

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE HOMER PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA HÍBRIDO DE GERAÇÃO NA ILHA DO MEL

Andressa Lorayne Monteiro
Ulisses Chemin Netto
Muryllo Amalio de Souza

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO

Em regiões isoladas ou de difícil acesso à rede de distribuição elétrica convencional, o uso de sistemas híbridos de geração de energia (SHGE) têm sido um recurso considerado. Este artigo simula um SHGE para uma ilha paranaense, Ilha do Mel, a partir da combinação da energia solar fotovoltaica com o sistema de alimentação da concessionária. O estudo econômico deste artigo foi realizado por meio da análise de otimização do software HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable).

Palavras-chave: sistemas híbridos de geração de energia, Ilha do Mel, energia solar fotovoltaica, HOMER.

ABSTRACT

In isolated regions or difficult access to the conventional distribution grid electricity, the choice of hybrid power generation systems (SHGE) has been a resource considered. This article simulates a SHGE for one Paraná's island, Ilha do Mel, from the combination of photovoltaic solar energy with the power system of the concessionaire. The economic feasibility study of this article was made through the optimization analysis of the HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable) software.

Keywords: hybrid power generation systems, Ilha do Mel, photovoltaic solar energy, HOMER.

1. INTRODUÇÃO

Os SHGE são aqueles que utilizam mais de uma fonte de geração, podendo ser uma combinação entre fontes renováveis ou não. Uma característica singular desses sistemas é a complementariedade entre as fontes em razão da disponibilidade de recursos. Com o aumento da participação das fontes renováveis para geração de energia elétrica na matriz energética brasileira, sua aplicação em regiões isoladas passa a ser uma questão a ser estudada. Para analisar a viabilidade dessas fontes renováveis de geração de energia elétrica existem ferramentas computacionais especializadas para esse tipo de projeto. O *software* utilizado nesta pesquisa é o HOMER, desenvolvido pelo *National Renewable Energy Laboratory* (NREL), o qual projeta uma configuração efetiva dos componentes do sistema de geração híbrido depois de uma série de simulações por hora para um dado cenário, considerando alguns parâmetros como, por exemplo, preços dos componentes, custo de manutenção, entre outros (MAHMUD; HASSAN; RAHMAN, 2013).

Este estudo tem como foco a análise econômica de um SHGE (*grid-solar*) na Ilha do Mel por meio de um dado cenário, incluindo o custo inicial de investimento, custo total e preço de venda da energia. Um estímulo para a realização desta pesquisa é o abatimento no custo de energia por meio da inserção de uma fonte renovável de geração.

2. ILHA DO MEL E RECURSOS

2.1 Características da Ilha do Mel

A Ilha do Mel, pertencente ao município de Paranaguá, está localizada no litoral sul do estado do Paraná, com uma área aproximada de 2.760 hectares e uma área de preservação ambiental correspondente a 12% de sua totalidade. Apenas uma pequena parte da Ilha do Mel é urbanizada, contando com 780 domicílios concentrados nas regiões do Farol, Praia Grande e Encantadas (Figura 1).

Atualmente a Ilha do Mel é atendida pela subestação de Pontal do Sul, por meio de cabos submarinos, e com parte aérea em linhas de alta tensão em 13,8 kV e de baixa tensão em 127 e 220 V. O fornecimento de energia é apenas para residências e comércio, não havendo iluminação pública. A curva de carga considerada neste estudo é referente ao ano de 2017 (Figura 2), sendo ela, uma média mensal.

