

ANÁLISE DA PERFORMANCE DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE

Alexandro Vladno da Rocha – alexandro.rocha@ifrn.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN

Fabrcia Abrantes Figueiredo da Rocha – fabricia.rocha@ifrn.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN

Albérico T. Canário de Souza – alberico.canario@ifrn.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN

Resumo. O aumento da demanda de energia, associado com a ameaça de escassez de combustíveis fósseis e com o impacto ambiental causado pela queima dos combustíveis tradicionais não renováveis, vêm exigindo o desenvolvimento de estudos centrados na produção de energia limpa proveniente de recursos renováveis. A energia solar se enquadra nesse cenário, sendo os sistemas fotovoltaicos conectados à rede uma das formas de originar energia. Dentre os tipos existentes desse sistema tem-se o que gera energia de forma descentralizada, no local de consumo, denominado de Edificações Solares Conectadas à Rede e considerado uma prática relativamente nova, mas que reduz as perdas na linha de distribuição. Entretanto, uma das expectativas do investidor nesse tipo de sistema é ter uma estimativa com precisão do quanto será gerado de energia elétrica. Assim, o presente estudo apresentou como objetivo geral a análise da performance de um sistema fotovoltaico, a partir do cálculo da Performance Ratio (PR). Para tanto, foi considerado um sistema instalado em uma instituição pública, mediante o levantamento de dados que abrangeu o período de um ano de observação. Os resultados obtidos apontam para uma Performance Ratio (PR) de 75,6% e um fator de capacidade de 18,9%.

Palavras-chave: Energia Solar, Performance, Fotovoltaica

1. INTRODUÇÃO

A conversão direta de energia solar em energia elétrica a partir de sistemas fotovoltaicos consiste em uma tecnologia de geração modular, que praticamente não ocasiona emissão de poluentes e ruídos durante o seu funcionamento, apresentando baixa ou nenhuma manutenção (VILLALVA; GAZOLLI, 2012).

Realizando uma abordagem cronológica quanto a inserção no mercado da geração de energia elétrica mediante os sistemas fotovoltaicos, pode-se verificar no Brasil uma tendência de crescimento a partir de 1995, muito embora o maior impulso tenha acontecido a partir de 2011. Ressalta-se ainda que considerando as dimensões territoriais e as elevadas taxas de irradiação solar, estima-se um potencial de geração fotovoltaica superior acerca de dez vezes à capacidade instalada na Alemanha, ou seja, 200 GW (VILLALVA; GAZOLLI, 2012).

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR), aplicação da tecnologia solar fotovoltaica, consiste em um arranjo que age como uma fonte complementar ao sistema elétrico ao qual encontra-se conectado. Em linhas gerais, existem dois tipos de sistemas: o primeiro, representando por grandes centrais fotovoltaicas, geram de forma centralizada grandes quantidades de energia elétrica; o segundo, denominado de Edificações Solares Conectadas à Rede (ECFR), gera energia no local de consumo, ou seja, de maneira descentralizada (VILLALVA; GAZOLI, 2012; LORA; HADDAD, 2006).

A ECFR é considerada uma prática relativamente nova e que, por gerar energia de forma descentralizada, reduz as perdas nas linhas de distribuição. Nesta aplicação, a fachada ou teto de uma edificação é utilizado como suporte aos geradores fotovoltaicos. Assim, inicialmente, a energia é produzida sob tensão e corrente contínua. Entretanto, com o uso de inversor a energia passa a ser fornecida em tensão e corrente alternada, viabilizando sua inserção diretamente na rede de distribuição de eletricidade ou seu uso em equipamentos elétricos instalados na edificação. A Fig. 1 apresenta um diagrama esquemático de um sistema fotovoltaico (ZILLES *et al.*, 2012; LORA; HADDAD, 2006).

O presente estudo apresenta como objetivo geral a análise da performance de um sistema fotovoltaico. Para tanto, foi considerado um sistema instalado em uma instituição pública localizada na cidade do Natal, abrangendo um período de observação de um ano.

