

Universidade de São Paulo – Escola Politécnica

Engenharia de Computação

Etapa 4: Sistema fotovoltaico

Gabriel Chaves Lopes Silva - NUSP: 12555839

Ian Ribeiro de Faria Leite - NUSP: 11918762

Igor Pontes Tresolavy – NUSP: 12553646

Italo Roberto Lui – NUSP: 12553991

Izaque Sena dos Santos – NUSP: 12553591

Jonatas Ferreira Viana Silva – NUSP: 10772946

Raul Ribeiro Shan Tai – NUSP: 12551046

Thiago Antici Rodrigues de Souza – NUSP: 12551411

São Paulo

2021

Gabriel Chaves Lopes Silva

Ian Ribeiro de Faria Leite

Igor Pontes Tresolavy

Italo Roberto Lui

Izaque Sena dos Santos

Jonatas Ferreira Viana Silva

Raul Ribeiro Shan Tai

Thiago Antici Rodrigues de Souza

Etapa 4: Sistema fotovoltaico

Trabalho apresentado à disciplina PEA3100 - Energia,
Meio Ambiente e Sustentabilidade, da graduação de
Engenharia de Computação da Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo.

Prof: Dr. André Luiz Veiga Gimenes

São Paulo

2021

Introdução:

O objetivo deste trabalho foi dimensionar um sistema fotovoltaico para atender a demanda energética da residência escolhida, aproveitando-se da energia proveniente dos raios solares, que possui inúmeras vantagens em relação a outros energéticos. Através da coleta de dados referentes às outras etapas, como o consumo mensal e irradiação solar média, foi estipulado um sistema que, além de atender a demanda, também apresenta viabilidade econômica de maneira que sua implementação é viável. Logo, houve a possibilidade de trabalhar com uma alternativa mais ecológica e que entrega desempenho adequado às necessidades dos moradores, causando o mínimo possível de problemas.

Parte 1

2) Dimensionamento do projeto

2.1) Passo 1: Recuperar consumo diário

Aproximadamente **7.927 Wh/dia**.

2.2) Passo 2: Radiação Solar

Como identificado pelo CRESESB na etapa 3, a radiação diária média mensal é **4,59 kWh/m²/dia**.

2.3) Passo 3: Cálculo da energia que deve ser gerada

Consumo B = 7.927Wh/dia

η inversor = 90%

Perda nos condutores = 3%

Consumo A = 7.927Wh/dia / (0.9 * (1 - 0.03)) = **9.080,182Wh/dia.**

Consumo A = $\frac{7.927Wh/dia}{0.9(1-0.03)}$ = **9.080,182Wh/dia.**

2.4) Passo 4: Cálculo da potência necessária do painel solar (arranjo de módulos fotovoltaicos)

$$NSP = 4,59h$$

$$P(Wp) = 9.080,182Wh / 4,59h = \mathbf{1.979W}.$$

$$P(Wp) = \frac{9.080,182 Wh}{4,59h} = \mathbf{1.979W}.$$

2.5) Passo 5: Escolha do inversor

Inversor precisa ter uma potência = $1,2 \times 1.979W = 2.374,80W$.

η inversor = 92%

Tensão entrada = 48v

Tensão de saída = 220v

Potência Contínua = 2500W

Fonte: [1]

2.6) Passo 6: Cálculo do número de módulos fotovoltaicos

O módulo escolhido foi o **CANADIAN SOLAR CS3W-420P**, que apresenta as seguintes características:

Tensão: 48V

Potência: 420W

Dimensões: 2018 x 1048 x 40 mm

Como a tensão do módulo é igual a 48v não será necessário ligações em série para atender a demanda estipulada.

$$N^{\circ}\text{módulos} = 1.979W / 420W \approx \mathbf{5 \text{ módulos}} \text{ (valor arredondado).}$$

Potência total gerada pelos módulos ligados em paralelo é igual a **2100W**.

Fontes: [2] e [3]

2.7) Passo 7: Cálculo da área ativa dos módulos

Para o módulo escolhido o rendimento indicado é de 19%.

