

CRITÉRIOS E SOLUÇÕES ADOTADOS EM PROJETO DE ESTACIONAMENTO SOLAR DE 1 MWp EM FLORIANÓPOLIS - SC

Isadora Pauli Custódio – isadorapcustodio@gmail.com

Clarissa Debiasi Zomer – clazomer@gmail.com

Kathlen Schneider – kathlenschneider@hotmail.com

Ricardo Rütther – ricardo.ruther@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Centro de Pesquisa e Capacitação em Energia Solar da UFSC

Resumo. O objetivo geral deste trabalho é apresentar os critérios que nortearam as decisões tomadas na elaboração do projeto arquitetônico e fotovoltaico do Estacionamento Solar de 1 MWp do Centro de Eventos Luiz Henrique da Silveira (CELHS), bem como estimar a contribuição energética do gerador para o consumo do Centro de Eventos. O método foi dividido em três etapas: (a) descrição do projeto arquitetônico e fotovoltaico; (b) estimativa da geração fotovoltaica utilizando o software PVsyst; e (c) análise da contribuição energética mensal do sistema fotovoltaico e redução de demanda do Centro de Eventos de acordo com o consumo da edificação. Os resultados mostraram que o gerador de 1 MWp pode gerar mais energia do que o Centro de Eventos tem consumido nos meses de máxima ocupação, chegando a ter um excedente de energia superior à 70%. Desta forma, através do sistema de compensação de energia da ANEEL, outras unidades consumidoras poderão se beneficiar da energia gerada pelo Estacionamento Solar do CELHS.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Estacionamento Solar, Integração Fotovoltaica à Arquitetura

1. INTRODUÇÃO

As recentes ações regulatórias, tais como a que estabelece a possibilidade de compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte (*net metering*), têm incentivado de forma significativa o crescimento de micro (até 75 kWp) e mini (de 75 kWp a 5 MWp para o caso de fonte solar) geração distribuída de energia elétrica (ANEEL, 2015; EPE, 2017). No ano de 2016, a geração distribuída atingiu uma potência instalada de 72,4 MWp, com destaque para a fonte solar fotovoltaica, com 56,9 MWp (EPE, 2017). O incremento anual da energia solar para a matriz energética tem sido tão expressivo que, a partir do ano 2016, esta fonte passou a ter mais visibilidade no Balanço Energético Nacional (BEN), deixando pela primeira vez de aparecer nas tabelas apenas como “Outras Renováveis”.

De acordo com o BIG (Banco de Informações de Geração) da Aneel atualizado em novembro de 2017, o Brasil possui 413 MWp de potência instalada em usinas fotovoltaicas (FV). Para os próximos anos, está prevista uma adição de 2,53 GWp na capacidade de geração FV do país, proveniente de 31 empreendimentos atualmente em construção e mais 65 empreendimentos com construção não iniciada (BIG, 2017).

Diante os valores supracitados, pode-se dizer que o cenário de energia solar no Brasil indica um futuro promissor para os sistemas FV conectados à rede e integrados a edificações (Martins *et al.*, 2008; Rütther e Zilles, 2011). Os geradores FV, quando integrados a edificações inseridas em meio urbano, geram energia junto ao ponto de consumo, de forma distribuída e sem ocupar área extra, já que ficam sobrepostos ou desempenham o papel de vedações na arquitetura (Attia e Herde, 2010; Bahaj e James, 2007; Bazilian *et al.*, 2001; Chivelet, 2010; Frontini *et al.*, 2012). Segundo Prasad e Snow (2002), um dos atributos mais positivos da tecnologia FV é sua aparência, que remete à frieza sofisticada do “*high-tech*” com a responsabilidade social de mitigar a depredação ambiental e, quando integrada de maneira elegante e esteticamente agradável a uma edificação, torna-se um exemplo que pode ser utilizado para convencer clientes, arquitetos e o público quanto ao papel que um sistema FV pode desempenhar, tanto em termos de geração energética quanto como elemento construtivo de um edifício.