Assim, a composição desse estudo apresenta inicialmente a caracterização do sistema fotovoltaico analisado. Em seguida, tem-se a abordagem da previsão da produção de energia elétrica, explicitando o cálculo para estimar o potencial de geração solar. A metodologia é apresentada, seguida dos resultados obtidos.

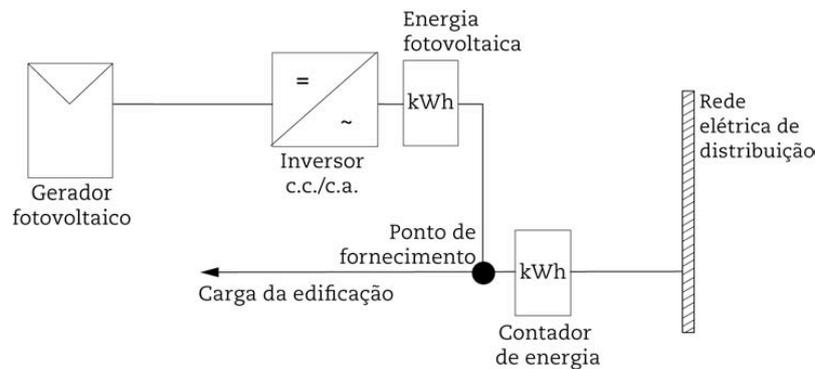


Figura 1- Diagrama esquemático de um sistema fotovoltaico. Fonte: Zilles *et all* (2012)

2. SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE INSTALADO NA INSTITUIÇÃO

Em funcionamento desde 2014, o Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede de uma instituição pública localizada na cidade do Natal foi projetado para uma potência de pico de 56.4 kWp, sendo constituído por 240 módulos fotovoltaicos com potência de 235 Wp cada um. Assim, o sistema foi instalado a partir de quatro arranjos em dois telhados com inclinação de 7º: dois arranjos situados no telhado do prédio principal que abrange a parte administrativa da instituição, sendo cada um composto por 72 módulos distribuídos eletricamente em 6 fileiras; e mais dois arranjos localizados no prédio anexo, compreendendo 48 módulos distribuídos eletricamente em 6 fileiras. O sistema de geração fotovoltaica resultante, por sua vez, apresenta-se conectado à rede de distribuição de energia elétrica a partir de 10 inversores eletrônicos com potência nominal de 4.4 kW (BUIATI, 2013).

Os módulos fotovoltaicos apresentam-se instalados sobre estruturas metálicas fixas, montadas sobre o telhado na forma de "trilhos", calculadas para resistir tanto a cargas de vento quanto para suportar condições meteorológicas adversas. A fixação de cada módulo se deu a partir de 4 pontos de fixação, garantindo que efeitos decorrentes da dilatação térmica e flexão não impliquem em danos aos módulos fotovoltaicos. Ressalta-se ainda que a inclinação do telhado tendeu ao aproveitamento máximo da incidência da radiação solar, evitando ao máximo, o sombreamento proveniente de agentes externos, a exemplo de muros adjacentes e prédios. A Tab. 1 resume as especificações do módulo para as condições de irradiância 1.000 W/m², temperatura de célula 25 °C e espectro AM (Air Mass) 1,5 (BUIATI, 2013).

Tabela 1 - Especificações elétricas do módulo para as condições de irradiância 1.000 W/m², temperatura de célula 25 °C e espectro AM 1,5. Fonte: Adaptada de BUIATI (2013).