$$A(m^2) = \frac{1.979W}{(0,19 \times 1000W/m^2)} = \mathbf{10.415m^2}.$$

2.8) Passo 8: Esquema completo do circuito

5 geradores de 2100 Wp

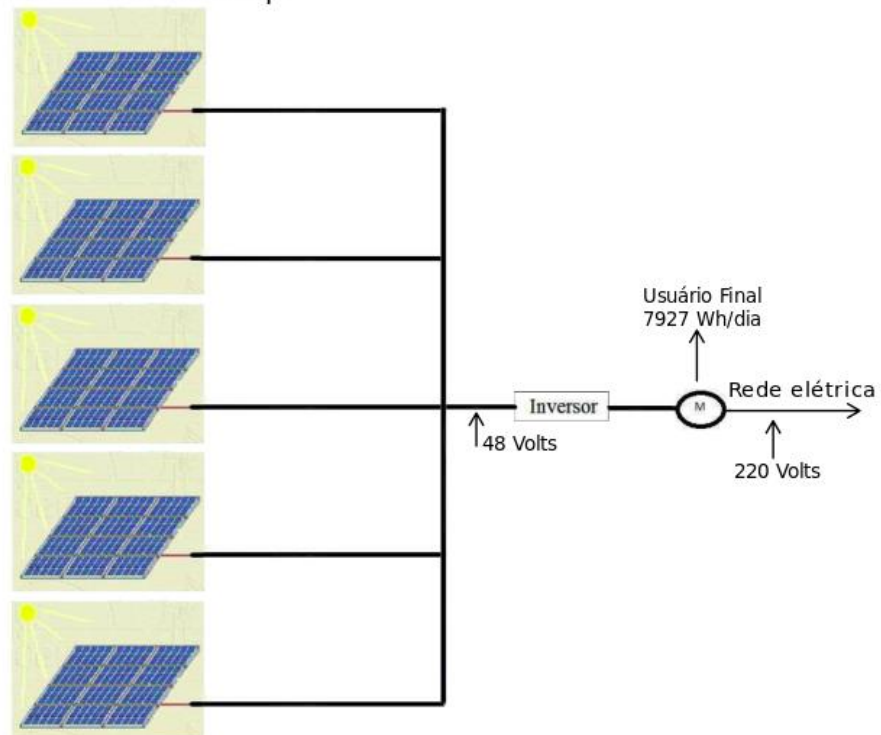


Figura 1 – Esquema completo do circuito

2.9) Avaliação econômica do projeto

a.

Preço do módulo = 1.896,3R\$ (valor total) / 379,26R\$ (valor unitário).

Preço do inversor = 2.990R\$

Considerando cabos, quadro, disjuntor, medidor e instalação dos módulos:

Custo de instalação =

Cabos: R\$168,26

Quadro: R\$196,10

Medidor: R\$154,48

Serviço: Aproximadamente 20% da instalação -> R\$1081,03

Taxa de desconto = **12%**.

Tarifa de energia elétrica (R\$/kWh) = **0.961R\$/kWh** (modalidade tarifária convencional e bandeira vermelha 2).

b.

CTI = 11370,3 reais

Custo do kwp instalado: 0,000185

Custo da energia gerada: 506,8 reais/MwH = 0,506 R\$/kWh

c.

Não é cabível comparar esse valor (0,506 R\$/kWh) com o valor da tarifa, já que apenas $92\% \times (97\%) = 89.2\%$ dessa energia é efetivamente utilizada.

Corrigindo esse valor (0,567 R\$/kWh), ainda obtemos um valor menor que a tarifa de energia elétrica. O fato de o custo da energia gerada ser menor do que o da tarifa da energia elétrica mostra que, mesmo contabilizando o efeito dos juros, o investimento é recomendável. Mesmo assim, o custo do investimento inicial é muito significativo, o que inviabiliza esse investimento para a maioria das pessoas.

Fontes: [4] e [5]

Parte 2

3) Tratamento de dados e simulação

3.1) Recupere dados anteriores

a.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
KWh/m²	4,37	4,93	4,72	4,81	4,44	4,39	4,37	5,15	4,43	4,39	4,40	4,63

b. Dados baseados no percentual de economia estipulado na etapa 2, com redução de 31,70kWh/mês e ajuste equivalente à média de 237,8kWh/mês estipulado nos relatórios anteriores.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
KWh	232	272	253	255	175	217	267	241	232	250	240	230

3.2) Energia gerada x Consumo Mensal

a.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
EGi	5,7	7,2	5,4	7,4	49,7	46,8	45,7	39,5	49	46,8	47,4	50,3
CMi	32	72	53	55	75	217	267	241	32	50	40	30
lanço de energia	3,7	9,8	2,2	7,6	22,3	52,1	30,8	79,3	96,3	93,1	90,5	90,8

$$EGi(\text{Jan}) = 2,1\text{kW} * 4,37\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{245,7\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Fev}) = 2,1\text{kW} * 4,93\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{277,2\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Mar}) = 2,1\text{kW} * 4,72\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{265,4\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Abr}) = 2,1\text{kW} * 4,81\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{270,4\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Mai}) = 2,1\text{kW} * 4,44\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{249,7\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Jun}) = 2,1\text{kW} * 4,39\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{246,8\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Jul}) = 2,1\text{kW} * 4,37\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{245,7\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Ago}) = 2,1\text{kW} * 5,15\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{289,5\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Set}) = 2,1\text{kW} * 4,43\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{249\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Out}) = 2,1\text{kW} * 4,39\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{246,8\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Nov}) = 2,1\text{kW} * 4,40\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{247,4\text{kWh}}$$

$$EGi(\text{Dez}) = 2,1\text{kW} * 4,63\text{h} * 0,92 * (1 - 0,03) * 30\text{dias} = \mathbf{260,3\text{kWh}}$$

b.