O projeto do Estacionamento Solar de 1 MWp do Centro de Eventos Luiz Henrique da Silveira (CELHS), localizado no norte da ilha de Santa Catarina – Florianópolis, surge em um cenário no qual a utilização da tecnologia solar FV encontra-se em franco crescimento, com expectativa de muitos novos empreendimentos solares de grande porte ocorrerem nos próximos anos. O estudo de caso apresentado neste artigo se trata de um empreendimento que teve o intuito de investir nesta tecnologia promissora em uma área de alta visibilidade, com grande espaço disponível e com um projeto arquitetônico delineado juntamente com o projeto fotovoltaico do gerador. O CELHS faz parte do Sapiens Parque, um parque de inovação com a infraestrutura necessária para favorecer a convergência de conhecimentos, ideias e projetos com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento econômico, social, tecnológico e ambiental. Além do CELHS, o Sapiens Parque abriga também o Centro de Pesquisa e Capacitação em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina – Fotovoltaica/UFSC, responsável pelo projeto descrito neste artigo.

2. OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho é apresentar os critérios que nortearam as decisões tomadas na elaboração do projeto arquitetônico e fotovoltaico do Estacionamento Solar de 1 MWp do CELHS em Florianópolis, bem como estimar a contribuição energética do gerador para o consumo de energia do Centro de Eventos.

3. DESCRIÇÃO DO LOCAL

O CELHS está localizado no Sapiens Parque, no bairro de Cachoeira do Bom Jesus, norte da ilha de Florianópolis-SC (27,5954° S; 48,5480° O). A Fig. 1(a) apresenta uma foto do atual estacionamento, que é descoberto, localizado em frente ao Centro de Eventos. A área disponível para a implantação do estacionamento FV é de aproximadamente 16.000 m² e está destacada na imagem aérea apresentada na Fig. 1(b).



Figura 1 (a) Foto do estacionamento localizado em frente ao Centro de Eventos e (b) Imagem aérea com destaque para área disponível para implantação do estacionamento FV.

4. MÉTODO

A primeira etapa deste trabalho foi descritiva e consistiu em apresentar as decisões tomadas na elaboração do projeto arquitetônico e fotovoltaico do Estacionamento Solar de 1 MWp do CELHS. Essas decisões foram baseadas nas necessidades do cliente (Centro de Eventos), nos interesses do investidor (doador do sistema fotovoltaico) e na melhor forma de adequar um sistema de 1 MWp em uma área de estacionamento de aproximadamente 16.000 m² (projeto arquitetônico e fotovoltaico).

As necessidades do cliente eram:

- Manter o mesmo número de vagas para carros (179) e motos (96) atuais ou aumentar a quantidade de vagas disponíveis;
- Organizar as vias de circulação dos veículos;
- Propor coberturas para o estacionamento que permitissem a realização de eventos, tais como feiras, exposições e shows.

As necessidades do investidor eram:

- Instalar um sistema fotovoltaico de no mínimo 1 MWp, utilizando módulos de 265 Wp de potência nominal, da tecnologia de silício policristalino (p-Si), do fabricante Yingli Solar;
- Instalar um sistema fotovoltaico com orientação e inclinação adequadas a uma alta taxa de desempenho (*performance ratio* – PR);
- Propor estruturas metálicas para suporte dos módulos fotovoltaicos que cobririam os veículos do estacionamento. As coberturas não precisariam ser necessariamente estanques.

A segunda etapa consistiu em estimar a geração fotovoltaica do sistema utilizando o *software* PVsyst (PVsyst, 2017). O sistema fotovoltaico completo foi modelado de acordo com a configuração elétrica dos módulos e inversores, bem como de acordo com a inclinação e disposição das coberturas no terreno.

Para tal, foram utilizados dados mensais de temperatura ambiente e de irradiação global horizontal diária do *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA) (Martins *et al.*, 2003) utilizando o modelo de transposição de Perez-Ineichen (Perez *et al.*, 1990; Perez *et al.*, 1987) para o cálculo de irradiação incidente no plano inclinado. Tais

dados, em resolução espacial de 10 em 10km, são obtidos a partir do tratamento, via modelo matemático, de uma série histórica de dados (1995-2005) e imagens de satélite geoestacionário, posteriormente validados por dados coletados em estações de superfície.

Como dados de entrada na simulação, foram utilizados valores padronizados de perdas do sistema fotovoltaico oriundos do próprio *software*, conforme mostra a Tab. 1. Os demais dados de entrada e seus valores estão estabelecidos no item 5.1 deste artigo. A Fig. 2 ilustra a modelagem tridimensional do gerador de 1 MWp no *software* PVsyst.