CARACTERÍSTICA	VALOR
Máxima Potência	235 W
Tensão de Máxima Potência	29,2 V
Corrente de Máxima Potência	8,05 A
Tensão de Circuito Aberto	36,8 V
Corrente de Curto-Circuito	8,47 A
Coefficiente α	2,5 mA/°C
Coefficiente β	-73 mV/°C
Coefficiente da temperatura da Potência	-0,45%/°C
Comprimento	1,628m
Largura	0,992m
Área do Módulo	1,628m ²
Peso	20kg

No prédio principal, a potência resultante é de 33,84 kWp, sendo as fileiras de 12 módulos ligadas à 12 inversores. Já no prédio anexo, a potência resultante é de 22,56 kWp e as fileiras de 12 módulos apresentam-se ligadas à 8 inversores. A Tab. 2 sintetiza as principais características do inversor utilizado (BUATI, 2013).

Tabela 2 – Características do inversor. Fonte: Adaptada de BUIATI (2013).

DADOS DE ENTRADA	
Potência Nominal	4600 W
Potência Máxima FV recomendada	5750 W
Tensão Máxima c.c.	600 Vcc
Faixa de Tensão do MPPT	230 a 480 Vcc
DADOS DE SAÍDA	
Potência de Saída Nominal	4400 W
Corrente Nominal c.a.	20 A
Corrente Máxima c.a.	23 A
Tensão de Saída da Rede	184 Vca a 267 Vca monofásico
Eficiência Máxima	97,3%

Os módulos de cada fileira são conectados em série. Cada inversor recebe 2 fileiras através de cabos c.a. A distância entre as diferentes fileiras e a posição dos inversores no pior dos casos é de aproximadamente 55 metros. Também foi montando um quadro aparente ao lado dos inversores, conectados por fases, sendo cada um protegido por um disjuntor. A distância desse quadro ao quadro geral do prédio é de aproximadamente 25 metros para cada fase (BUIATI, 2013).

2.1 Previsão da produção de energia elétrica

O potencial fotovoltaico de uma edificação é a capacidade que a mesma possui para gerar energia elétrica a partir da integração de módulos fotovoltaicos integrados a sua envoltória. Existem diversos métodos para se estimar a potência fotovoltaica em edificações. Ordóñez (2010) apresentou uma metodologia baseada na irradiação solar incidente para a cidade de Andalusia, na Espanha, considerada a cidade com maior incidência solar da Europa. Seu estudo demonstrou que com a instalação de módulos fotovoltaicos nas coberturas das edificação, o suprimento energético seria de 79% do consumo anual, reduzindo a dependência energética externa para apenas 21%.

Outro estudo, desenvolvido por Bergamasco e Asinari (2011), apresentou uma metodologia para a estimativa do potencial solar aplicado a região de Piedmont (noroeste da Itália). Neste estudo, a área disponível de telhados foi quantificada através de dados de um SIG (Sistema de Informações Geográficas). Foram utilizados mapas de irradiação solar do banco de dados da Joint Research Centre of the European Commission. Em seguida, foram explorados diferentes cenários de utilização fotovoltaica. Os resultados mostraram que, no melhor cenário, utilizando apenas módulos de silício monocristalino, a potência instalada seria de 4,4 GWp. Esta potência instalada seria capaz de gerar em torno de 6,9 TWh/ano, que supriria cerca de 28% do consumo anual da região.

2.1.1 Previsão da produção de energia elétrica

O potencial de geração de energia elétrica através de painéis solares fotovoltaicos em uma edificação pode ser obtido de duas formas. A primeira delas considera a área total disponível e eficiência de conversão do painel, também chamado de densidade de potência, conforme mostra a Eq. (1) (ZOMER, 2014).

$$P_{CC} = A \times E_{FF} \quad (1)$$

Onde:

P_{cc} = potência instalada em corrente contínua (kWp)

A = área disponível para a integração de módulos fotovoltaicos (m²)

E_{FF} = Eficiência ou Densidade de Potência (kWp/m²)

Este método possui limitações, em virtude de prever espaçamento entre os módulos fotovoltaicos e considerar que todos estejam instalados em um mesmo plano.

