

Sistema para Dimensionamento de Geração de Energia Solar

Rodrigo Dias Marcelino¹, Michele Rodrigues Hmpel Lima¹

¹ Departamento de engenharia elétrica, Centro universitário FEI

Rodrigodias.dias3@gmail.com, Michele.rodrigues@fei.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é proporcionar uma explicação clara e didática sobre o planejamento, implementação e operação das placas fotovoltaicas direcionadas à geração de energia em residências conectadas à rede elétrica (on-grid), fazendo uso do software PV*SOL como instrumento de suporte. Esta ferramenta mostrou-se conveniente para o desenvolvimento do projeto, já que permite a consideração de variáveis complexas como sombreamento, perdas em cabos e em dispositivos integrantes do sistema. O software também facilita a avaliação financeira, um aspecto crucial na tomada de decisão do cliente.

1. Introdução

A produção de energia elétrica está estreitamente associada ao avanço civilizacional. Em decorrência dos recentes progressos tecnológicos, tornou-se evidente a indispensabilidade da eletricidade para a execução da vasta maioria das atividades contemporâneas. Paralelamente, observa-se que o crescimento populacional acelerado exacerba a demanda por energia elétrica. Dessa forma, visando atender esta demanda ascendente, torna-se crucial a diversificação das fontes geradoras de energia [1].

Ao examinar historicamente as modalidades de geração de energia que têm sustentado o desenvolvimento da sociedade até os dias atuais, verifica-se uma predominância na utilização de recursos não renováveis, tais como petróleo e gás natural. Estes, além de serem intrinsecamente limitados, têm sido explorados de forma extensiva, frequentemente sem a devida atenção aos impactos ambientais resultantes. Tal constatação ressalta a imperatividade de redirecionar esforços para a adoção e pesquisa de fontes de energia renováveis, com o intuito de mitigar adversidades ecológicas e assegurar um modelo energético mais sustentável [2].

Dentro deste cenário, a produção de energia de maneira sustentável torna-se essencial para a preservação do equilíbrio ambiental.

2. Revisão Bibliográfica

A. Energia Solar

O conceito de Energia Solar refere-se na conversão da radiação solar em duas principais formas de energia. A primeira é a energia térmica, na qual é predominantemente utilizada para o aquecimento de água. A segunda é na forma de energia elétrica, obtida por meio do efeito fotovoltaico. A energia solar é valorizada por ser uma fonte de energia limpa, renovável, de impacto mínimo ao meio ambiente, inesgotável e com presença consistente ao longo de

grande parte do ano em diversas regiões do mundo. Sua implementação tem sido frequentemente observada em setores residenciais, comerciais e agrícolas. Isso se dá, em grande parte, pela sua rentabilidade a longo prazo e como uma alternativa eficaz para contornar elevadas tarifas das concessionárias, contribuindo assim para a diminuição de despesas energéticas.

B. Placas Solares

As placas fotovoltaicas, que captam a incidência dos raios solares, constituem o principal mecanismo de conversão da energia solar em elétrica. A fim de otimizar a produção energética, geralmente são organizados conjuntos de painéis, ampliando assim a superfície de captação para eficaz transformação energética. A Figura 1 ilustra os diversos tipos de células fotovoltaicas.

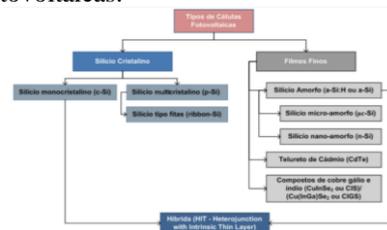


Figura 1 – Tipos de células fotovoltaicas [3].

C. Potencial de Geração de Energia Solar no Brasil

O Brasil detém um significativo potencial em termos de geração de energia fotovoltaica, decorrente do seu proeminente índice de radiação solar. Destacam-se neste contexto as regiões nordeste e sudeste, que apresentam as maiores taxas de irradiação. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, mesmo a área brasileira com a menor radiação solar supera a região mais irradiada da Alemanha [2]. Enquanto a Alemanha ocupa a quarta posição global em potência fotovoltaica instalada, o Brasil está em 13º, conforme a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) [1].

D. Tipos de Sistema de Geração de Energia Solar Fotovoltaica

Há basicamente três tipos de sistemas de geração de energia solar, são eles:

- **On-Grid:** Este sistema integra módulos solares diretamente à infraestrutura elétrica existente. Quando a produção excede o consumo local, o excedente é injetado na rede de distribuição, resultando em créditos energéticos para o titular do sistema. Estes créditos podem ser compensados em períodos de menor geração solar, otimizando o balanço energético do usuário.

- **Off-Grid:** Este sistema é considerado autônomo, dado que não possui conexão com a rede elétrica pública. A eletricidade produzida é retida em bancos de baterias, garantindo o atendimento às necessidades energéticas locais.
- **Híbrido:** O sistema fotovoltaico híbrido combina características dos sistemas on-grid e off-grid. Ele está conectado à rede elétrica pública e a um banco de bateria, permitindo a injeção de eletricidade excedente e a extração quando necessário.

