ANÁLISE COMPUTACIONAL DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA AMBIENTE DA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ NO DESEMPENHO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Francisco Werley Ferreira do Nascimento [1], Mateus Bezerra Farias [2], Ligia Maria Carvalho Sousa Cordeiro [3]

RESUMO

O maciço de Baturité não dispõe de grandes polos geradores de energia, mas apresenta tendências na aplicação de tecnologias de placas fotovoltaicas em escalas residenciais e comerciais. Por apresentar-se como um foco de aplicação e utilização desses novos sistemas de geração de energia, é essencial a execução de estudos para avaliação de desempenho do sistema, dando destaque a avaliação de respostas em rendimento, pauta frequente e de grande valia em análises técnicas e econômicas nos dias atuais. Destacando ainda a baixa disponibilidade de dados ou análises para avaliação a implantação de sistemas baseados nesta tecnologia, este trabalho busca efetuar simulações computacionais, desenvolvendo métodos avaliativos de rendimento e projetando estimativas do funcionamento de painéis fotovoltaicos em condições de operação nas mais diversas regiões e temperaturas do maciço, fornecendo subsidio em informações a futuros pesquisadores e investidores na área de energia.

Palavras-chave:

Simulação computacional. Painel fotovoltaico. Maciço de Baturité. Eficiência.

[1] Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Discente, e-mail: werley@aluno.unilab.edu.br
[2] Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Discente, e-mail: farias_mateus@hotmail.com
[3] Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Docente, e-mail: ligia@unilab.edu.br

INTRODUÇÃO

Crescentes investimentos, tanto em esferas públicas quanto privadas estão sendo feitos para o desenvolvimento e implantação de sistemas de geração de energia a partir de um dos recursos mais abundante, o sol, por meio da tecnologia de placas fotovoltaicas. No entanto, implantação de sistemas de geração de energia elétrica por placas fotovoltaicas requerem a avaliação de variáveis que afetam diretamente a eficiência do sistema e seu correto funcionamento. Uma destas variáveis é a temperatura de operação, ou seja, a temperatura ambiente que se encontra o sistema. Ela afeta diretamente a potência entregue pelas placas fotovoltaicas ao sistema a ela conectado. As características estruturais e de construção determinam padrões de operação, que os projetistas estipulam para condições conhecidas como STC (Standard Test Conditions), sendo a 25º C e irradiância de 1000 W/m^2 e mais alguns poucos casos. Conhecer como as características estruturais são afetados pelas condições ambientes e como estas afetam o funcionamento do sistema, permite a classificação dos módulos e a geração de documentação técnica por parte dos fabricantes. Por outro lado, o conhecimento dessas variantes por parte dos engenheiros projetistas incrementa confiabilidade e permite a otimização dos projetos, comparação entre fabricantes (CHENCHE, 2015).