A segunda maneira de se obter o potencial que poderá ser instalado é distribuindo, na área disponível, os módulos fotovoltaicos de acordo com suas dimensões, deixando espaços para sua instalação e acessos para manutenção, quando se fizer necessário. A partir do número de módulos, multiplica-se este valor por sua potência nominal, conforme Eq. (2) (ZOMER, 2014).

$$P_{CC} = n \times P_{Nom} \quad (2)$$

Onde:

P_{cc} = potência instalada em corrente contínua (kWp).

n = quantidade de módulos fotovoltaicos que cabem em determinada área.

P_{Nom} = Potência Nominal do módulo fotovoltaico em kWp.

Para se chegar à quantidade de módulos, pode-se dividir a área total disponível pela área individual de um módulo ou pode-se desenhá-los em programas de computador como, por exemplo, o Autocad. A partir da potência instalada em uma edificação, é possível quantificar a geração de energia elétrica através da conversão fotovoltaica. Uma das formas de calcular a previsão de energia gerada por um sistema fotovoltaico é a partir da irradiação solar incidente no plano dos módulos, multiplicada pela potência instalada e por um fator de correção relacionado ao rendimento do sistema, chamado de Performance Ratio (PR), conforme as Eqs (3) e (4) (ZOMER, 2014).

$$E_{GER} = H_{INC} \times P_{CC} \times PR \quad (3)$$

Isolando o PR

$$PR = E_{GER} / (H_{INC} \times P_{CC}) \quad (4)$$

Onde:

E_{GER} = Energia elétrica gerada pelo sistema solar fotovoltaico diária (kWh).

H_{INC} = Horas de Pico Solar (h). obtido pela divisão entre a Irradiação Solar diária recebida no plano do painel fotovoltaico (kWh/m²), dividida pela irradiância de referência de 1 kW/m², expressa em número de horas (h) por dia.

P_{CC} = Potência do sistema em corrente contínua (kW), obtido através da Equação 2 ou da Equação 3.

PR = Rendimento do sistema (inversor e conexões). Tem se utilizado tipicamente o valor 0,80 por ser a média dos valores frequentemente encontrados na literatura (0,75 a 0,85) (DECKER e JAHN, 1997; MARION *et al.*, 2005; MONDOL *et al.*, 2006; REICH *et al.*, 2012; RUTHER *et al.*, 2010).

A previsão da produtividade de um sistema é importante não apenas do ponto de vista técnico, mas também do ponto de vista econômico (POLVERINI *et al.*, 2012).

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa, de natureza quantitativa, consiste em um estudo de caso de caráter descritivo. Assim, a partir da realidade vivenciada acerca de um sistema fotovoltaico instalado em uma instituição pública localizada na cidade do Natal.

Segundo Pinho e Galdino (2014), faz-se necessário, para fins de projetos de engenharia, que sejam obtidos dados precisos relacionados ao recurso solar em três aspectos essenciais e complementares:

- uso direto das medições realizadas para desenvolvimento de projetos e avaliação de sistemas solares;
- o seu uso para os casos em que há a necessidade de modelos que, a partir das medições em um determinado plano, forneçam a radiação solar global e as componentes direta e difusa no plano desejado; e
- a sua utilização para validação de modelos de estimativa da radiação solar onde não existam informações medidas.

Portanto, o projeto de um sistema fotovoltaico requer o conhecimento e a cuidadosa utilização de dados de radiação solar de um determinado lugar em particular. Para tanto, esse estudo obteve dados de radiação solar do Laboratório de Variáveis Ambientais e Tropicais (LAVAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que tem como objetivo a coleta de dados de alguns parâmetros da atmosfera para apoiar a pesquisa científica, a formação de recursos humanos e a divulgação de dados ambientais para o público.

Os dados de radiação solar utilizados foram obtidos da estação solarimétrica instalada na cidade do Natal, que faz parte do projeto Sonda (Sistema de Organização de Dados Ambientais) e também é compatível com a medição de iluminação natural básica do IDMP (*International Daylight Measurement Programme*) (LAVAT, 2015).