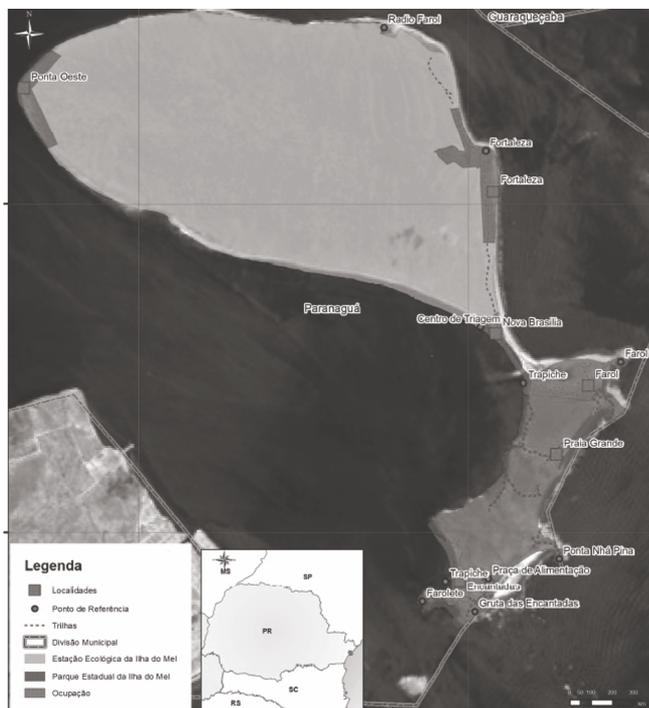


Figura 1 – Áreas de ocupação da Ilha do Mel (IAP, 2011)

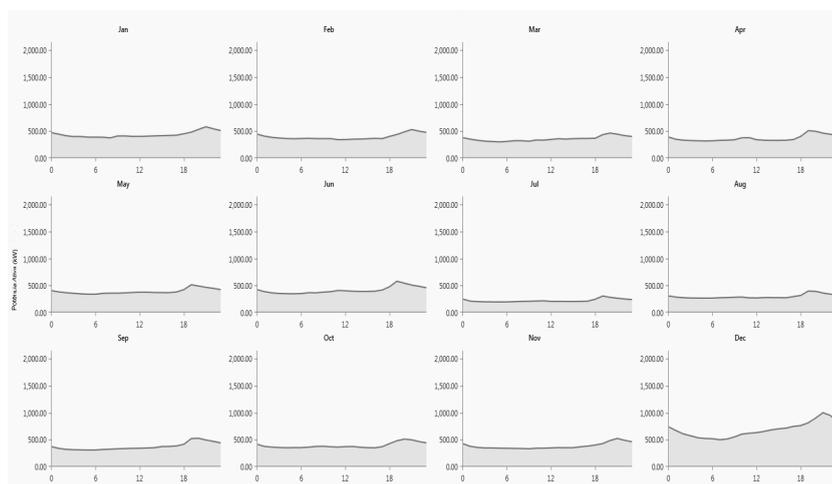


Figura 2 – Curvas de carga da Ilha do Mel no período de 2017

A potência da ilha varia sazonalmente, tendo maior demanda na alta temporada devido ao maior fluxo de turistas, ou seja, entre dezembro e janeiro. Na Figura 3 é possível observar a curva de carga do mês de dezembro em dias de semana e final de semana.

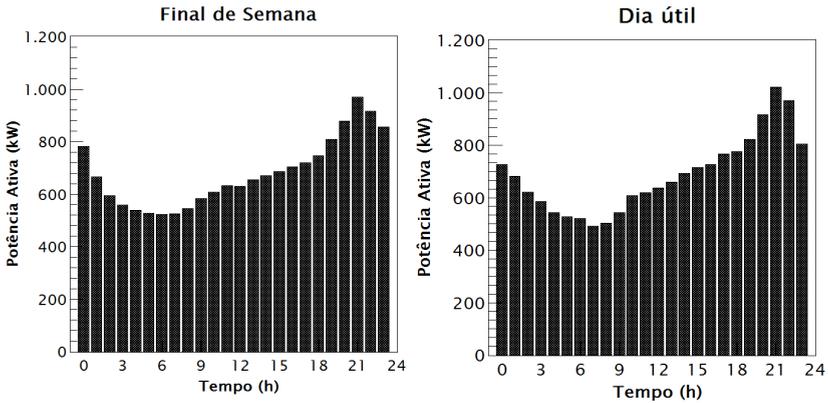


Figura 3 – Perfil de carga diário para o mês de dezembro de 2017

2.2 Recursos: irradiação solar e temperatura

Para a simulação do SHGE utilizou-se as informações de Irradiância Global Horizontal (GHI) e temperatura, disponíveis no próprio HOMER, por meio da latitude e longitude da Ilha ($-25,500^\circ$ e $-48,349^\circ$) retirados do banco de dados de NASA¹.