1)												
2)												
lanço (R\$)							226,7					

3.3) Perguntas e conclusão

a. Economizou-se 2859,6 R\$/ano.

b. $11370,3 / 2859,6 = 4$ anos.

c. Como o PBS é menor que o tempo de vida da máquina, chegamos à conclusão que o pagamento será ressarcido antes de sua vida útil ser vencida, o que significa que o investimento é viável.

d. Esse trabalho comprova a eficiência do método de captação de energia, e o fato dele poder ser explorado socialmente com grandes vantagens para o meio ambiente e sociedade. Esse método de utilização não apenas se mostra eficiente, como também mais barato, apesar do custo inicial significativo. A partir dessa análise, pode-se considerar um plano mais eficiente de subsídio por parte do governo, como uma ação de descentralização da geração de energia elétrica que beneficiaria a sociedade como um todo, sendo capaz de promover avanço social significativo.

- **Referências**

- [1] https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1614819086-inversor-solar-48v-220v-2500w-5000w-onda-senoidal-pura-60hz-_JM
- [2] <https://topten.eco.br/private/product/view/CANADIAN%20SOLAR>
- [3] <https://www.minhacasasolar.com.br/produto/painel-solar-420w-halfcell-policristalino-canadian-solar-cs3w-420p-81011>
- [4] BLUE SOL ENERGIA SOLAR. **Instalação de Energia Solar: Quanto Custa + 7 Outras Informações Imprescindíveis.** [S. /], 2019. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/instalacao-de-energia-solar/>. Acesso em: 1 nov. 2021.
- [5] PORTAL SOLAR S. A. **Quanto Custa para Instalar Energia Solar.** [S. /], [201-]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-para-instalar-energia-solar.html>. Acesso em: 1 nov. 2021.

Resultado



Potência instalada*

1,98 kWp



Área mínima necessária*

12 m²



Valor aproximado do sistema e instalação*

Entre R\$ 7.524,00 e
R\$ 10.533,60



Produção mensal*

235,58 kWh/ mês



Economia anual aproximada*

R\$ 2.296,92



Tempo aproximado de retorno do investimento*

Entre 3 e 4 anos



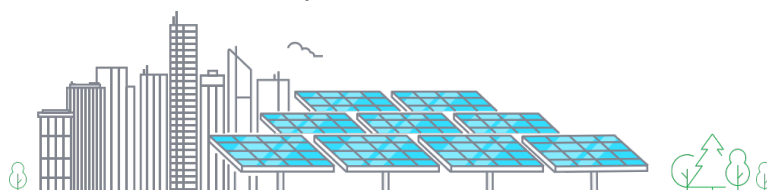
Você pode adquirir seu sistema direto com a Intelbras e realizar o pagamento em até 10x* no cartão de crédito. Ou você pode optar por um financiamento de até 120x com um parceiro financeiro* de sua escolha, e sabe o melhor? **Você praticamente substitui a sua conta de energia pela prestação do sistema fotovoltaico, e ao final das parcelas, fica livre!**

Pronto para fazer o sol pagar suas contas? Solicite seu orçamento completo e entenda melhor as opções que cabem no seu bolso!

*Juros podem ser aplicados a partir de 6x

**Consulte as condições dos bancos parceiros Intelbras

*Importante: Os valores obtidos são aproximados e referem-se a uma simulação do funcionamento dos equipamentos em condições de uso e instalação conforme Manual do Usuário, servindo apenas como subsídio para decisão, uma vez que, no caso concreto existem variáveis que podem interferir do valor final, como o tipo de telhado, condições climáticas, estruturas de fixação, entre outras. Este cálculo está considerando o valor médio de instalação



Descrição

Inversor Off Grid - ONDA SENOIDAL PURA 60HZ

De 48V para 220V

Potencia Continua: 2500W

Potencia de Pico: 5000W

Baixa tensão Proteção em 40V

Alta tensão Proteção em 60V

Inversor de Ótima construção e excelente Qualidade e muito Eficiente.

Potência Contínua: 2500w

Potência de Pico: 5000w

Frequência: 60Hz

Formato de Onda: Senoidal Pura

Eficiência: 92%

Tensão DC: 48v

Tensão AC: 220v

Faixa de Tensão DC: 40-60v

Proteção (LED e Alarme): Baixa Tensão

Sobretensão

Sobrecarga

Temperatura Alta

Curto Circuito

Temperatura de trabalho: -10°C+50°C

Temperatura de armazenamento: -30°C+70°C

Tamanho do inversor: 450*165*85(mm)

Tamanho da caixa: 550*235*150(mm)

Modo de refrigeração: 2 Cooler com acionamento automático