REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

ANÁLISE DOS PARÂMETROS ELÉTRICOS DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA[1]

IGOR CAVALCANTE TORRES[2], LEONARDO FAUSTINO LACERDA DE SOUZA[2]

[1] Apresentado no Congresso de Energias Renováveis da UFSCar: 23 a 26 de maio de 2017 – Sorocaba-SP, Brasil

[2] Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias
E-mail: igor.torres@ceca.ufal.br, leonardo.souza@ceca.ufal.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o desempenho de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica (SFCR) em baixa tensão. O gerador é composto por módulos fotovoltaicos de Silício policristalino, totalizando 2.3 kWp, instalados no telhado da residência e conectados a um inversor de 3 kWp. Para a coleta de dados, foi instalado um sistema de aquisição de dados a fim de demonstrar o estudo e apresentar os resultados. A diante serão apresentados os resultados provenientes da aquisição de dados, tais como, eficiência de conversão CC – CA, temperatura de operação do inversor e balanço energético.

Palavras-chave: Fotovoltaico, SFCR, Eficiência.

ANALYSIS OF THE ELECTRICAL PARAMETERS OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM CONNECTED TO THE ELECTRICAL NETWORK OF A RESIDENCE

ABSTRACT

This work presents the performance of a low voltage grid connected photovoltaic system (SFCR). The generator consists of polycrystalline Silicon photovoltaic modules, totaling 2.3 kWp, installed on the roof of the residence and connected to a 3 kWp inverter. For data collection, an acquisition system was installed in order to demonstrate the study and present the results. Ahead will be presented the results from the acquisition of data, such as, DC – AC converter, inveting operating temperature and balance energy.

Keywords: Photovoltaic, SFCR, Eficiency.

INTRODUÇÃO

Com o aumento das tarifas de energia elétrica e a realidade atual do cenário energético brasileiro, há um interesse eminente da sociedade, impulsionada também pelo governo, por produzir localmente sua própria eletricidade. A geração distribuída a partir de painéis fotovoltaicos tem se expandido em maior escala depois da implantação da resolução normativa 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, atualmente modificada para 687, que regulamenta os trâmites para que o consumidor torne-se um microgerador de energia elétrica, utilizando fontes renováveis de energia como recursos primários (ANEEL, 2015). Os custos para implantação de um sistema fotovoltaico ainda são bastante elevados (20 a 25 mil reais), porém a capacidade instalada de sistemas fotovoltaico em todo o mundo desde 2015 ultrapassou os 180 GW (TORRES, 2016).

Todos os procedimentos cabíveis para implantação de um sistema conectado à rede elétrica são dependentes da resolução ANEEL citada no parágrafo anterior. Depois da homologação do microgerador fotovoltaico feita pela concessionária distribuidora, efetua-se a instalação de um medidor bidirecional de energia elétrica. O sistema, então, inicia seu funcionamento com o intuito fundamental de compensar o consumo de energia elétrica. Sendo assim, surge a motivação de analisar o impacto de geração através de um balanço energético, observando a operacionalidade minuciosa dos dispositivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho está fundamentado na discussão dos dados referente às condições operacionais de um sistema fotovoltaico com potência nominal de 2.3 kWp, utilizando nove

módulos com tecnologia de Silício policristalino modelo EP260C conectados ao inversor de tensão PHB3000SS com potência nominal de 3 kWp, orientado ao norte e com 13° de inclinação em referência ao horizonte. O gerador está situado na cidade de União dos Palmares, Alagoas, latitude -9.17153 longitude -36.0212. É estabelecido o fator de dimensionamento do inversor entre 1<FDI<1.4. A figura 1 a seguir ilustra o diagrama unifilar das conexões do sistema.

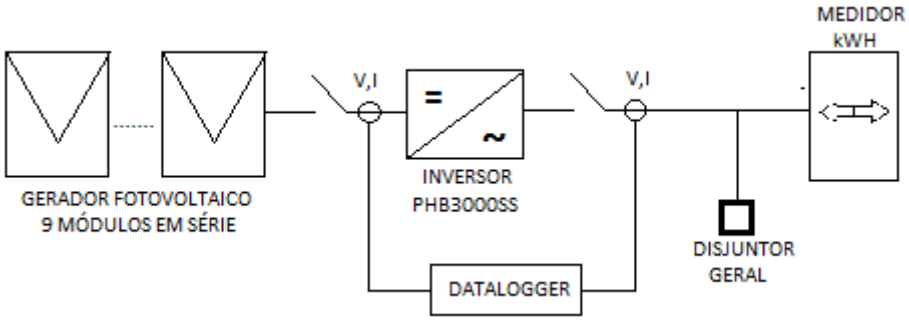

Figura 1: Diagrama unifilar do sistema.

