

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO ENERGÉTICA E DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO AO ANTEPROJETO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE FLORIANÓPOLIS

Ruany Dolla – ruany.dolla@gmail.com

Adrian Cipriani Chaves – adriancipri@gmail.com

Gustavo Xavier de Andrade Pinto – gustavoxap@gmail.com

Helena Flávia Napolini – helena@eel.ufsc.br

Ricardo Rütther – rruther@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

Campus Universitário Trindade, Caixa Postal 476, Florianópolis-SC, 88040-900

Resumo. Este trabalho tem como objetivo estimar a contribuição energética e o desempenho de um sistema fotovoltaico hipotético de 2MW conectado à rede e integrado à arquitetura do anteprojeto do terminal de passageiros do aeroporto internacional de Florianópolis. Os resultados mostram que painéis solares fotovoltaicos oferecem grande potencial de aproveitamento quando integrados a edificações como aeroportos que são isolados, livres de sombreamento e com grande demanda de energia elétrica. Utilizando cinco anos de dados de irradiâncias e temperaturas ambientes medidos na cidade de inserção do sistema fotovoltaico, observa-se a influência da orientação e inclinação dos módulos na geração de energia. A geração acompanha as estações do ano com uma maior geração nos meses de verão onde naturalmente a demanda por energia elétrica em aeroportos em locais quentes é maior devido a utilização de aparelhos de condicionador de ar. Com a estimativa de produção de energia elétrica anual de 2.235 MWh, o sistema solar fotovoltaico seria capaz de suprir 87,4% do consumo do terminal de passageiros do Aeroporto Internacional de Florianópolis no ano de 2016, 58,5% do consumo total de energia elétrica do aeroporto daquele ano.

Palavras-chave: Energia solar, Energia solar fotovoltaica, Simulação computacional para geração de energia fotovoltaica.

1. INTRODUÇÃO

Para o seu funcionamento, os aeroportos precisam consumir grandes quantidades de recursos naturais, e o mais importante desses recursos é a eletricidade (AENA, 2016). Os edifícios aeroportuários são interessantes para a integração de sistemas fotovoltaicos, pois são tipicamente grandes e horizontais, geralmente sem sombreamento de edifícios vizinhos, e podem acomodar grandes quantidades de módulos fotovoltaicos em suas fachadas e telhados (Braun *et al.*, 2008). Além disso, devido às cargas de ar condicionado e demanda de eletricidade, os perfis de geração solar em edifícios aeroportuários são muitas vezes bem correlacionados (Rütther *et al.*, 2006; Braun *et al.*, 2007; Rütther e Braun, 2009).

Considerando os altos níveis de irradiação solar no Brasil (Pereira *et al.*, 2017) e as vantagens técnicas da geração no local com o sistema fotovoltaico integrado ao edifício e conectado à rede, esta tecnologia pode contribuir consideravelmente para a matriz energética nacional (Urbanetz *et al.*, 2001; Martins *et al.*, 2008). Estudos demonstram benefícios para investidores do setor comercial ao integrar esse tipo de geração em suas edificações, reduzindo custos do pico de demanda (Braun e Rütther, 2010; Jardim *et al.*, 2008).

Dentre todas as regiões do Brasil, a região Sul possui a menor média diária de irradiação solar global horizontal, e sabe-se que climas mais temperados como os da região Sul apresentam forte potencial econômico e técnico para o aproveitamento da energia solar (Goldembearg *et al.*, 2004; Rosa e Lomardo, 2004; Carlo e Lamberts, 2008).

Sistemas de geração de energia solar fotovoltaica já foram implantados com sucesso em dezenas de aeroportos em todo o mundo (Kandt e Romero, 2014), como por exemplo os 50kWp no Aeroporto de Gatwick, Inglaterra (Ortasolar, 2012), 2,4 MWp no Aeroporto Fresno-Yosemite, EUA (<http://www.flyfresno.com>, 2008), 8 MWp no Aeroporto Internacional de Atenas, Grécia (<https://www.aia.gr>, 2012) e 25 MWp no Aeroporto Internacional de Indiana, EUA (IND Solar Farm, 2015). Uma implementação bem sucedida depende de estudos detalhados de planejamento e localização, incluindo considerações sobre o potencial solar, desempenho do sistema e segurança (Rütther e Braun, 2005; Alba e Mañana, 2016).

Com a diminuição dos custos das tecnologias fotovoltaicas e a crescente aceitação dos arquitetos em incluir elementos fotovoltaicos em seus projetos (Prasad e Snow, 2002), pode-se esperar uma integração de painéis fotovoltaicos inovadora, como por exemplo, formas curvas e superfícies translúcidas. Além disso, combinar a geração de energia de sistemas fotovoltaicos com a área de telhado disponível nos aeroportos contribui para reduzir os impactos das emissões poluentes dos aviões e também dissemina uma energia limpa e renovável (Zomer *et al.*, 2013).

