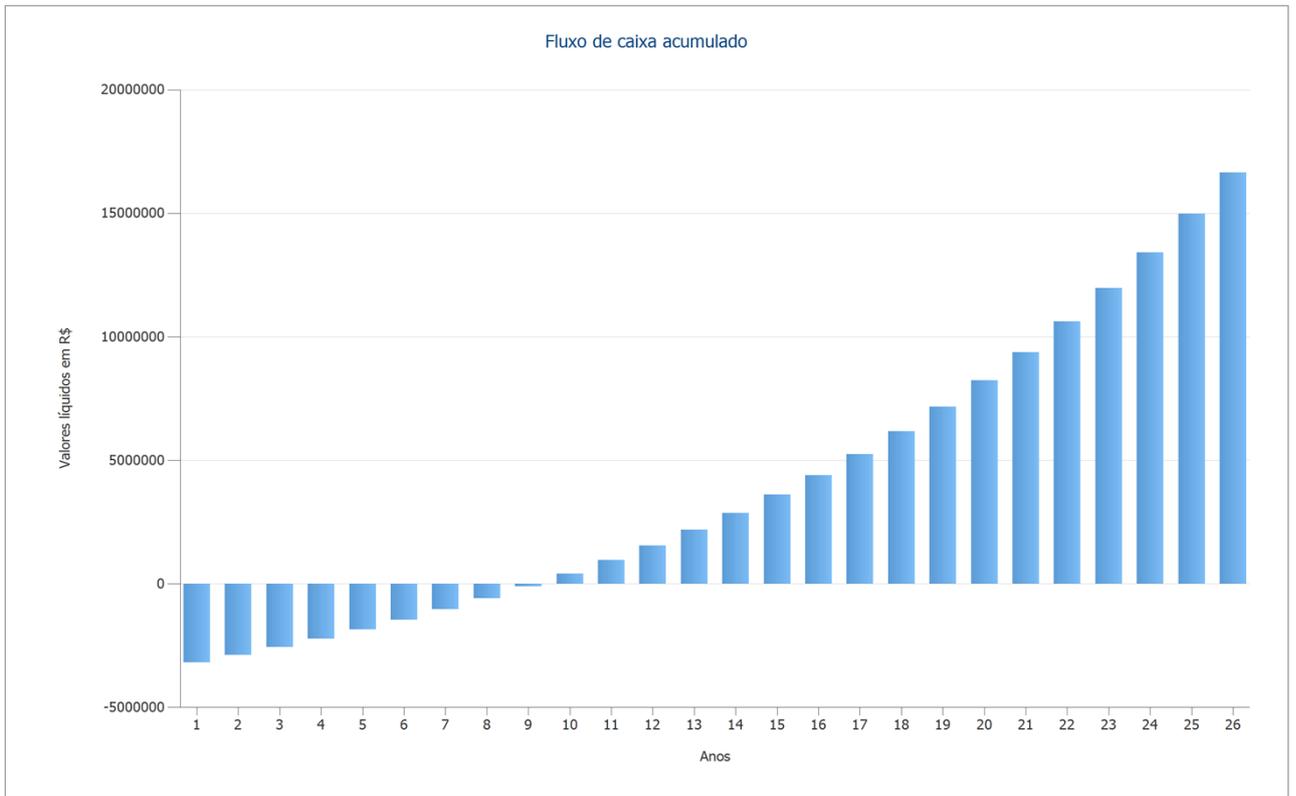


Figura: Fluxo de caixa acumulado

Conta de energia

Conta de energia

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

Steckert Engenharia
Número da proposta: 01



Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Consumo	91200,0	104036,0	92357,0	93011,0	78065,0	81414,0
Produção de energia	63156,9	50825,8	50110,9	39489,8	32729,1	26163,3
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	63041,3	50640,8	49838,9	39205,6	32436,3	25884,0
Saldo	28158,7	53395,2	42518,1	53805,4	45628,7	55530,0
Crédito utilizado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novo crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Conta de crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fatura	28158,7	53395,2	42518,1	53805,4	45628,7	55530,0
Economia	63041,3	50640,8	49838,9	39205,6	32436,3	25884,0
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	62352,0	72939,1	69503,2	67851,8	58496,4	59485,4
Custos com sistema fotovoltaico	27854,3	45493,5	43064,7	47074,0	41306,3	45767,9
Economia	34497,7	27445,6	26438,5	20777,9	17190,1	13717,5
Valores em R\$						
Nome	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Consumo	124244,0	121657,0	100134,0	71133,0	70422,0	88462,0
Produção de energia	28292,3	33654,9	39382,9	53864,3	62677,2	64043,9
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	27941,9	33181,3	38762,8	52927,4	61484,6	62722,0
Saldo	96302,1	88475,7	61371,2	18205,6	8937,4	25740,0
Crédito utilizado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novo crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Conta de crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fatura	96302,1	88475,7	61371,2	18205,6	8937,4	25740,0
Economia	27941,9	33181,3	38762,8	52927,4	61484,6	62722,0
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	86817,3	86800,2	72859,0	53930,5	54519,7	68672,9
Custos com sistema fotovoltaico	72009,2	69215,2	52315,2	25867,2	21709,3	34648,8
Economia	14808,1	17585,1	20543,8	28063,2	32810,3	34024,1
Valores em R\$						
Nome	Soma					
Consumo	1116135,00					
Produção de energia	544391,40					
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	538067,00					
Saldo	578068,00					
Crédito utilizado	0,00					
Novo crédito	0,00					
Conta de crédito	0,0					