Para realizar a coleta de dados, foi instalado um datalogger junto aos equipamentos, que monitora e registra as grandezas elétricas em corrente contínua e corrente alternada, bem como a temperatura de operação do inversor. O dispositivo de aquisição de dados foi parametrizado para armazenar os dados em sua memória, com intervalo de 8 minutos entre leituras. Após a homologação do sistema fotovoltaico junto à distribuidora de energia elétrica local, a mesma se encarrega de instalar o medidor de energia elétrica bidirecional sendo tal equipamento capaz de registrar o consumo e a geração da edificação. De posse destes dados, é possível fazer um balanço energético da unidade geradora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema fotovoltaico está em operação desde o início de outubro de 2016, totalizando cinco meses de operação, foram utilizados 9 módulos fotovoltaicos de Silício policristalino (Si-p), do fabricante Energia Plena e referência EP260-C, interligados a um inversor de tensão de fabricante PHB3000-SS, ambos os equipamentos são homologados pelo INMETRO. Os resultados expressos neste trabalho são obtidos de valores diários. Dessa forma, foi analisada a eficiência de conversão CC – CA do inversor, a energia total injetada na rede e o impacto econômico na fatura do cliente.

Por se tratar de um sistema comercial, tornou-se inviável a instalação de um piranômetro por motivos de incompatibilidade com o sinal do datalogger. Assim, para um dia de céu claro utilizou-se a curva de potência dos módulos fotovoltaicos ao longo do dia. Ilustra-se pela figura 2, a potência entregue ao inversor.

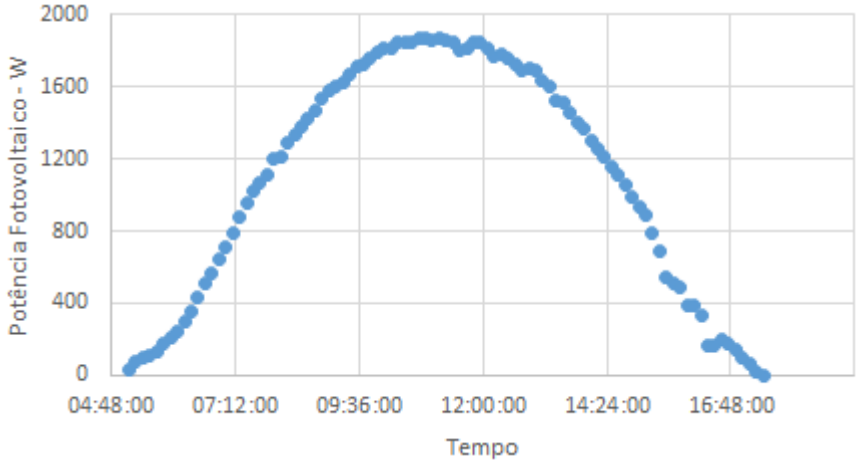

Figura 2: Curva de potência na saída dos módulos.

O gráfico da figura 2 é referente ao dia 07 de outubro de 2016, configurando uma distribuição simétrica da irradiância, sem intermitência da radiação solar. Para esse dia, o gerador fotovoltaico entregou 14.2 kWh à rede. A Figura 3 ilustra os dados de energia (kWh) entregue a rede elétrica em todo o mês de outubro, o valor energético acumulado foi 346.9 kWh/mês.