2. METODOLOGIA

O trabalho visa estimar o desempenho e a contribuição energética de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR) e integrado arquitetonicamente à estrutura do Aeroporto Internacional de Florianópolis, localizado na região sul do Brasil, utilizando a tecnologia de silício policristalino (p-Si). Para as simulações 3D realizadas através do *software* PVSyst (www.pvsyst.com), adotou-se uma média de cinco anos de dados meteorológicos medidos em Florianópolis. O sistema fotovoltaico analisado é integrado à área da superfície (aproximadamente 13.500 m²) do anteprojeto do terminal de passageiros do aeroporto internacional localizado em Florianópolis/SC (27° 36' S e 48° 31' O), sul do Brasil.

O desempenho e a contribuição energética do sistema fotovoltaico integrado à edificação foram avaliados através de simulações via PVSyst para a tecnologia de módulos fotovoltaicos de p-Si. A Tab. 1 apresenta as principais características do módulo fotovoltaico utilizado.

Tabela 1 - Característica do módulo fotovoltaico.

Tecnologia	Potência (W)	V _{MPP} (V)	I _{MPP} (A)	V _{OC} (V)	I _{SC} (A)	Coef. Temp. (%/°C)	Área (m ²)
Silício policristalino (p-Si)	250	30,4	8,24	38,4	8,79	-0,45	1,62

Como não é possível reproduzir uma superfície curva no PVSyst, no modelo tridimensional adotado para as simulações, a cobertura do projeto do aeroporto que possui 250 metros de comprimento foi dividida em três subsistemas, conforme ilustrado na Fig. 1. O subsistema I possui uma leve curvatura compondo o topo da cobertura, com 30 metros de largura, e foi simulado como uma superfície plana. O segundo subsistema possui uma inclinação de 10° e tem sua face voltada à sudoeste. Por fim, o subsistema III com 10 metros de largura, tem a sua face voltada à nordeste e tem a maior inclinação, 20°.

Do projeto original, toda a superfície útil foi utilizada com exceção de duas áreas que foram descartadas, uma onde há uma clarabóia para iluminação natural e uma segunda de acesso de serviço à cobertura da edificação. A Fig. 1 apresenta imagens 3D do projeto da estrutura e simulação dos 3 subsistemas com módulos fotovoltaicos integrados. Outros detalhes dos subsistemas são detalhados na Tab. 2.

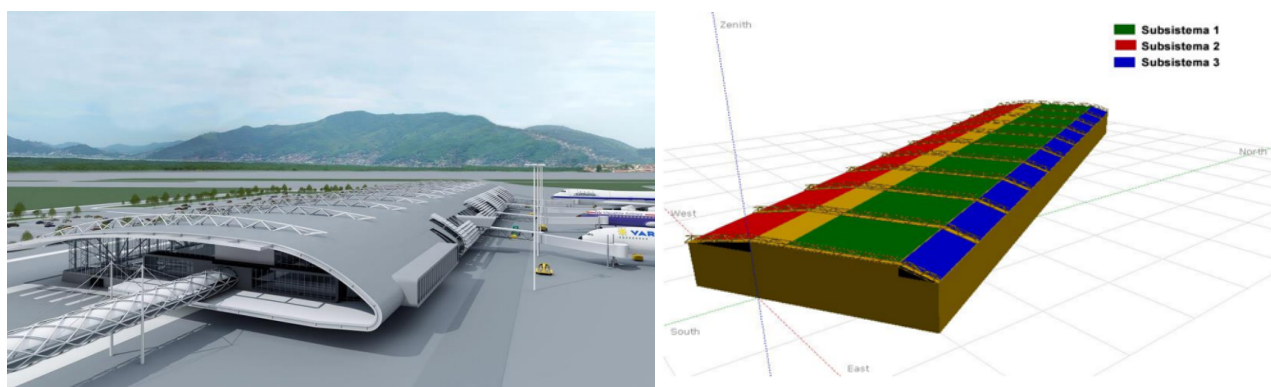


Figura 1 – Visão 3D do projeto do novo terminal de passageiros do aeroporto de Florianópolis e imagem 3D da simulação da estrutura com integração de módulos fotovoltaicos.

Tabela 2 - Subsistemas da superfície curva da edificação simulada.

Tecnologia	Subsistema	Inclinação (°)	Nº módulos	Área (m ²)	Pot. FV (kWp)	Pot. Inversor (kWp)
p-Si	I	0	4.140	6.900	1.035	1.000
	II	10	1.380	2.300	345	315
	III	20	2.760	4.600	690	630

Para avaliar o recurso solar no local de inserção do sistema solar fotovoltaico, a metodologia adotada consiste em levantar a evolução mensal da irradiação solar média diária no plano horizontal na cidade de Florianópolis, expressa em em kWh/m².

Para o período compreendido entre 2009 e 2013, a temperatura ambiente e a irradiação solar global média diária no plano horizontal foram obtidas através de dados de temperatura ambiente e irradiância registrados em intervalos de 5 minutos pelo *datalogger* SMA Sunny Webbox do sistema de 2 kWp instalado no Campus da Trindade – UFSC (Rüther e Dacoregio, 2000). Através deste banco de dados, foi obtido um ano médio representativo deste período, com a irradiação global horizontal média intitulada de “Irradiação 09-13” e a temperatura ambiente média diária intitulada de “Temperatura Ambiente 09-13”.