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

Steckert Engenharia
Número da proposta: 01



Fatura	578068,00
--------	-----------

Economia	538067,00
----------	-----------

Valores em kWh

Custos sem sistema	814227,50
--------------------	-----------

fotovoltaico

Custos com sistema	526325,60
--------------------	-----------

fotovoltaico

Economia	287902,00
----------	-----------

Valores em R\$

As taxas de degradação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo do projeto, começando logo no primeiro ano.

Conta de energia Tarifa Ponta

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

Steckert Engenharia
Número da proposta: 01



Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Consumo	7008,00	8900,00	10277,00	9278,00	8561,00	8168,00
Produção de energia	543,92	304,08	12,03	-0,56	-0,56	-0,53
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	542,93	302,97	11,96	-0,55	-0,55	-0,52
Saldo	6465,07	8597,03	10265,04	9278,55	8561,55	8168,52
Crédito utilizado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novo crédito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conta de crédito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fatura	6465,07	8597,03	10265,04	9278,55	8561,55	8168,52
Economia	542,93	302,97	11,96	-0,55	-0,55	-0,52
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	17730,24	22517,00	26000,81	23473,34	21659,33	20665,04
Custos com sistema fotovoltaico	16356,64	21750,48	25970,55	23474,74	21660,72	20666,37
Economia	1373,60	766,52	30,26	-1,40	-1,39	-1,33
Valores em R\$						
Nome	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Consumo	10484,00	11161,00	9894,00	8115,00	8598,00	10894,00
Produção de energia	-0,58	-0,53	-0,24	5,97	113,91	398,94
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	-0,57	-0,52	-0,23	5,87	111,75	390,71
Saldo	10484,57	11161,52	9894,23	8109,13	8486,25	10503,29
Crédito utilizado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novo crédito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conta de crédito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fatura	10484,57	11161,52	9894,23	8109,13	8486,25	10503,29
Economia	-0,57	-0,52	-0,23	5,87	111,75	390,71
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	26524,52	28237,33	25031,82	20530,95	21752,94	27561,82
Custos com sistema fotovoltaico	26525,97	28238,65	25032,41	20516,10	21470,22	26573,33
Economia	-1,45	-1,32	-0,59	14,85	282,72	988,49
Valores em R\$						
Nome	Soma					
Consumo	111338,00					
Produção de energia	1375,87					
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	1363,23					
Saldo	109974,77					
Crédito utilizado	0,00					
Novo crédito	0,00					
Conta de crédito	0,00					

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

Steckert Engenharia
Número da proposta: 01



Fatura	109974,77
--------	-----------

Economia	1363,23
----------	---------

Valores em kWh

Custos sem sistema fotovoltaico	281685,14
------------------------------------	-----------

Custos com sistema fotovoltaico	278236,17
------------------------------------	-----------

Economia	3448,97
----------	---------

Valores em R\$

As taxas de degradação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo do projeto, começando logo no primeiro ano.

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

Steckert Engenharia
Número da proposta: 01



Conta de energia Tarifa Fora Ponta

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

Steckert Engenharia
Número da proposta: 01



Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Consumo	84192,0	95136,0	82080,0	83733,0	69504,0	73246,0
Produção de energia	62613,0	50521,8	50098,9	39490,4	32729,6	26163,8
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	62498,4	50337,9	49826,9	39206,2	32436,8	25884,5
Saldo	21693,6	44798,1	32253,1	44526,8	37067,2	47361,5
Crédito utilizado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novo crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Conta de crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fatura	21693,6	44798,1	32253,1	44526,8	37067,2	47361,5
Economia	62498,4	50337,9	49826,9	39206,2	32436,8	25884,5
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	44621,8	50422,1	43502,4	44378,5	36837,1	38820,4
Custos com sistema fotovoltaico	11497,6	23743,0	17094,1	23599,2	19645,6	25101,6
Economia	33124,1	26679,1	26408,3	20779,3	17191,5	13718,8
Valores em R\$						
Nome	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Consumo	113760,0	110496,0	90240,0	63018,0	61824,0	77568,0
Produção de energia	28292,9	33655,5	39383,1	53858,3	62563,3	63645,0
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	27942,5	33181,8	38763,1	52921,5	61372,9	62331,3
Saldo	85817,5	77314,2	51476,9	10096,5	451,1	15236,7
Crédito utilizado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novo crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Conta de crédito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fatura	85817,5	77314,2	51476,9	10096,5	451,1	15236,7
Economia	27942,5	33181,8	38763,1	52921,5	61372,9	62331,3
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	60292,8	58562,9	47827,2	33399,5	32766,7	41111,0
Custos com sistema fotovoltaico	45483,3	40976,5	27282,8	5351,1	239,1	8075,5
Economia	14809,5	17586,4	20544,4	28048,4	32527,6	33035,6
Valores em R\$						
Nome	Soma					
Consumo	1004797,00					
Produção de energia	543015,50					
Produção de energia (incl. Degradação do módulo)	536703,80					
Saldo	468093,20					
Crédito utilizado	0,00					
Novo crédito	0,00					
Conta de crédito	0,0					