¹ NASA Surface meteorology and Solar Energy (SSE). Média mensal e anual com medições realizadas num intervalo de julho de 1983 a junho de 2005.

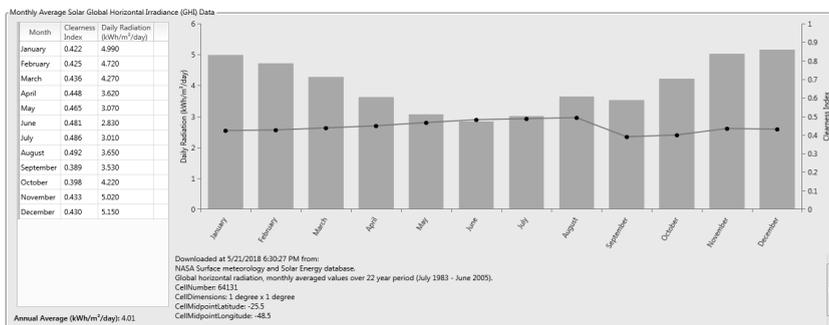


Figura 4 – Média mensal da Irradiância Solar Global Horizontal (GHI) da Ilha do Mel

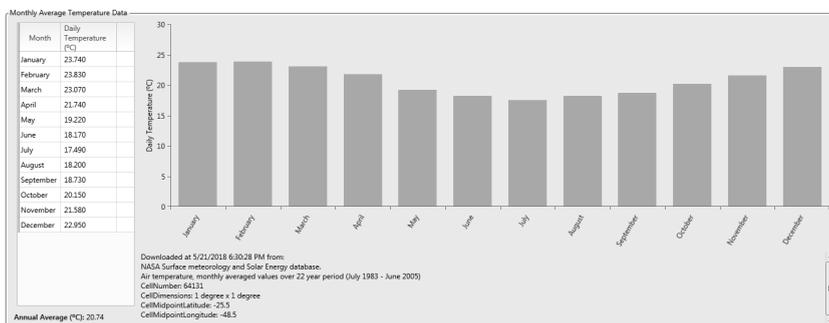


Figura 5 – Temperatura média mensal da Ilha do Mel

3. MODELAGEM DO SISTEMA HÍBRIDO

O SHGE simulado apresenta a seguinte configuração:

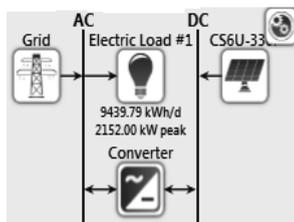


Figura 6 – Componentes simulados no HOMER

3.1 Dimensionamento dos componentes

A quantidade de painéis fotovoltaicos utilizados no SHGE é resultado do seguinte equacionamento:

$$P_{fv} = \frac{E \cdot G}{I_{tot} \cdot PR'}$$

sendo E a média anual da energia média diária (kWh/dia), G é uma constante com atribuição unitária, I_{tot} a média anual de irradiação no plano inclinado (kWh/m²/dia) e PR a performance *ratio* equivalente a 0,78. Os valores de E e I_{tot} foram retiradas do Atlas de energia solar do Paraná, sendo 10384,58 kWh/dia e 4,23 kWh/m²/dia, respectivamente. Com o resultado de 3147,416 kWp e considerando a potência do módulo selecionado (320 W), são necessários 9834 módulos fotovoltaicos.

Na Tabela 1 constam as informações técnicas intrínsecas dos equipamentos utilizados. Como a rede elétrica da concessionária já está em operação, é considerado apenas o custo de venda de energia pela concessionária COPEL (Companhia Paranaense de Energia) no ano de 2017, sendo 0.21582 \$/kWh.

