



## IMPACTO DA CONCEPÇÃO DO PROJETO EM EDIFICAÇÕES NA VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

OLIVEIRA, G. P.<sup>1</sup>, BOLSANELLO, M. F.<sup>2</sup> e PAULA, E. C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP

<sup>3</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

gabrieloliveira@outlook.com

### RESUMO EXPANDIDO

#### 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, há enorme potencial para a energia fotovoltaica, dada a alta incidência de irradiação, a trajetória de aumento de eficiência dos equipamentos e queda dos custos de implantação. O presente trabalho visa avaliar o impacto do projeto na viabilidade econômica em dois cenários de projeto propostos, a partir de uma análise comparativa dos resultados, de forma que seja possível perceber a influência da concepção do projeto de edificações na rentabilidade dos sistemas fotovoltaicos.

#### 2 METODOLOGIA

Foi considerada uma edificação residencial unifamiliar de baixo padrão na qual um sistema elétrico será integrado a um sistema gerador fotovoltaico dimensionado para atender ao consumo da residência; com telhado de madeira e telhas cerâmicas; irradiação solar correspondente às médias históricas da cidade de Belo Horizonte e livre de sombreamentos ao longo de todo o dia. Foram considerados dois cenários: Em A, o sistema fotovoltaico foi instalado no telhado existente, com apenas uma água e inclinação de 10°, orientado para a face sul do lote. No cenário B, o projeto do telhado sofrerá mudanças na orientação, inclinação e divisão de águas na busca de um posicionamento dos painéis mais favorável à produção de energia: dividido em duas águas, uma orientada para o sul e a outra para o norte, com inclinação de 20°.

O valor do consumo residencial mensal médio de energia foi estimado em 170 kWh/mês (EPE, 2017). As tarifas de energia adotadas foram as aplicadas pela CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) em outubro de 2018, de R\$ 0,9436/Wp. A variação dos reajustes foi estimada 4,45% ao ano, com base na variação tarifária da energia nas últimas décadas (EPE, 2017).

Na ausência de um sistema de rastreamento solar, adota-se a fixação dos painéis para o norte geográfico pois, durante o pico de incidência (meio-dia solar), o painel tem ângulo azimutal zero (VILLALVA, 2015); e nunca menor que 10°, de forma a facilitar a autolimpeza dos módulos. A inclinação dos painéis foi semelhante à latitude do Brasil.

O módulo fotovoltaico utilizado no projeto foi o CANADIAN SOLAR / CS3U/330P GEN3 de 330W de potência e rendimento de 16,63%. O inversor foi o Canadian CSI – 1.5K – TL, com 1500W de potência nominal, limite de tensão de 450V, limite de tensão do MMPPT de 450V, corrente limite de 10 A e rendimento máximo de 97%. As perdas no sistema, considerando a queda de tensão no lado

DC e AC, eficiência do inversor, diodos e conexões, degradação por incidência inicial da luz e transformadores de isolamento, estimam uma perda total de eficiência do sistema de 14% (VALLINA, 2010). O orçamento, solicitado em uma empresa que atua na localidade, consiste em um investimento inicial de R\$ 10.410,00.

A geração esperada foi calculada com base no *datasheet* do painel fornecido pelo fabricante e dados históricos obtidos do atlas solarimétrico da ANEEL, conforme a Tabela 1.

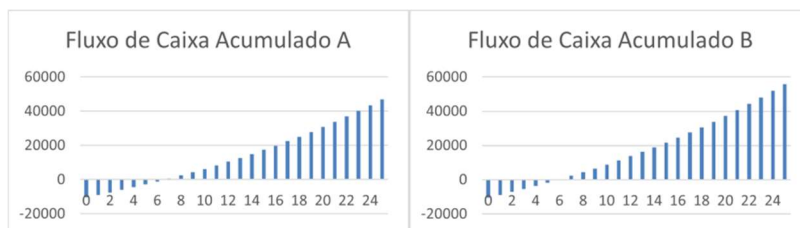
**Tabela 1 - Cálculo da geração média diária de um painel.**

Es (kWh/m <sup>2</sup> )	Am (m <sup>2</sup> )	$h_m$	(1-p)	Ep (kWh)
4,35	1,984	0,1663	0,86	1,2343

Foi feita uma simulação com o software PVSyst, utilizando a base de dados do Meteonorm 7.2, com perda de eficiência de 0,4% ao ano. Em A obteve-se uma produção de 1483 kWh para o primeiro ano e uma perda de eficiência acumulada de 12,66% ao longo dos 25 anos. Em B obteve-se uma produção de 1709 kWh para o primeiro ano e uma perda de eficiência acumulada de 12,12% ao longo dos 25 anos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram considerados indicadores econômicos para analisar a viabilidade do projeto. O *payback* foi de aproximadamente 6 anos e meio no projeto A, enquanto em B foi de 5 anos e meio. A Figura 1 apresenta o fluxo de caixa acumulado calculado para ambos os cenários.



**Figura 1 - Fluxo de caixa acumulado nos cenários A e B, respectivamente.**

A amortização em A ocorre no décimo primeiro ano, considerando a taxa de juros igual à Selic; no nono ano; considerando a taxa de juros igual à Poupança; e no oitavo ano, considerando a taxa de juros igual à inflação. Já no cenário B, o custo inicial para a implantação do sistema fotovoltaico é amortizado nos nono, oitavo e quinto anos de operação, considerando as mesmas taxas de juros. O Valor Presente Líquido em A é de R\$ 6.572,86, enquanto B possui VPL igual a R\$ 9.413,65. A Taxa Interna de Retorno é igual à 5,49% em A, enquanto B apresentou TIR igual à 7,62%.

Ambos os cenários são economicamente viáveis, entretanto o cenário de projeto B se mostrou mais rentável em todos os indicadores analisados. A compatibilização entre os projetos da cobertura da edificação e do sistema fotovoltaico otimizou a geração de energia, uma vez que a cobertura foi projetada de forma que os módulos pudessem ser instalados na orientação e inclinação mais apropriadas para um sistema fotovoltaico fixo.

**Palavras-chave:** Sistema Fotovoltaico; Energia Solar Residencial; Indicadores Econômicos.

### REFERÊNCIAS

- ANEEL. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil - 2ª edição*. Brasília: ANEEL, 2005.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016* – Rio de Janeiro: EPE, 2017.
- VALLINA, M. M. *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: Paraninfo, 2010.
- VILLALVA, M. G. *Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações* - São Paulo: Erica, 2015.