Os dados referentes a geração mensal de energia do sistema fotovoltaico em análise foi obtido diretamente do sistema de monitoramento integrado aos inversores.

A avaliação sobre a consistência e a qualidade dos dados obtidos de radiação solar do LAVAT e de geração de energia dos inversores foi crucial para a correta análise de performance do sistema fotovoltaico. Para tanto, foram considerados os seguintes critérios, de acordo com Pinho e Galdino (2014):

- se o valor medido estava dentro dos limites da variável;
- se existia consistência entre diferentes dias de medições; e
- se houve consistência histórica.

Dessa forma, no mês de novembro/15 foram desconsideradas as gerações de energia durante 4 dias em que a produção não havia consistência histórica. No caso da radiação solar, foram desconsiderados os 6 primeiros dias do mês de agosto/15 por não apresentarem valores ou estarem fora dos limites da variável.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir dos valores de radiação solar obtidos no site do LAVAT para a cidade do Natal, pode-se calcular o valor do H_{INC} (Horas de Pico Solar) médio para cada mês considerado e apresentado na Tab. 3.

Tabela 3 - Dados da Radiação Solar de Natal. Fonte: LAVAT (<http://www.crn2.inpe.br/lavat.php>)

MÊS	DIAS	RADIAÇÃO SOLAR MÉDIA (W/m ²)	IRRADIAÇÃO SOLAR MÉDIA (kW/m ²)	HORAS DE PICO SOLAR DIÁRIA (h)
Dez/14	31	266,74	198,45	6,40
Jan/15	31	283,09	210,62	6,79
Fev/15	28	260,40	174,99	6,25
Mar/15	31	234,29	174,31	5,62
Abr/15	30	257,45	185,36	6,18
Mai/15	31	239,83	178,43	5,76
Jun/15	30	211,21	152,07	5,07
Jul/15	31	194,94	145,03	4,68
Ago/15	31	197,07	180,64	5,83
Set/15	30	270,02	194,41	6,48
Out/15	31	280,91	208,99	6,74
Nov/15	30	298,67	215,05	7,17

Os valores do *Performance Ratio* (PR) para cada mês considerado, calculados de acordo com a Eq. (4) são indicados na Tab. 4.

Tabela 4 - Dados da Produção de Energia Elétrica do IFRN. Fonte: Dados de energia obtidos diretamente do inversor instalado no sistema.

MÊS	DIAS	HORAS DE PICO SOLAR DIÁRIA (h)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)	ENERGIA ELÉTRICA PRODUZIDA (kWh)	PERFORMANCE RATIO (PR)
Dez/14	31	6,40	56,40	8363,70	74,72%
Jan/15	31	6,79	50,76	7941,80	74,28%
Fev/15	28	6,25	50,76	6.608,20	74,40%
Mar/15	31	5,62	50,76	6.883,80	77,80%
Abr/15	30	6,18	50,76	7.032,80	74,74%
Mai/15	31	5,76	50,76	6.714,40	74,13%
Jun/15	30	5,07	50,76	5.770,50	74,75%
Jul/15	31	4,68	50,76	5.854,20	79,52%
Ago/15	31	5,83	50,76	7.018,20	76,54%
Set/15	30	6,48	50,76	7.397,10	74,96%
Out/15	31	6,74	50,76	7.693,40	72,52%
Nov/15	30	7,17	50,76	7.540,90	69,08%
TOTAL	365	5,99	51,23	84.819,00	75,60%

Observa-se na Tab. 4 que o valor de 75,60% para o *Performance Ratio* (PR) apresentou compatibilidade com o valor estimado no projeto do sistema de 75,30%, calculado através do software PVSYSY, segundo consta em Buiati (2013).