Tabela 1 – Especificações do módulo fotovoltaico e conversor

Equipamento	Características	Investimento (\$/unidade)
Módulo fotovoltaico	CanadianSolar MaxPower CS6U-330P	224.00/painel
Conversor CC-CA e acessórios	ABB string inverters PVS-120-TL-Power Module; String Box ABB WB-SX2-PVS-100/120-TL/24 Entradas; ABB Bracket PVS 100/120	160.00/conversor

3.2 Resultados da simulação

As configurações iniciais para otimização no HOMER foram divididas em dois parâmetros principais: parâmetros elétricos e parâmetros econômicos, conforme as tabelas a seguir.

Tabela 2 – Parâmetros elétricos para otimização no HOMER

Elementos do Sistema	Intervalos de Otimização
Módulo fotovoltaico	0 a 3.1 MW
Conversor CC-CA e acessórios	0 a 3.1 MW
Rede elétrica (COPEL)	Capaz de suprir a demanda total da Ilha

Tabela 3 – Parâmetros econômicos para otimização no HOMER

Indicadores Econômicos	% ao ano
Inflação	4.10
Taxa de desconto	13.75

Os indicadores econômicos da Tabela 3 são projeções fornecidas pelo Banco Central do Brasil e de uma plataforma de dados globais (IndexMundi). Além destes parâmetros, outros componentes determinantes para a otimização foram o tempo de projeto, considerado 20 anos, e a contribuição solar no SHGE, sendo 62.5%. Com este cenário, tem-se os seguintes resultados econômicos (Figura 7):



Figura 7 – Fluxo de caixa do SHGE proposto

O SHGE pode ser comparado com a situação presente (*grid*) através dos seguintes indicadores econômicos.

Tabela 4 – Indicadores econômicos comparados na otimização

Medida	Valor
Valor Presente (\$)	\$4,488,411
Valor Anual (\$/ano)	\$501,183
Retorno de Investimento (%)	27.2
Taxa Interna de Retorno (%)	31.3
Payback simples (ano)	3.19
Payback com desconto (ano)	3.95

Neste estudo obteve-se a seguinte análise econômica:

Tabela 5 – Análise econômica do SHGE

Descrição	Resultado
Custo de Energia (\$/kWh)	0.042
Capital Inicial (\$)	2.44M
Custo Presente Líquido (\$)	2.17M
Fração de energia solar no SHGE (%)	62.5
Custo de operação (\$/ano)	30,453

O resumo dos custos de cada componente do SHGE (*grid*, módulos fotovoltaicos e conversor) é ilustrado na Figura 8.

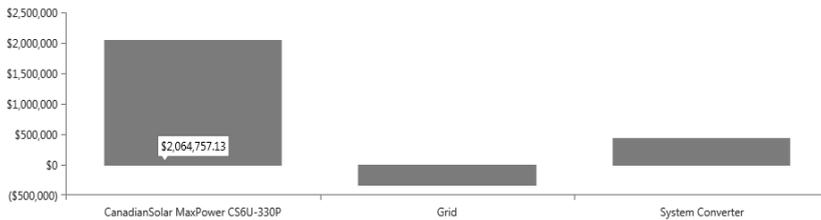


Figura 8 – Custo inicial dos componentes do SHGE proposto

Por fim, como resultado elétrico, por meio da Figura 9, observa-se a complementariedade de fontes de geração no período de um ano, sendo a produção total de energia igual a 5.839.706 kWh/ano.

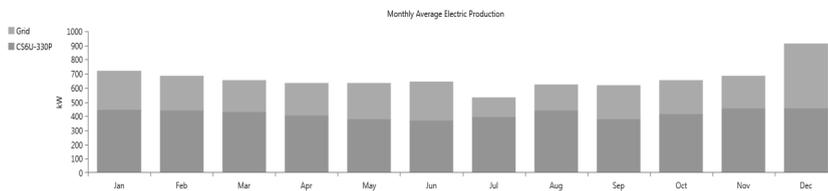


Figura 9 – Complementariedade entre as fontes de geração

4. CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo era a realização de uma análise econômica para um SHGE (*grid-solar*), do tipo *on-grid*, na Ilha do Mel, considerando um dado cenário econômico, o qual incluiu o custo inicial de investimento, preço de compra e venda da energia, inflação e taxa de desconto, e um cenário técnico para produção de energia por meio de uma usina solar fotovoltaica.