O Desempenho Global (*Performance Ratio* – PR) é definido como a relação entre o desempenho real do sistema e o desempenho máximo teórico possível. A PR contabiliza todas as perdas envolvidas no sistema, como perdas por queda de tensão, devido à resistência elétrica de condutores e conectores, *mismatch*, sombreamento, espectro além das perdas por sujeira, rendimento do inversor, temperatura de operação dos módulos FV, indisponibilidade do sistema, entre outras. As perdas padronizadas no software são ilustradas na Tab. 3

Tabela 3 – Perdas padronizadas do sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica.

Perda ôhmica	Perda da eficiência dos módulos	Perda por <i>mismatch</i>	Perda por sujeira	Indisponibilidade do sistema	Perdas LID
1,5%	-0,8%	1,0%	3,0%	2,0%	1,3%

A produtividade (Yield) é a relação entre a energia produzida e a potência nominal do sistema. A PR e a produtividade são parâmetros muito utilizados, pois permitem comparar sistemas FV instalados em locais e/ou orientações diferentes e avalia a geração de energia elétrica levando em consideração a potência real do sistema sob condições de operação. O fator de capacidade (FC) de um sistema é dado pela razão entre a energia gerada em determinado intervalo de tempo e sua potencial geração caso estivesse operando com potência máxima no mesmo período. Deschamps (2015) afirma que os fatores de capacidade variam de acordo com a irradiação média anual do local apresentando valores típicos situados entre 10 e 20%.

Foi avaliado o impacto da geração solar fotovoltaica sobre o consumo de energia elétrica total do Aeroporto Internacional de Florianópolis e do terminal de passageiros do mesmo, no ano de 2016.

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cidade de Florianópolis, onde se localiza o aeroporto, segundo a classificação climática de Köppen (1948) é caracterizada por clima Cfa - subtropical com invernos amenos e verões quentes com temperaturas superiores a 22°C. A Fig. 2 apresenta a irradiação solar global horizontal média diária medida e a temperatura ambiente média diária medida durante cinco anos em Florianópolis, intitulados de “Irradiação 09-13” e “Temperatura Ambiente 09-13”.

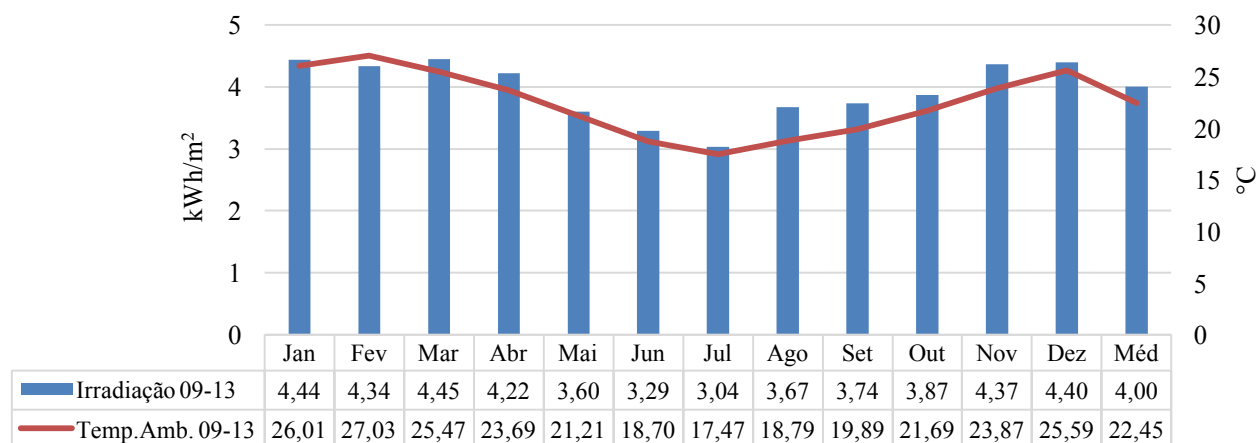


Figura 2 – Evolução mensal da irradiação solar global horizontal média diária e temperatura ambiente média diária.

No período analisado, os resultados mostram que a irradiação solar global horizontal média diária medida foi de 4,0 kWh/m² e a temperatura ambiente média diária de 22,5 °C. Observa-se que Florianópolis é caracterizada por possuir as quatro estações do ano bem definidas e diferenciação térmica ao longo do ano. Para o trimestre mais quente (dezembro, janeiro e fevereiro) a irradiação média diária e a temperatura ambiente média diária foram respectivamente 43,1% e 31,8% maior do que no trimestre mais frio (maio, junho e julho).

A Tab. 4 apresenta para o período analisado e para os trimestres que representam as estações do ano, a distribuição percentual da irradiância média medida, em intervalos de 5 minutos.