METODOLOGIA

Diversas publicações fazem analises do desempenho de painéis fotovoltaicos, alguns com técnicas computacionais/matemáticas e outras experimentais, a enfase neste estudo está relacionado a processos computacionais para avaliação, com levantamento dos princípios de funcionamento da tecnologia. Concomitantemente, deu-se início aos estudos no ambiente de programação e simulação Matlab® para reprodução de resultados obtidos por pesquisadores. Como o estudo é baseado na produção de resultados para uma região especifica, buscou-se reproduzir estudos realizados em outras regiões e países do mundo. Com o direcionamento do estudo a região de interesse, foram iniciadas pesquisas para levantamento das características do espaço geográfico e das condições climáticas que a compõem. A premissa, as fontes utilizadas seriam dados de entidades e órgãos realizadores de medições climatológicas e trabalhos desenvolvidos pela comunidade científica local e regional. Os bancos de dados de series históricas seriam utilizados no fornecimento das informações temporais, passando por devido tratamento e feita as devidas analises. Um modelo de placa especifico foi escolhido, a CS6U-330P da CanadianSolar, utilizado seu datasheet (folha de dados) para as análises e aplicação nos modelos computacionais em estudo. Um modelo matemático de uma célula fotovoltaica foi adotado e com base neste, alguns resultados obtidos por terceiros puderam ser reproduzidos. A princípio o modelo matemático apresentava respostas satisfatórias, no entanto, sua validação se mostrou necessária. Neste modelo matemática e em muitos trabalhos estudados, os parâmetros que devem ser determinados para a simulação são conhecidos como parâmetros intrínsecos da placa fotovoltaica, sendo as resistências serie e paralela e o fator de idealidade. Existem bastantes métodos para determinar esses parâmetros, mas requerem grande carga de cálculo. Portanto, determinar esses parâmetros foram os objetivos iniciais. Um dos métodos para obtenção das resistências é pela inclinação da reta da função caraterística da placa fotovoltaica fornecida pelo fabricante (BUENO, 2016). Esta reta é fornecida apenas em forma gráfica, assim, foi desenvolvido um método de digitalização para exportar as coordenadas gráficas para uma planilha do Excel. Com a inclinação da reta foi determinada uma aproximação para as resistências, necessitando a determinação do fator de idealidade do modelo computacional. Um método desenvolvido por Blas e citado por Chenche utiliza uma aproximação inicial das resistências, tensão de circuito aberto da placa e a corrente de curto circuito para determinar o fator de idealidade. Com esses dados foi possível fazer a simulação para comparação a folha de dados da placa fotovoltaica e consequente validação do método. Foi necessário ter como base um segundo método de estipulação de parâmetros, assim, com a utilização do software Excel junto a um módulo de ajustes de parâmetros, o SOLVER®, os parâmetros intrínsecos foram novamente obtidos e comparados aos obtidos pelo método gráfico/analítico, foram realizadas novas análises de imagem e geração de dados com base nos novos parâmetros, em seguida foram feitas as comparações e ajustes do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo de fotocélula escolhido foi o de um diodo com resistência em serie e em paralelo. Foi tomado como base a esta escolha pesquisas realizadas na área, que previam significativa aproximação de modelos matemáticos baseados na configuração da figura 1.

Observou-se que este modelo é o mais empregado dentre um grupo de três modelos. A complexidade média se apresenta como um ponto de analise a sua escolha. Assim, três pontos foram considerados, sendo: significativo número de publicações científicas baseadas neste modelo, aproximação de resultados aceitáveis em modelos de engenharia e uma análise matemática com média complexidade. Este último refere-se existência de modelos com alto nível de precisão, mas que apresentam significativo grau de complexidade. Esta rotina permite aproximar resultados a um erro tão pequeno quanto queira. Os primeiros gráficos comparativos foram obtidos após uma extensa analise do método implementado e da rotina executada no ambiente de simulação.

A imagem dois compara relações de corrente verso tensão e potência por tensão para temperaturas de 25°C e 32°C e uma mesma radiação. Os dois gráficos superiores apresentam as correntes a duas temperaturas, sendo o azul referente a temperatura de 25°C e o amarelo referente a temperatura de 32°C. Os gráficos inferiores representam as potencias em função da tensão e das temperaturas. O vermelho é obtido para uma temperatura de 25° e o violeta para a temperatura de 32°. Esta imagem apresenta de forma prática o objeto de estudo desta pesquisa, que seria analisar a influência das diversas temperaturas em sistemas fotovoltaicos, distribuídas por toda a região do maciço de Baturité. Estas temperaturas estão diretamente relacionadas a eficiência dos sistemas, que como observado na imagem, para elevados níveis de temperatura tem-se níveis de queda na potência disponibilizada por uma célula fotovoltaica. Na imagem 3, pode-se ver um recorte da imagem da curva da placa, fornecida pelo fabricante, para regiões de tensão entre 0 e 2,6 volts, esta região está sob a influência da resistência em paralelo da placa (CHENCHE, 2015). O inverso da inclinação da reta na imagem traduz uma primeira aproximação da resistência paralelo da placa.