As métricas utilizadas para a análise econômica, Tabela 4 e Tabela 5, mostram que a implementação do SHGE é tanto viável do ponto de vista do investidor, baixo *payback* simples e alta taxa de retorno, quanto técnica, pois, o sistema proposto é capaz de suprir o consumo da ilha, conforme apresentado na Figura 9.

A arquitetura associada a essa solução é composta por um conjunto de painéis solares que totalizam uma potência instalada nominal de 2842 kW, um inversor com potência instalada nominal de 2842 kW e o restante da potência é fornecida pela concessionária local.

Salienta-se que o sistema proposto apresenta um alto grau de participação da fonte solar, com um valor igual a 62,5%, e uma produção igual a 3.666.061,00 kWh/ano em 4390 h/ano de operação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela infraestrutura fornecida durante o desenvolvimento desta pesquisa bem como aos Engenheiros Guilherme Key Nagamine e Juliano da Silva Pereira, da L8 Energy pelas informações compartilhadas e discussões técnicas realizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná, disponível em <http://www.atlassolarparana.com/>. Acesso em 28 de junho de 2018.

MAHMUD, N.; HASSAN, A.; RAHMAN, M. S. Modelling and cost analysis of hybrid energy system for St. Martin Island using HOMER. 2013 International Conference on Informatics, Electronics and Vision, ICIEV 2013, 2013.

NASA Meteorology and Solar Radiation site, disponível em https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/global/text/global_radiation. Acesso em 27 de abril de 2018.

Informações para Autores

Propostas de publicações em consonância com o disposto na missão da Revista Brasileira de Energia (RBE) poderão ser enviadas ao Comitê Editorial para análise, através de link específico existente no site da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (www.sbpe.org.br).

A formatação final para publicação ficará por conta do departamento de diagramação da RBE, porquanto os artigos deverão ser enviados em formatação simples, conforme o disposto a seguir:

- Os trabalhos devem ser editados e enviados em arquivo Word.
- Papel A4, margens 20 mm, fonte Times New Roman tamanho 12, espaçamento simples.
- Figuras com resolução mínima de 300 dpi.
- O nome do autor ou autores, não devem ser abreviados, e as respectivas informações de instituição, endereço, cidade, cep, estado, telefone e e-mail devem ser apresentadas.
- Todos os itens devem ser numerados sequencialmente, exceto Resumo e Abstract. Não usar numeração automática do processador de texto. Serão aceitos no máximo 3 subníveis de numeração, a partir dos quais poderão ser usadas letras como único subnível adicional.
- Títulos de figuras e tabelas, abaixo e acima das mesmas, respectivamente, sem descrição de fonte, a qual deverá ser feita ao longo do texto, muito menos a existência do termo “autoria própria”.
- Referências a trabalhos deverão ser citadas no texto com nome do autor (ou autores) e ano de publicação, entre parêntesis [Ex.: (Autor 1, 1928); (Autor 1 e Autor 2, 1928)]. Na existência de mais de dois autores, escreve-se o nome do primeiro autor seguido da expressão et al. [Ex.: (Autor 1 et al, 1928)].

Referências bibliográficas:

- Somente deverão ser citados autores ou trabalhos que estejam incluídos na lista de referências bibliográficas, assim como todos os trabalhos listados nas referências bibliográficas deverão ter sido citados no texto.
- Referências a autor(es) deverão ser citadas no texto com nome do autor (ou autores) sucedida do ano de publicação entre parêntesis [Ex.: Autor 1 (1928); Autor 1 e Autor2(1928)].
- Na existência de mais de dois autores, escreve-se o nome do primeiro autor seguido da expressão et al. [Ex.:Autor 1 et al (1928)].