Tabela 4 – Distribuição percentual da irradiância média medida

Faixa de Irradiância (W/m ²)	Verão (Jan-Fev-Mar)	Outono (Abr-Mai-Jun)	Inverno (Jul-Ago-Set)	Primavera (Out-Nov-Dez)
<400 (baixas)	8,73%	10,48%	12,28%	10,17%
400-800 (médias)	15,90%	14,34%	12,70%	14,56%
800-1000 (altas)	0,37%	0,18%	0,02%	0,26%

Observa-se que no verão a incidência de irradiancias médias e altas (400-1000 W/m²) totalizam 16,27%. No inverno foram encontrados os menores percentuais de baixas irradiancias (<400 W/m²) e baixos percentuais de irradiancias acima de 800 W/m².

A Fig. 4 mostra a evolução mensal da irradiação solar global inclinada resultante da simulação, que é mesma irradiação observada pelo sistema fotovoltaico.

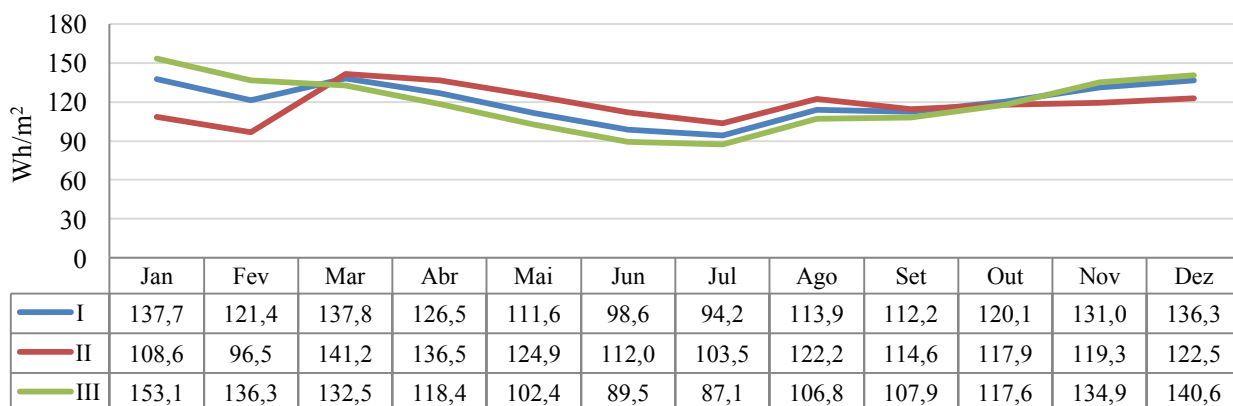


Figura 4 - Evolução mensal da irradiação global inclinada nos subsistemas.

A Fig. 5 mostra a evolução mensal da geração solar fotovoltaica de cada subsistema e a geração fotovoltaica total, expressas em MWh.

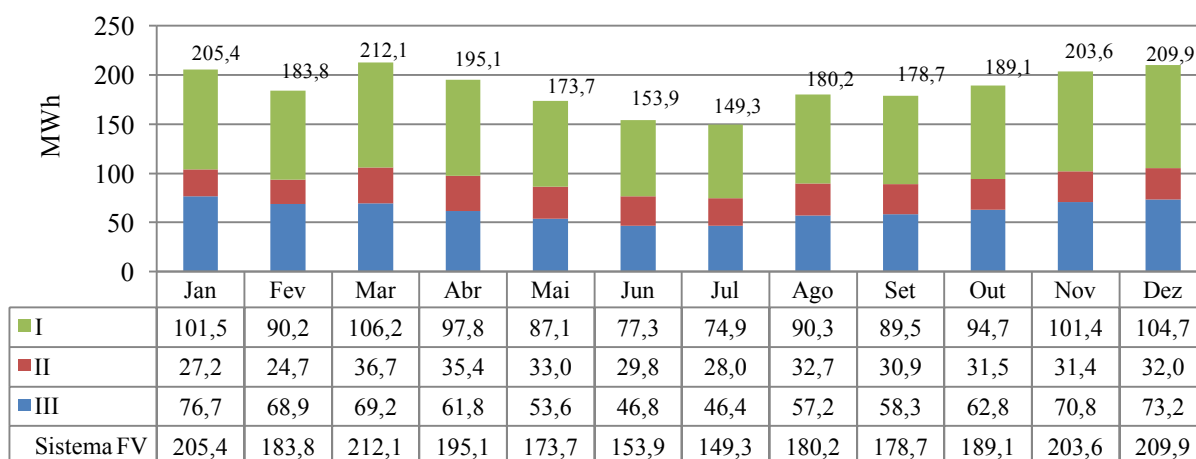


Figura 5 – Evolução média mensal de geração total e de cada subsistema.

Para período analisado, os resultados da simulação mostram geração mensal do sistema integrado à edificação e conectado à rede de aproximadamente 186,2 MWh. Os subsistemas apresentam geração proporcional à sua potência instalada. O mês de março, com maior índice de irradiação solar global horizontal medida, foi o mês de maior geração (212,1 MWh) e o mês de junho, com menor irradiação, foi o mês de menor geração (153,9 MWh). O mês de março teve geração fotovoltaica aproximadamente 37,8% maior do que em junho.