De modo semelhante, na imagem 4 que representa um recorte na região de circuito aberto da placa (3,3 a 3,8 volts), o inverso da inclinação da reta representa uma aproximação inicial da resistência serie. Com estas aproximações foi possível a obtenção da simulação do modelo, representado na imagem 5, sendo o gráfico em azul a simulação e vermelho os dados digitalizados.

Para ter maior respaldo no processo de simulação e maior segurança na obtenção dos resultados, a busca pelos parâmetros foi feito ainda por estudos baseados no software Excel e uma ferramenta de aproximação de parâmetros, o SOLVER®, sendo um programa de otimização no qual se pode localizar o custo para uma fórmula em uma célula (função objetivo), denominada célula de destino, em uma planilha (COSTA, 2010). A imagem 6 apresenta o resultado do método e o erro relativo associado. Este gráfico é obtido com os dados digitalizados e a equação que rege com comportamento da corrente com aumento de tensão.

Pode-se a partir desta fazer um comparativo dos gráficos obtidos com a variação dos parâmetros no modelo matemático da simulação. Em tom de vermelho tem-se os dados digitalizados, em azul a simulação com dados obtidos a partir do SOLVER e em laranja tem-se a simulação computacional realizado com dados obtidos pela inclinação da reta nos dois pontos de operação especifico (Voc e Isc) em associação ao método de BLAS. Uma análise mais detalhada do erro relativo pode ser feita por meio da imagem 7.

A região de interesse é em torno de 3,1 volts (tensão de máxima potência), os dois métodos apresentam um erro relativo menor que 2% nesta região, porém, para uma significativa extensão do eixo da tensão, o erro associado a simulação obtido com os parâmetros do método de BLAS e gráfico é bem maior.

Com este comparativo, teremos como parâmetros para o modelo computacional os valores dos parâmetros obtidos pelo SOLVER. Em comparação a algumas simulações na bibliografia, o método e os parâmetros utilizados apresentaram resultados aceitáveis para analises de objetivo desta pesquisa.

CONCLUSÕES

Como objeto da pesquisa, o modelo computacional explorado apresentou resultados satisfatórios, podendo reproduzir com erro mínimo cenários de operação reais de módulos fotovoltaicos. A aplicabilidade do método é vasta, apesar de trabalhar aspectos relacionados a temperatura, o método prevê observações em mais variáveis no ambiente de operação, como a radiação. O comportamento das placas no âmbito regional não pode ser obtido por falta de dados meteorológicos, que não se enquadravam no escopo de estudo, pois previa apenas a aplicação desses dados no modelo computacional. Fica, portanto, como ponto de exploração e prosseguimento da pesquisa.

AGRADECIMENTOS

A instituição de modo geral, por meio dos docentes, TAEs e colegas que me auxiliaram nesta pesquisa. A professora Ligia Maria Carvalho Sousa pelo acompanhamento e orientação. Ao meu amigo e colega Mateus Bezerra Farias parceiro nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BELARBI, M. et al. A new algorithm of parameter estimation of a photovoltaic solar panel. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, v. 24, p.276-284.

BELTRÃO, R. E. A. EFEITO DA TEMPERATURA NA GERAÇÃO DE ENERGIA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS SUBMETIDOS A CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DISTINTAS. ESTUDO DE CASO PARA AS LOCALIDADES DE RECIFE E ARARIPINA. 2008. Dissertação (Mestre em Ciências) – Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BUENO, P. H. MODELAGEM ANALÍTICA E NUMÉRICA SEMIEMPÍRICA DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS. 2016. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CHENCHE, L. E. PEÑARANDA. AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE MODELAGEM E PARAMETRIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS MONO E MULTI JUNÇÃO. 2015. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG.

WALKER, G. Evaluating MPPT converter topologies using a Matlab PV Model. Journal of electrical and electronics engineering, Australia, 2001.