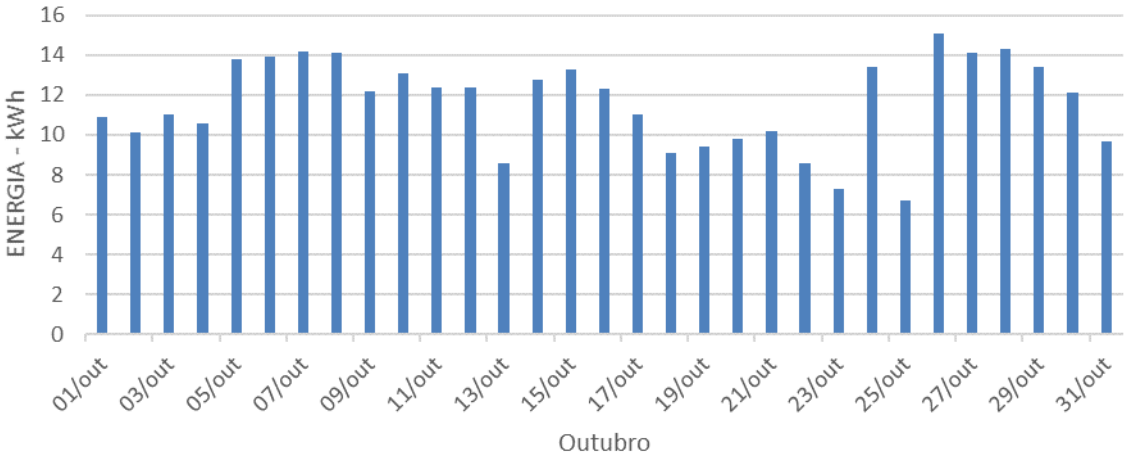

Figura 3: Produção de energia elétrica diária no mês de outubro.

A temperatura dos módulos fotovoltaicos aumenta com a alta taxa de irradiância solar incidente na superfície dos coletores, para o experimento determina - se que a temperatura de costa do módulo seja registrada (BARBOSA, et. al, 2010). Considerando a tensão de operação dos módulos fotovoltaicos em função do tempo, para o dia 07 de outubro, os altos índices de irradiância ocorrem entre 09 e 14 horas. Nessa faixa de tempo, tem-se o aumento da temperatura em função da irradiância, provocando o decremento da tensão do arranjo fotovoltaico. O gráfico da figura 4 demonstra a variação da tensão no ponto de máxima potência em função do tempo.

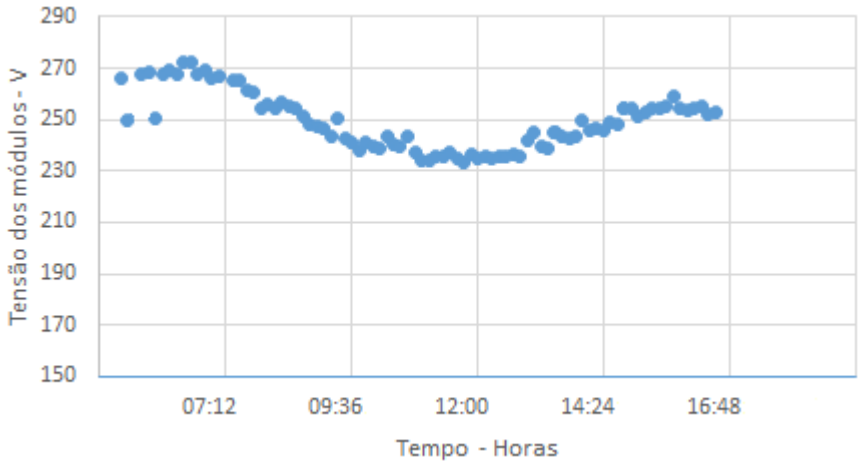

Figura 4: Curva da tensão de operação do gerador FV.

A corrente elétrica gerada obedece a uma relação linear com a incidência solar. Com a ausência da medida da irradiância solar, o comportamento da corrente elétrica proveniente dos módulos fotovoltaica foi obtido em função da potência CC. O gráfico da figura 5 ilustra tal comportamento.