Tabela 1 – Valores padronizados de perdas do *software* PVsyst.

PERDA ÔHMICA	PERDA DA EFICIÊNCIA DOS MÓDULOS FV	PERDA POR MISMATCH	PERDA POR SUJEIRA	INDISPONIBILIDADE DO SISTEMA	PERDA POR LID (<i>Light induced degradation</i>)
1,5%	3,0%	1,0%	3,0%	2,0%	2,0%

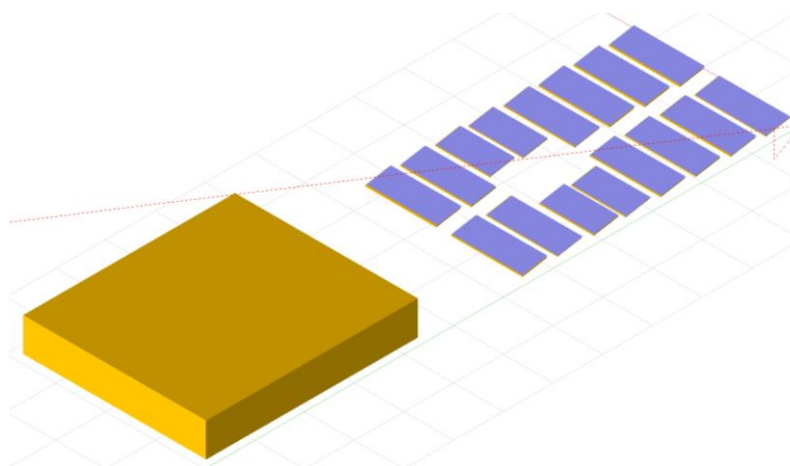


Figura 2 – Modelo tridimensional simplificado do Centro de Eventos e do gerador de 1 MWp no *software* PVsyst.

A geração energética foi estimada considerando as possíveis perdas de desempenho do sistema, que podem ser por sombreamento, ângulo de incidência da irradiação, sujeira, temperatura, qualidade do módulo FV, incompatibilidade dos arranjos fotovoltaicos, perdas ôhmicas no cabeamento, características do inversor e indisponibilidade do sistema.

Finalmente, a terceira etapa consistiu em comparar a geração fotovoltaica estimada mensal e anual com os respectivos consumos energéticos, obtidos em faturas da distribuidora de energia elétrica local (Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC), a fim de quantificar a contribuição na redução de demanda com a implementação do gerador solar para o Centro de Eventos e verificar se haveria excedente de energia a ser injetada na rede.

O CELHS foi inaugurado em 25/11/2015, porém apenas em maio/2016 foi ocupado pela Santur (Santa Catarina Turismo S/A), começando a operar mais intensamente a partir do mês de junho/2016.

4.1 Módulo fotovoltaico

Foi estabelecido, pelo investidor, que o módulo FV utilizado seria doado pela empresa Yingli Solar. São módulos de silício policristalino (p-Si) de 265 Wp de potência nominal (Fig. 3). A Tab. 2 apresenta as especificações técnicas do módulo FV adotado.



Figura 3 – Módulo FV adotado: Yingli Solar YGE 60 Cell Series, 265 Wp.

Tabela 2 - Especificações técnicas do módulo FV adotado: Yingli Solar YGE 60 Cell Series, 265Wp.

FABRICANTE	Yingli Solar
TECNOLOGIA	Silício Policristalino (p-Si)
DIMENSÕES DO MÓDULO	1.640 x 990 mm
ESPESSURA	35 mm
PESO	18,5 kg
QUANTIDADE DE CÉLULAS	60
VIDRO FRONTAL	3,2 mm temperado
ENCAPSULANTE	Etil Vinil Acetato (EVA)
MOLDURA	Alumínio anodizado
PARÂMETROS ELÉTRICOS (STC):	
PMPP	265 W
EFICIÊNCIA	16,3%
V_{MPP}	30,5 V
I_{MPP}	8,70 A
V_{OC}	37,8 V
I_{SC}	9,18 A
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DA V_{OC}	-0,32 %/°C
COEFICIENTE DE TEMPERATURA DA I_{SC}	0,05 %/°C
COMPRIMENTO DOS CONDUTORES	1.000 mm

4.2 Inversor solar

O inversor adotado foi o SIW600, fabricado pela empresa WEG, cuja potência nominal é de 20 kW (Fig. 4). A Tab. 3 apresenta as principais especificações técnicas do equipamento.