Pode-se ainda calcular o fator de capacidade que, segundo Oliveira (2004), é a capacidade que um sistema possui de produzir energia se operasse em sua potência nominal durante as vinte e quatro horas do dia. O cálculo do fator de capacidade anual é dado pela Eq. (5).

$$FCC(\%) = \frac{E_g}{P_{CC} \cdot 24h \cdot 365} \cdot 100 \quad (5)$$

Onde:

FC = Fator de capacidade do sistema

E_g = Energia produzida pelo sistema em um ano (kWh)

P_{CC} = Potência nominal dos sistema fotovoltaico (kW)

Assim, o Fator de Capacidade do sistema para o período considerado na pesquisa foi de:

$$FCC(\%) = \frac{84.819kWh}{51,23kW \cdot 24h \cdot 365} \cdot 100$$

$$FC(\%) = 19,9\%$$

No caso do Fator de Capacidade de 18,9% houve uma superação em relação ao valor de 16,66% para estimado no projeto do sistema e calculado através do software PVSYST, segundo consta em Buiati (2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *Performance Ratio* é considerada uma medida importante para avaliar a eficiência de um sistema fotovoltaico, uma vez que retrata a relação entre a possível produção de energia real e a teórica, ou seja, é a relação entre o rendimento real e o rendimento esperado do sistema.

Para o sistema em questão, um valor de 75,6% de PR em média durante um ano e, observando-se os valores mensais que variaram de 69,8% (mínimo em novembro/15) a 79,2% (máximo em julho/15) com um desvio padrão de 2,47%, demonstra que o sistema apresentou um desempenho de acordo com o planejado pelo PVSYST (75,3%) e foi relativamente estável em cada um dos meses. Ressalta-se que a perda de 24,4% da potência gerada pelos painéis engloba as perdas por efeito Joule no inversor, nos cabos, conectores e dispositivos de proteção, além das perdas devido as diferentes inclinações dos painéis, efeitos de sombreamento, dentre outros fatores.

O cálculo da energia que será gerada por um sistema fotovoltaico é também um dado fundamental que define a viabilidade do projeto. A obtenção de dados confiáveis, mediante equipamentos e instrumentos de qualidade, e o correto tratamento dos dados, fornecerão mais segurança aos projetistas de que seus prognósticos serão confirmados, quando da implantação do projeto.

A região na cidade de Natal, tem um excelente potencial de energia solar e isso pode ser observado pelo valor do Fator de Capacidade (FC) de 18,9% obtido nesta pesquisa que superou o previsto em projeto. O FC fornece uma indicação do quanto de energia a fonte primária, no caso o sol, está fornecendo para o sistema de geração com relação a sua potencialidade nominal.

Todavia, a principal limitação do trabalho refere-se ao método de cálculo utilizado que generaliza as perdas por temperatura, pelos inversores e pelo cabeamento a um valor padrão e não considera as perdas por sombreamento, que são variáveis para cada caso. Para que estes fatores sejam levados em consideração e produzam uma estimativa mais próxima da realidade, são necessárias análises mais precisas e particulares para cada caso. A previsão da produtividade (*yield*) do sistema é dada pela razão entre a geração fotovoltaica estimada e a potência instalada.