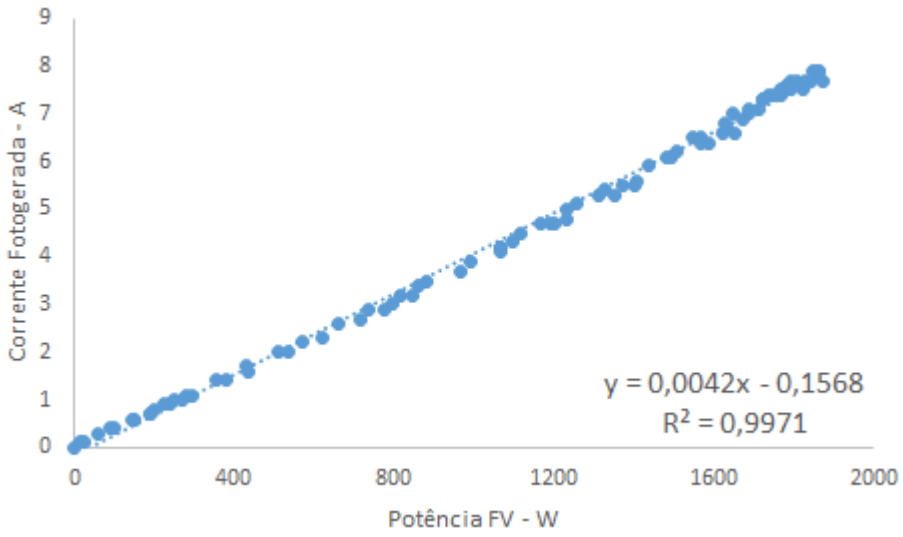

Figura 5: Curva da corrente gerada.

A linha de tendência traçada no gráfico mostra uma curva de regressão bem precisa, com o valor de regressão igual a 0,9971, apresentando uma boa representatividade dos dados coletados experimentalmente, bem como uma equação do primeiro grau que representa o comportamento.

Os resultados obtidos sobre a eficiência de conversão CC – CA do inversor também foram extraídos para o mesmo dia de operação. De posse dos dados da potência de entrada e saída do inversor, calculou-se a rendimento em função do seu carregamento, os resultados estão apresentados na figura 6.

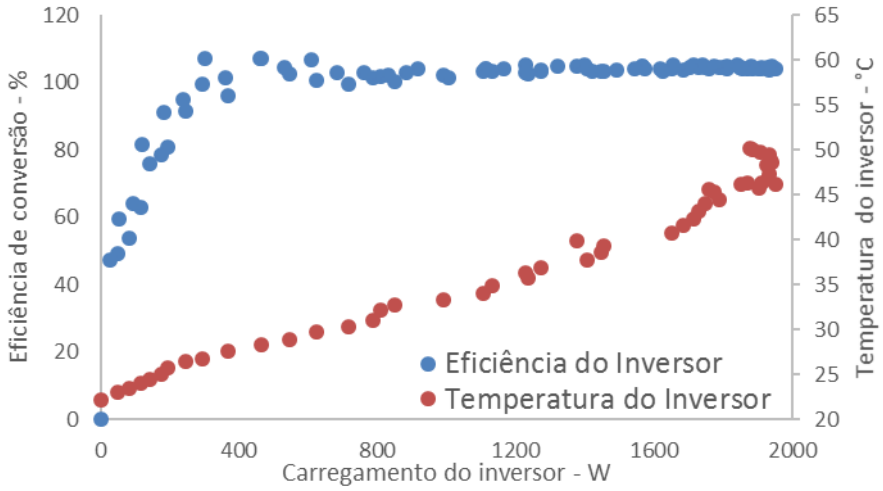

Figura 6: Curva da eficiência de conversão do inversor.

Em complemento ao gráfico da figura 6, o eixo secundário apresenta a temperatura de operação do inversor, observa-se que o equipamento atinge uma temperatura máxima de 50°C, devido ao seu carregamento, ainda assim, a eficiência para essa faixa de temperatura permanece constante próxima dos 100%. É relevante citar que o inversor está com apenas 76% do seu carregamento máximo especificado pelo fabricante.

Todos os resultados apresentados acima foram feitos partindo do aspecto operacional, o principal objetivo de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica é suprir parcialmente ou totalmente a demanda de um consumidor de energia elétrica. Desde o início da implantação desse sistema até o presente mês, o mesmo passou a realizar a compensação de energia elétrica. A figura 7 demostra todo o balanço energético entre consumo e geração de energia elétrica no período considerado.