PROJETO_CMPA_AMPLIACAO_FOTOVOLTAICA

Steckert Engenharia
Número da proposta: 01



Fatura	468093,20
--------	-----------

Economia	536703,80
----------	-----------

Valores em kWh

Custos sem sistema fotovoltaico	532542,40
------------------------------------	-----------

Custos com sistema fotovoltaico	248089,40
------------------------------------	-----------

Economia	284453,00
----------	-----------

Valores em R\$

As taxas de degradação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo do projeto, começando logo no primeiro ano.

Folhas de dados

Folha de dados módulo fotovoltaico

Módulo fotovoltaico: Tiger Pro JKM545M-72HL4-(V) (v2)

Fabricante	Jinko Solar
Disponível	Sim

Dados elétricos

Tipo de célula	Si monocristalino
Módulo half-cell	Sim
Número de células	72
Número de diodos de desvio	3
Perda de tensão no diodo de desvio	1 V
Otimizador de potência integrado	Não
Exige inversor com transformador	Não

Características U-I sob STC

Tensão PMP	40,8 V
Corrente PMP	13,36 A
Tensão de circuito aberto	49,52 V
Corrente de curto-circuito	13,94 A
Aumento da tensão de circuito aberto até estabilização	0 %
Potência nominal	545 W
Fator de enchimento	78,96 %
Eficiência	21,14 %

Características em carga parcial U-I

Fonte dos valores	Fabricante/próprio
Irradiação	200 W/m ²
Tensão PMP com carga parcial	40,3 V
Corrente PMP com carga parcial	2,66 A
Tensão de circuito aberto com carga parcial	46,6 V
Corrente de curto-circuito sob carga parcial	2,79 A

Mais parâmetros

Coeficiente de temperatura para Uoc	-137,9 mV/K
Coeficiente de temperatura para Isc	6,7 mA/K
Coeficiente de temperatura para Pmp	-0,35 %/K
Fator de correção do ângulo (IAM)	100 %
Tensão máxima do sistema	1000 V

Dados mecânicos

Largura	1134 mm
Altura	2274 mm
Profundidade	38 mm
Largura da moldura	30 mm
Peso	28,9 kg

Folha de dados inversor

Inversor: SG110CX (v2)

Fabricante	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Disponível	Sim
Dados elétricos - c.c.	
Potência nominal c.c.	110 kW
Potência c.c. máx.	165 kW
Tensão nominal c.c.	585 V
Tensão de entrada máx.	1100 V
Corrente de entrada máx.	234 A
Quantidade de entradas c.c.	18
Dados elétricos - c.a.	
Potência nominal c.a.	110 kW
Potência c.a. máx.	110 kVA
Quantidade de fases	3
Com transformador	Não
Dados elétricos - outros	
Alteração do eficiência se a tensão de entrada se desviar da tensão nominal	0,02 %/100V
Potência de injeção mín.	2 W
Consumo em espera	2 W
Consumo noturno	2 W
Seguidor PMP	
Potência de saída < 20% da potência nominal	99,9 %
Potência de saída > 20% da potência nominal	100 %
Quantidade de seguidores es PMP	9
Seguidor PMP 1-9	
Corrente de entrada máx.	26 A
Potência de entrada máx.	22,1 kW
Tensão mín. do PMP	200 V
Tensão máx. PMP	1000 V

Inversor: SG75CX (v1)

Fabricante	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Disponível	Sim

Dados elétricos - c.c.

Potência nominal c.c.	75 kW
Potência c.c. máx.	150 kW
Tensão nominal c.c.	585 V
Tensão de entrada máx.	1100 V
Corrente de entrada máx.	234 A
Quantidade de entradas c.c.	18

Dados elétricos - c.a.

Potência nominal c.a.	75 kW
Potência c.a. máx.	75 kVA
Quantidade de fases	3
Com transformador	Não

Dados elétricos - outros

Alteração do eficiência se a tensão de entrada se desviar da tensão nominal	0,02 %/100V
Potência de injeção mín.	2 W
Consumo em espera	2 W
Consumo noturno	2 W

Seguidor PMP

Potência de saída < 20% da potência nominal	99,9 %
Potência de saída > 20% da potência nominal	100 %
Quantidade de seguidores es PMP	9

Seguidor PMP 1-9

Corrente de entrada máx.	26 A
Potência de entrada máx.	22,1 kW
Tensão mín. do PMP	200 V
Tensão máx. PMP	1000 V