REFERÊNCIAS

- Bergamasco, L., Asinari, P., 2011. Scalable methodology for the photovoltaic solar energy potential assessment based on available roof surface area: Application to Piedmont Region (Italy). *Solar Energy*. Issue 5, v.85, p.1041-1055.
- Buiati, G. M., 2013. Memorial Descritivo de Sistema de Microgeração Fotovoltaica conectado à rede elétrica com potência instalada de 56,4 kWp em Natal, RN. São José dos Campos.
- Decker, B., Jahn, U., 1997. Performance of 170 grid connected PV plants in Northern Germany. Analysis of yields and optimization potentials. *Solar Energy*. Issue 4, v. 59, p. 127-133.
- LAVAT, 2015. <http://www.crm2.inpe.br/lavat>. Acesso em 09 dez. 2015.
- Lora, E. E. S., Haddad, J., 2006. Geração Distribuída. Aspectos Tecnológicos, Ambientais e Institucionais. Interciência, Rio de Janeiro.
- Marion, B., Adelstein J., Boyle, K., Hayden, H., Hammond, B., Fletcher, T., Canada, B., Narang, D., Shugar, D., Wenger, H. Kimber, A., Mitchel, L., Rich, G., Townsend, T., 2005 Performance Parameters for Grid-Connected PV Systems. In: 31st IEEE Photovoltaics Specialists Conference and Exhibition, 2005a. Anais. Lake Buena Vista.
- Mondol J. D., Yohanis, Y., Smyth, M., Norton, B., 2006. Long term performance analysis of a grid connected photovoltaic system in Northern Ireland. *Energy Conversion and Management*. Issue 18, v.47, p.2925-2947, 2006a.
- Oliveira, S. H. F., 2002. Geração distribuída de eletricidade: inserção de edificações fotovoltaicas conectadas à rede no estado de São Paulo. Tese de Doutorado do programa interunidades de Pós-graduação em Energia, USP, São Paulo.
- Ordóñez, J., Jadraque, E., Alegre, J., Martánez, G., 2010. Analysis of the photovoltaic solar energy capacity of residential rooftops in Andalusia (Spain). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Issue 7, v.14, p.2122-2130.
- Pereira, F. A. S., Oliveira, M. A. S., 2011. Curso Técnico Instalador de Energia Solar Fotovoltaica, Publindústria.
- Pinho, J. T.; Galdino, M. A., 2014. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. CEPTEL – CRESESB, Rio de Janeiro.
- Polverini, D., Field, M., Dunlop, E., Zaaiman, W, 2012. Polycrystalline silicon PV modules performance and degradation over 20 years. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*.
- Reich, N. H., Mueller, B., Armbruster, A., Van Sark, W. G. J. H. M., Kiefer, K., Reise, C., 2012. Performance ratio revisited: is PR > 90% realistic? *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. Issue 6, v.20, p.717-726.
- Ruther, R., Nascimento, L., Urbanetz, J., Pfitscher, P., Viana, T. Long-term performance of the first grid connected, building-integrated, thin-film amorphous silicon PV installation in Brazil. In: 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 2010. Anais. Honolulu - HI, EUA: Proceedings of the 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference. New York, 2010.v.1. p. 1-4.

- Villalva, M. G., Gazoli, J. R., 2012. Energia Solar Fotovoltaica. Conceito e Aplicações. Sistemas Isolados e Conectados à Rede, Ed. Érica, São Paulo.
- Zilles, R.; *et al.* 2012. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Coleção aplicações da energia solar fotovoltaica. Oficina de Textos, São Paulo.
- Zomer, C. D., 2014. Método de Estimativa da Influência no Sombreamento Parcial na Geração Energética de Sistemas Solares Fotovoltaicos Integrados em Edificações. Tese de Doutorado, Florianópolis.

PERFORMANCE ANALYSIS OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM CONNECTED TO GRID

Abstract. *The increase in energy demand, coupled with the threat of scarcity of fossil fuels and the environmental impact caused by the burning of non-renewable conventional fuels, are demanding the development of studies focused on the production of clean energy from renewable resources. Solar energy fits in this scenario, and photovoltaic systems connected to the network one of the ways to give energy. Among the existing types of this system it has been the generating decentralized energy in the place of consumption, called the Solar Buildings Connected to the Network is considered a relatively new practice, but it reduces the losses in the distribution line. However, one of the investor's expectations in this type of system is to have an estimate accurately how much will be generated electricity. Thus, the present study has as main objective to analyze the performance of a PV system, from the calculation of the performance ratio (PR). Therefore, it was considered a system installed in a public institution, a survey data covering the period of a year of observation. The results point to a performance ratio (PR) of 75.6% and a 18.9% capacity factor.*

Key words: *Solar Energy, Performance, Photovoltaic*