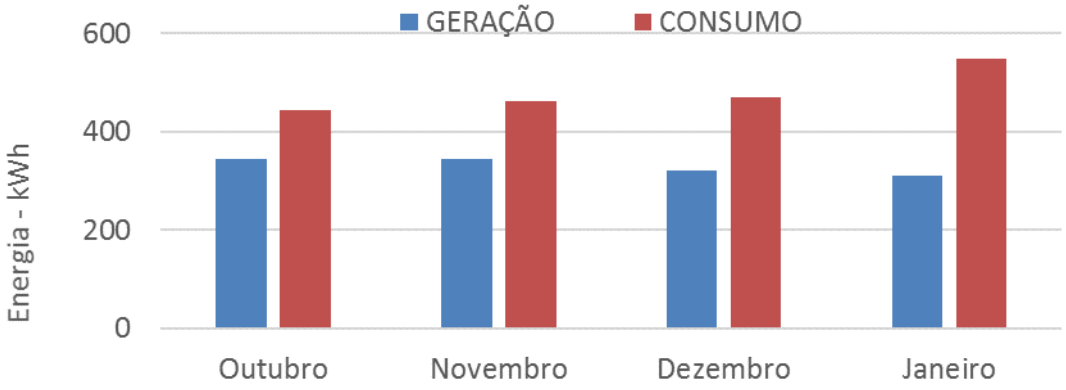

Figura 7: Balanço energético da edificação.

Observando a Figura 7, percebe-se que em nenhum momento o gerador supre totalmente a demanda do consumidor. Quando o sistema foi dimensionado para o cliente houve uma necessidade de geração de 343 kWh/mês, o fato do sistema não ter suprido a demanda mensal foi consequência do aumento do consumo pela residência. Em outubro a geração supriu 77% do consumo total. Para os respectivos meses, o gerador supriu 74%, 68% e 56% das demandas mensais.

O dimensionamento do sistema fotovoltaico foi referenciando utilizando como base um consumo médio de 340 kWh/mês. O fato do não suprimento de toda a demanda de energia elétrica está atrelado ao aumento de consumo por parte do consumidor.

CONCLUSÕES

Como já se esperava, verificou-se um decaimento da tensão em função do horário. No período de maior irradiância a tensão do módulo diminuiu. Na ausência desse sensor, utilizou-se como parâmetro as horas do dia, deduzindo o período de maior irradiação, impossibilitando a quantificação dessa variável.

Em termos de conversão de energia de corrente contínua CC para corrente alternada CA, o conversor se provou com bom desempenho, mesmo estando trabalhando a 76% de sua capacidade e com um FDI de 1.3. A temperatura de operação do inversor pode ser um agravante para diminuição da eficiência, para a condição de funcionamento do inversor, no seu ponto de máxima temperatura, o inversor obteve níveis de eficiência próximos dos 100%.

Os resultados experimentais do sistema fotovoltaico de 2.3 kWp para o período analisado mostram que o sistema fornece a quantidade de energia elétrica em função do consumo preestabelecido. O projeto de um sistema fotovoltaico utiliza como prerrogativas a média dos valores de consumo atual. Para esse estudo, o consumidor excedeu o seu consumo, impossibilitando o gerador de reduzir totalmente a demanda. O sistema forneceu em média 70% da demanda residencial ao mês, na modalidade de compensação de energia.

A apresentação dos resultados é fundamentada no monitoramento dos dados por um longo período de tempo, para que os resultados abordados sejam mais completos e reais para todas as condições climáticas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa No. 687 de 2015:** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, 2015.

BARBOSA, E. M. S. **Metodologia de Avaliação do Potencial de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede em Telhados –** Aplicação em Telhados da UFPE. 2009. Tese de Doutorado (Mestrado em fontes renováveis de energias) Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE.

BARBOSA, E. M. S.; ALVES, F. E. J.; MONTEZUMA, R.; MELO, O. R.; VILELA, C. O.; TIBA, C. Solar Sculpture of Thin-Film Amorphous Silicon A Grid-Connected System. **ISES Solar World Congress**, Kassel, p. 1-8, 2 set. 2011.

TORRES, C. I. **Análise do Desempenho Operacional de Sistemas Fotovoltaicos de Diferentes Tecnologias em Clima Tropical – Estudo de Caso:** Sistema Fotovoltaico Comercial conectado à Rede. Recife, PE: UFPE, 2016. 113 p. Apresentada como defesa de dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.