As Tab. 5 e 6 apresentam, respectivamente, o desempenho global e a produtividade de cada subsistema e do sistema fotovoltaico.

Tabela 5 – Evolução mensal do desempenho de cada subsistema e do sistema fotovoltaico.

PR	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
I	71,2%	71,8%	74,5%	74,7%	75,4%	75,8%	76,8%	76,6%	77,0%	76,2%	74,8%	74,2%	74,8%
II	72,6%	74,0%	75,4%	75,3%	76,5%	77,0%	78,4%	77,5%	78,2%	77,6%	76,2%	75,6%	76,2%
III	72,6%	73,2%	75,6%	75,7%	75,9%	75,8%	77,2%	77,6%	78,3%	77,4%	76,1%	75,4%	75,7%
Sist. FV	72,1%	73,0%	75,2%	75,2%	76,0%	76,2%	77,5%	77,3%	77,8%	77,1%	75,7%	75,1%	75,6%

Tabela 6 – Produtividade mensal e do de cada subsistema e do sistema fotovoltaico.

Yield (kWh/kWp)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
I	98,1	87,2	102,6	94,5	84,2	74,7	72,4	87,3	86,4	91,5	98,0	101,2	1078,1
II	78,9	71,5	106,5	102,7	95,6	86,3	81,2	94,8	89,7	91,4	90,9	92,6	1082,0
III	111,1	99,8	100,2	89,6	77,7	67,8	67,3	82,9	84,4	91,1	102,6	106,1	1080,7
Sistema FV	99,2	88,8	102,5	94,3	83,9	74,3	72,1	87,1	86,3	91,4	98,4	101,4	1079,6

O sistema fotovoltaico teve seu menor desempenho no trimestre de dezembro a fevereiro com as respectivas PR de 75,1%, 72,1% e 73%. O mês de seu melhor desempenho foi setembro com valor de PR de 77,8%. No mês de março, mês de maior irradiação solar, o sistema fotovoltaico teve sua melhor produtividade mensal com valor de 102,5 kWh/kWp e no mês de julho (inverno) teve a menor, com valor de 72,1 kWh/kWp. No período analisado, a produtividade média dos subsistemas I, II e III foi respectivamente de 1.078,1, 1.082,0 e 1.079,6 kWh/kWp.

A Fig. 6 apresenta a evolução mensal do fator de capacidade dos três subsistemas e do sistema fotovoltaico.

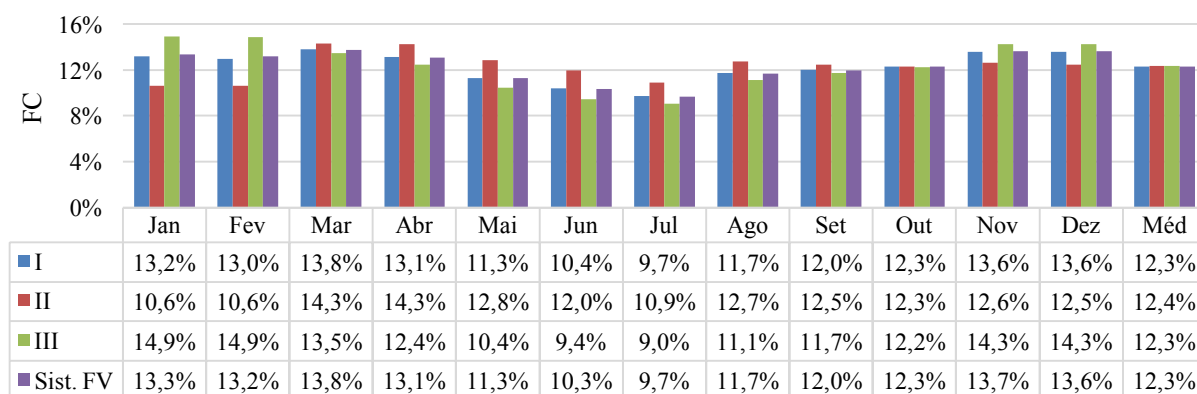


Figura 6 – Evolução mensal do fator de capacidade.

O mês com maior Fator de Capacidade do sistema FV foi observado no mês de março com 13,8%, valor este 42,1% maior que o FC médio de julho, de apenas 9,7%. Entre os subsistemas, o subsistema III apresentou o maior e menor valor de FC mensal: 14,9% para os meses de janeiro e fevereiro e 9% no mês de julho.