Figura 4 – Inversor adotado: WEG SIW600 – 20 kW.

Tabela 3 - Características técnicas do inversor adotado: WEG SIW600 – 20 kW.

FABRICANTE	MODELO	DIMENSÕES (cm)	POTÊNCIA CA (kW)	PESO (kg)	EFICIÊNCIA MÁX. (%)	TENSÃO MÁX. (V)	FAIXA DE OPERAÇÃO (V)
WEG	SIW600	58,3 x 62,0 x 31,8	20	50	98,0	1000	480-800

5. RESULTADOS

5.1 Soluções de projeto arquitetônico e fotovoltaico

Com base nas necessidades do cliente (Centro de Eventos), nos interesses do investidor (doador do sistema fotovoltaico) e na melhor forma de adequar um sistema de 1 MWp em uma área de estacionamento de aproximadamente 16.000 m², os projetos arquitetônico e fotovoltaico tiveram como premissas:

- Aumentar o número de vagas para carros e motos;
- Facilitar a circulação dos veículos na área de estacionamento;

- c. Localizar as vagas para portadores de necessidades especiais e idosos próximas à entrada principal do Centro de Eventos;
- d. Propor uma estrutura metálica visualmente leve, com design arrojado, que possibilitasse a integração de módulos fotovoltaicos em sua cobertura;
- e. Criar coberturas altas, favorecendo a realização de feiras, exposições e shows sob as mesmas;
- f. Criar passagens cobertas para pedestres entre as vagas de cada cobertura, evitando que os pedestres circulassem pelas vias de rolamento;
- g. Criar espaços verdes na área central do estacionamento, com ambientes de permanência e locais de passagem;
- h. Utilizar mobiliário urbano fixo e espécies vegetais de baixa manutenção adequados ao clima litorâneo;
- i. Orientar a inclinação das coberturas do estacionamento ao norte, com ângulo de 10°. Com esta posição, os módulos recebem 95% do máximo de irradiação solar para a cidade de Florianópolis (Zomer *et al.*, 2013), são lavados pela chuva (sem a necessidade de lavagem manual) e contam com a garantia de 25 anos do fabricante de módulos Yingli Solar;
- j. Afastar as coberturas fotovoltaicas para reduzir o sombreamento entre elas e, principalmente, minimizar o sombreamento causado pela edificação do Centro de Eventos;
- k. Configurar a conexão elétrica dos módulos de forma a minimizar os impactos causados pelo sombreamento, quando este não for possível de ser evitado;
- l. Utilizar mais inversores de menor porte ao invés de menos inversores centrais, a fim de otimizar a geração fotovoltaica.

O *layout* proposto para o estacionamento pode ser visualizado através da Fig. 5 e possui 387 vagas para carros (em azul), sendo 8 delas exclusivas para portadores de necessidades especiais (em roxo) e 19 para idosos (em verde). O estacionamento possui também 288 vagas destinadas a motocicletas (em amarelo). A qualificação do espaço para o usuário foi concebida com áreas verdes dispostas em canteiros centrais com ambientes de estar e passagens para pedestres, que levam até a entrada principal do prédio do Centro de Eventos.