3. Metodologia

A metodologia adotada envolveu a projeção de uma residência com uma demanda energética anual estimada em 3.304 KWh. Inicialmente, estabeleceu-se o número de módulos solares por meio da fórmula (1).

Após a definição inicial do número de módulos, procedeu-se à elaboração do modelo 3D e às respectivas simulações no software PV*SOL. A partir dos resultados simulados, realizou-se uma avaliação para confirmar se a quantidade de módulos proposta satisfazia adequadamente a demanda energética prevista.

Por fim, procedeu-se a uma avaliação econômica, empregando o período de amortização (*PayBack*) como métrica determinante para avaliar a rentabilidade e sustentabilidade financeira da implementação proposta.

$$\text{Número de placas} = \frac{\text{Consumo médio mensal}}{\text{Energia de uma placa}} \quad (1)$$

4. Resultados

Foram instalados 5 módulos fotovoltaicos no sistema, cada um com potência de 400 Wp. O investimento inicial foi de R\$ 8.500,00, e os custos operacionais anuais, majoritariamente para limpeza, são de R\$ 300,00, com uma inflação prevista de 6,5% ao ano. Adotou-se a tarifa convencional de energia elétrica da Enel, especificamente para o subgrupo B1-Residencial com fornecimento monofásico.

As Figuras 2 e 3 ilustram, respectivamente, o desempenho do sistema de geração e uma comparação entre os custos de energia com e sem o sistema em uso. O registro anual do sistema fotovoltaico foi de 2949 KWh/ano, ligeiramente abaixo da demanda anual. O fluxo de caixa acumulado ao longo do projeto (25 anos) atingiu R\$ 55.544,78, apresentando um payback em torno de sete anos. Notavelmente, o valor mensal da conta de energia mantém-se estável em R\$ 32,82, reflexo da tarifa mínima estabelecida pela distribuidora.

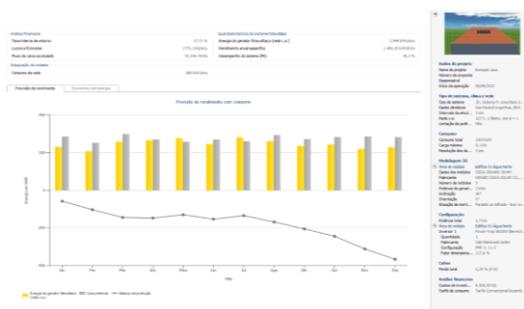


Figura 2 – Comportamento do Sistema no Primeiro Ano.

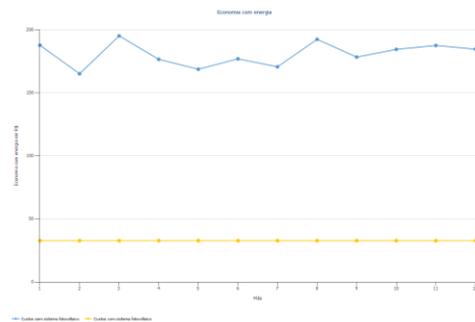


Figura 3 – Gráfico de Comparação da Conta de Energia Com e Sem o Sistema de Geração.

4. Conclusões

A partir da análise dos resultados, identifica-se que o sistema foi dimensionado adequadamente. O projeto apresenta uma vida útil de 25 anos, e o retorno do investimento ocorre em aproximadamente sete anos. Notavelmente, o cliente é cobrado apenas com a tarifa mínima estipulada pela distribuidora. Contudo, existem meses em que a geração de energia é sutilmente inferior ao consumo. Nesses períodos, o cliente é cobrado pelo consumo mínimo de 50 KWh, mesmo que não tenha demandado tal montante da distribuidora, resultando em despesas adicionais. No entanto, ao se considerar um incremento na demanda ao longo dos anos, essa discrepância tende a ser mitigada.

Conclui-se que o software PV*SOL se destaca como uma ferramenta conveniente no setor de geração de energia, permitindo a simulação de diversos sistemas, cada qual com suas peculiaridades, e oferecendo, adicionalmente, uma perspectiva econômica robusta.

5. Referências

- [1] ABSOLAR. Energia solar fotovoltaica: Brasil é o 4º País que mais cresceu em 2021. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-fotovoltaica-brasil-e-o-4o-pais-que-mais-cresceu-em-2021/>. Acesso em: 19 dez. 2022.
- [2] INPE (Brasil). Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2. ed. São José dos Campos: Brasil Energia, 2017. Disponível em: https://cenariosolar.editorabrasilenergia.com.br/wp-content/uploads/sites/8/2020/11/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao_compressed.pdf. Acesso em: 16 dez. 2022.
- [3] RASHID, Muhammad H.; Power Electronics: Circuits, Devices and Applications; Prentice Hall, 2 Edition, 1993.
- [4] VALENTIN SOFTWARE. PV*SOL premium. Disponível em: <https://valentin-software.com/en/products/pvsol-premium/>. Acesso em: 15 ago. 2022.