Foi observado no subsistema I o menor desempenho, produtividade e FC. Isso se deve a sua localização e inclinação de 0° no telhado do aeroporto. O subsistema II possui uma inclinação de 10° e está localizado à nordeste do edifício de terminal de passageiros e tem sua face voltada à sudoeste, possui um fator de capacidade e produtividade maior nos meses de inverno. Nos meses de verão, em relação aos outros subsistemas, o subsistema II obteve os menores valores de produtividade e fator de capacidade no verão. O subsistema III possui os módulos inclinados em 20° à nordeste, direção e inclinação estas mais próximas das recomendadas para o desempenho ideal de sistemas fotovoltaicos (Willmott, 1982; Hussein et al, 2000; Badescu, 2006). Porém, o subsistema III está localizado a sudoeste do prédio o que gera maior sombreamento nos meses de inverno devido ao ângulo entre o plano do equador e o plano orbital da Terra.

A Fig. 7 apresenta a evolução mensal da energia consumida pelo aeroporto no ano de 2016 e os percentuais referentes a cada unidade consumidora integrante do Complexo Aeroportuário.

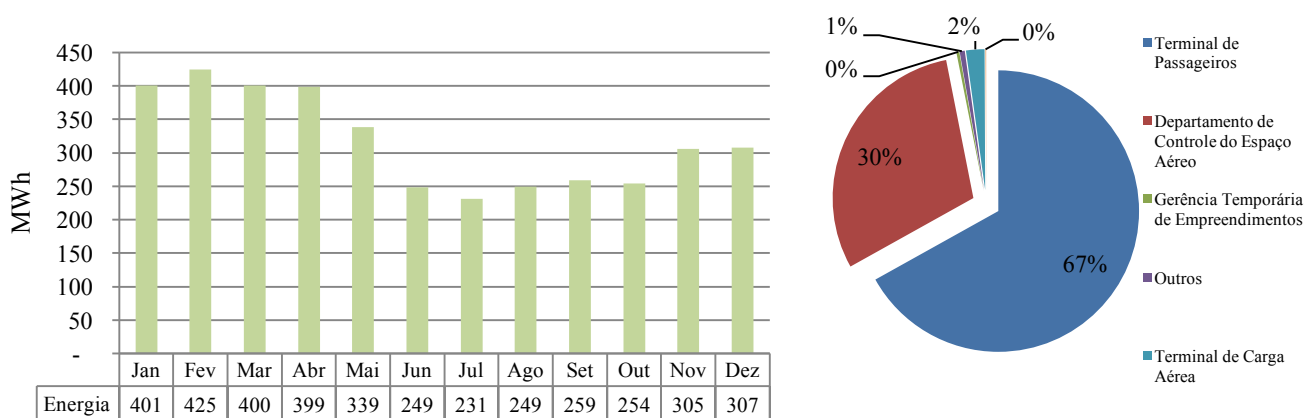


Figura 7 – Evolução mensal do consumo de energia elétrica de cada unidade consumidora da energia e total.

A demanda por energia elétrica no terminal de passageiros de um aeroporto costuma acompanhar a geração solar fotovoltaica devido às cargas de condicionados de ar para conforto térmico. Em 2016, o consumo do Terminal de Passageiros (TPS) foi de 2,56 GWh, aproximadamente 67% do consumo total de energia elétrica do Aeroporto Internacional de Florianópolis. Neste ano, a unidade consumidora do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DTCEA) consumiu 1,15 GWh que correspondeu a 30% da energia total consumida e as outras quatro unidades consumidoras tiveram um consumo energético de apenas 3% do total.

A Fig. 8 apresenta, para o ano de 2016, o consumo de energia elétrica no horário de ponta e fora da ponta do terminal de passageiros do Aeroporto Internacional de Florianópolis e a geração fotovoltaica simulada.

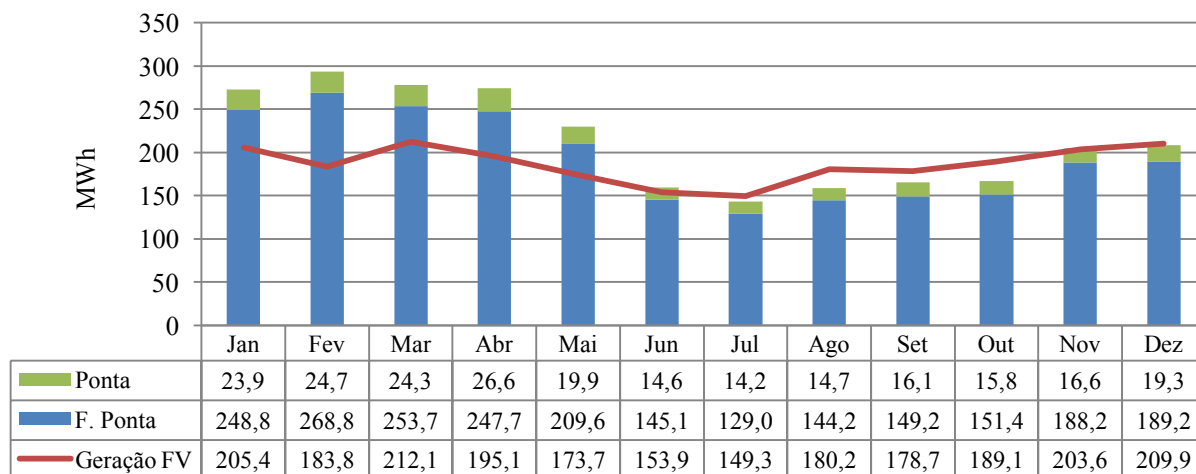


Figura 8 – Energia consumida pelo TPS em 2016 e estimativa de geração fotovoltaica.