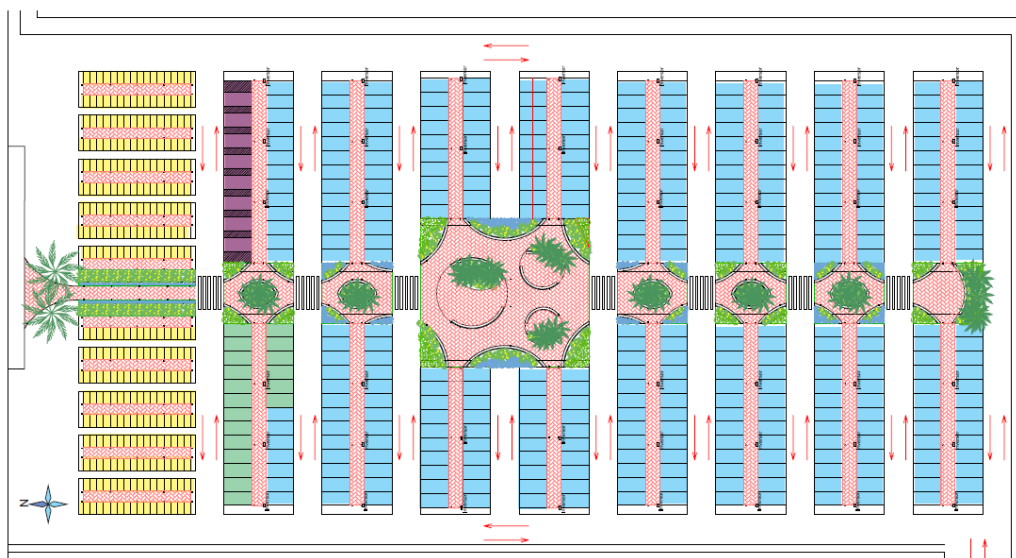


Figura 5 - *Layout* das vagas de estacionamento (amarelas para motocicletas, roxas para portadores de necessidades especiais, verdes para idosos e azuis para carros em geral) e *layout* dos espaços verdes centrais.

De acordo com o projeto, todas as vagas do estacionamento serão cobertas, sendo 16 coberturas FV nas vagas para carros e 10 coberturas sem integração FV nas vagas para motos, conforme a Fig. 6. Optou-se por deixar as vagas de motos sem cobertura FV, pois a região em que as mesmas foram posicionadas é bastante sombreada pela edificação do Centro de Eventos.

As 16 coberturas FV dividem-se em subsistemas, da seguinte forma: 12 subsistemas com 252 unidades de módulos FV e 4 com 192 unidades, somando 3.792 módulos FV no total. A inclinação das coberturas é de 10°, a orientação é norte e os módulos FV estão posicionados em paisagem, sem vedação entre eles, ou seja, as coberturas não são estanques. A Fig. 7 apresenta a divisão dos subsistemas (A1 a A12 e B1 a B4). São necessários 44 inversores: 3 para cada cobertura do tipo A e dois para cada cobertura do tipo B, que serão fixados nos pilares metálicos de cada cobertura, respectivamente.

A fim de transmitir leveza e criar eixos visuais interessantes, os pilares metálicos de suporte das coberturas possuem formato “Y curvo”, posicionados lado a lado, com espaçamento de 1,50 m entre eles, possibilitando a passagem de pedestres. O lado mais baixo das coberturas para carros possui altura de 3,75 m. As fundações (sapatas) ficam totalmente enterradas e não são visíveis, tendo seu topo nivelado com a pavimentação. Apesar de não possuírem módulos FV, as coberturas para motos terão pilares semelhantes às coberturas para carros, porém mais baixas (altura mínima de 2,30 m). Neste caso, a vedação das coberturas será constituída por telhas do tipo sanduíche (telha metálica superior + 3 cm de núcleo isolante + telha metálica inferior). Ambos os modelos estão apresentados em corte na Fig. 8.

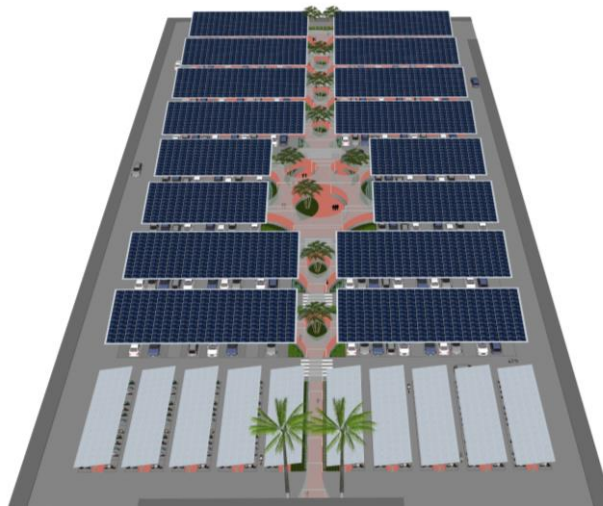


Figura 6 - Vista aérea das coberturas FV para carros, das coberturas sem integração FV para motos e dos jardins centrais do estacionamento do CELHS.