Nos meses de janeiro à maio, a geração de energia fotovoltaica seria capaz de suprir grande parte do consumo Fora da Ponta, caracterizando auto-consumo. Nos meses de julho a agosto, a geração solar seria maior que o consumo total mensal, gerando crédito de energia para o período noturno e para os meses seguintes. A geração solar fotovoltaica do sistema integrado ao aeroporto projetado com módulos cristalinos (p-Si) geraria aproximadamente 2.235 MWh, representando 87,4% da energia consumida pelo TPS (2.556 MWh) do aeroporto em 2016.

4. CONCLUSÃO

O sistema fotovoltaico de 2.045 kWp de módulos cristalinos simulado é integrado à área da superfície de aproximadamente 13.500 m² do anteprojeto do terminal de passageiros do aeroporto internacional localizado em Florianópolis/SC (27° 36' S e 48° 31' O), sul do Brasil. Os resultados mostram que no verão da localidade há maior incidência de irradiâncias médias e altas (400-1.000 W/m²). Já o inverno possui a maior quantidade de baixas irradiâncias (<400 W/m²) e é quase inexistente irradiâncias acima de 800 W/m². A geração acompanha as estações do ano com uma maior geração nos meses de verão onde naturalmente a demanda por energia elétrica em aeroportos em locais quentes é maior devido à utilização de aparelhos condicionadores de ar.

Uma implementação de sucesso do uso de energia solar fotovoltaica integrada em edifícios depende de estudos detalhados de planejamento, localização e inclinação dos módulos fotovoltaicos na estrutura. O desempenho de subsistemas simulados em Florianópolis, localizada na latitude de 27°S, obteve diferenças ao longo do ano. O subsistema I com inclinação de 0° no telhado do aeroporto obteve o menor desempenho, produtividade e FC médios anuais em relação aos outros dois subsistemas. O segundo subsistema com inclinação de 10° sudoeste e localizado à nordeste do edifício obteve maior fator de capacidade e produtividade nos meses de inverno e menor nos meses de verão, em relação aos outros subsistemas. O subsistema III com módulos inclinados em 20° à nordeste e localizado à sudoeste do prédio, devido ao ângulo entre o plano do equador e o plano orbital da Terra, obteve menor produtividade e fator de capacidade nos meses de inverno e maior nos meses de novembro a fevereiro.

Em 2016, com uma estimativa de produção de energia elétrica anual de 2.235 MWh, o sistema solar fotovoltaico seria capaz de suprir 87,4% do consumo de energia elétrica do terminal de passageiros e 58,5% do consumo de energia elétrica total do Aeroporto Internacional de Florianópolis.

Edifícios como os de aeroportos podem hospedar grandes quantidades de painéis fotovoltaicos que podem resultar em uma usina de energia estrategicamente localizada com energia limpa e renovável. Com a diminuição dos custos das tecnologias fotovoltaicas, pode-se esperar uma integração de painéis fotovoltaicos inovadora por parte dos arquitetos, com a utilização de formas integradas à superfície. Além disso, combinar a geração de energia de sistemas fotovoltaicos com a área de telhado disponível nos aeroportos contribui para reduzir os impactos das emissões poluentes dos aviões e também dissemina o uso de energias renováveis.

REFERÊNCIAS

- AENA - Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, 2016. Informe Anual AENA 2016. AENA: Madri, Espanha.
- Alba, S. O., Mañana, M., 2016. Energy Research in Airports: A Review, *Energies*, vol. 9, n. 349.
- Athens International Airport, 2012. 8 MWp Photovoltaic Park at Athens International Airport. Disponível em: <<https://www.aia.gr>>. Acesso 21/10/2017.
- Badescu, V., 2006. Optimum size and structure for solar energy collection systems, *Energy*, n., 31, pp. 1819–1835.
- Braun, P., Jardim, C. S., Rütther, R., 2007. Análise da contribuição energética de sistemas fotovoltaicos integrados em edificações: Aeroporto Internacional de Florianópolis, IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, pp. 260–269.
- Braun, P., Santos, Í. P. d, Zomer, C.D., Rütther, R., 2008. A integração dos sistemas solares fotovoltaicos em seis aeroportos brasileiros utilizando diferentes tecnologias de células solares, II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES, Florianópolis.
- Braun, P., Rütther, R., 2010. The role of grid-connected building integrated photovoltaic generation in commercial building energy and power loads in a warm and sunny climate, *Energy Conversion and Management*, vol. 51, pp. 2457-2466.
- Carlo, J., Lamberts, R., 2008. Development of envelope efficiency labels for commercial buildings: effect of different variables on electricity consumption, *Energy and Buildings*, vol. 40, pp. 2002-2008.
- Deschamps, E. M., 2015. Avaliação do desempenho de diferentes tecnologias solares fotovoltaicas no nordeste brasileiro, TCC, UFSC, Florianópolis.
- Fresno Yosemite International Airport, 2008. Solar Energy. Disponível em <<http://www.flyfresno/>>. Acesso em: 21/10/17.
- Goldemberg, J., Coelho, S. T., Gol, O. L., 2004. How adequate policies can push renewables, *Energy Policy*, vol. 32, pp. 1141-1146.
- Hussein, H. M. S., Ahmad, G. E., Mohamad, M. A., 2000. Optimization of operational and design parameters of plane reflector-tilted flat plate solar collector systems, *Energy*, n. 25, pp. 529–542.
- IND Solar Farm, 2015. Telamon, Johnson Melloh Solutions and Brandrenew, EUA.
- Infraero, Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Disponível em: <www.infraero.gov.br/>. Acesso em: 22/10/17.
- Jardim, C. D. S., Rütther, R., Salamoni, I. T., Viana, T. D. S., Rebechi, S. H., Knob, P. J., 2008. The strategic siting and the roofing area requirements of building-integrated photovoltaic solar energy generators in urban areas in Brazil, *Energy and Buildings*, vol. 40, pp. 365-370.
- Kandt, A.; Romero, R., 2014. Implementing Solar Technologies at Airports. NREL Report, EUA.
- Köppen, W., 1948. Climatología: Con un estudio de los climas de la tierra, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 479.
- Martins, F.R., Rütther, R., Pereira, E.B., Abreu, S.L., 2008. Solar energy scenarios in Brazil. Part two: photovoltaics applications, *Energy Policy*, n. 36, pp. 2865–2877.
- Ortasolar, 2012. Gatwick solar system hailed a runway success. *BusinessGreen*, Inglaterra. Disponível em: <<http://www.businessgreen.com/bg/news/2156392/gatwick-solar-cleared>>. Acesso em: 21/10/17.
- Pereira, E. B., Martins, F. R., Gonçalves, A. R., Costa, R. S., Lima, F. J. L. D., Rütther, R., Abreu, S. L. D., Tiepolo, G. M., Pereira, S. V., Souza, J. G. D., 2017. Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2ª ed.: INPE. São José dos Campos - SP.
- Prasad, D., Snow, M., 2002. Designing with Solar Power – A Source Book for Building Integration Photovoltaics (BiPV), Images Publishing, Australia, pp. 252.
- Rosa, L.P., Lomardo, L. L. B., 2004. The Brazilian energy crisis and a study to support building efficiency legislation, *Energy and Buildings*, vol.36, pp. 89-95.
- Rütther, R., Dacoregio, M. M., 2000. Performance assessment of a 2kWp grid-connected, building-integrated, amorphous silicon photovoltaic installation in Brazil, *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol.7, pp. 257-266.
- Rütther, R., Braun, P., Zomer, C. D., 2006. The potential of photovoltaics on airports, 21st European photovoltaic solar energy conference, Dresden, Germany, pp. 345–348.
- Rütther, R., Braun, P., 2009. Energetic contribution potential of building-integrated photovoltaics on airports in warm climates, *Solar Energy*, n. 83, pp. 1923-1931.
- Urbanetz, J., Zomer, C. D., Rütther, R., 2011. Compromises between form and function in grid-connected, building-integrated photovoltaics (BIPV) at low-latitude sites, *Building and Environment*, n. 46, pp. 2107–2113.
- Willmott, C. J., 1982. On the climatic optimization of the tilt and azimuth of flat-plate solar collectors, *Solar Energy*, n. 28, pp. 205–216.
- Zomer, C. D., Costa, Nobre, A. M., Ruther, R., 2013. Performance compromises of building-integrated a building-applied photovoltaics (BIPV and BAPV) in Brazilian Airports, *Energy Build*, n. 66, pp. 607–615.

ESTIMATE OF ENERGY PRODUCTION AND PERFORMANCE OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTEGRATED TO THE ANTE-PROJECT OF THE FLORIANÓPOLIS INTERNATIONAL AIRPORT

Abstract. *This work aims to estimate the energy contribution and performance of a hypothetical photovoltaic system of 2MW connected to the grid and integrated to the architecture of the pre-project of the passenger terminal of the International Airport of Florianópolis. The results show that photovoltaic solar panels offer great potential of use when integrated to buildings like airports that are isolated, free of shading and with great demand of electric energy. Using five years of irradiance data and ambient temperatures measured at the insertion site of the photovoltaic system, it is possible observe the influence of the orientation and slope of the modules in the generation of energy. The generation accompanies the seasons of the year with a higher generation in the summer months where naturally the demand for electric energy in airports in hot places is greater because of the use of air conditioners. With an estimated annual electricity production of 2,235 MWh, the photovoltaic solar system would be able to supply 87,4% of the consumption of the passenger terminal of the International Airport of Florianópolis in 2016 and 58,5% of the total consumption of that year.*

Key Words: *Solar Energy, Photovoltaic Solar Energy, Computer Simulation for Photovoltaic Power Generation.*