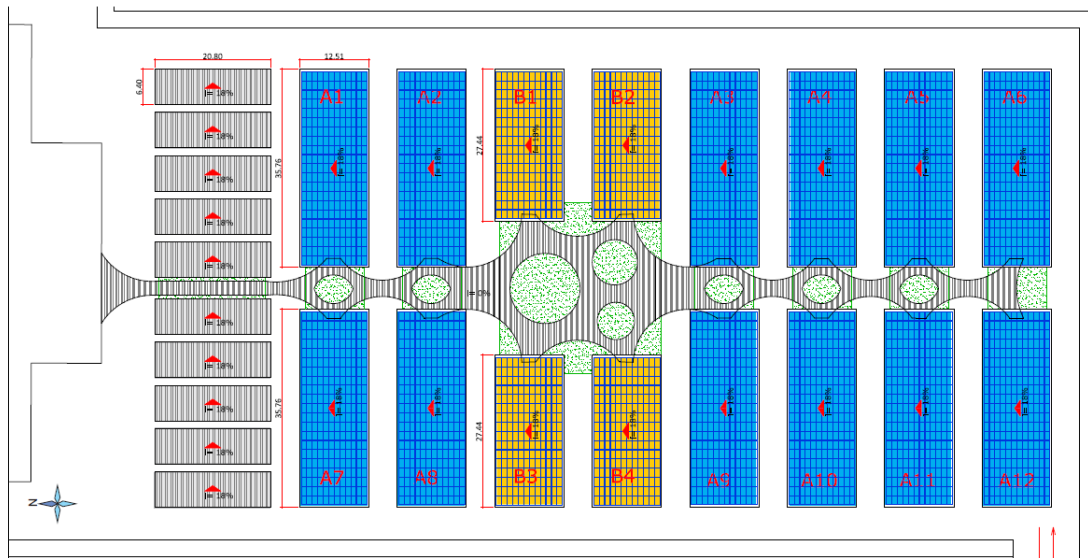


Figura 7 - Divisão de subsistemas do gerador de 1 MWp.

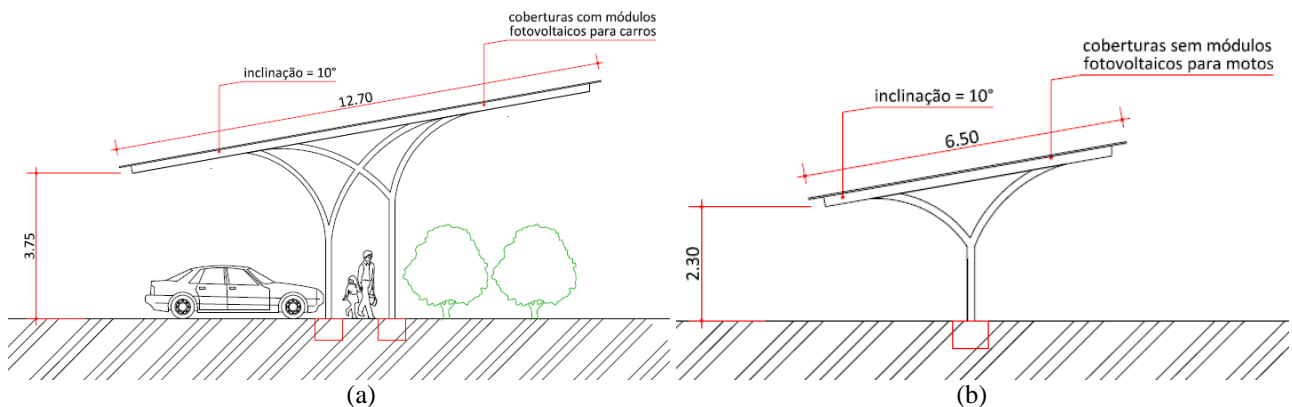


Figura 8 - Desenho dos pilares em “Y curvo” para suporte das coberturas do estacionamento de 1 MWp, sendo (a) para carros e (b) para motos.

O eixo central de jardins (Fig. 9) será parcialmente coberto com chapas de policarbonato sobre pérgolas metálicas, de modo que as pessoas possam sair dos veículos e caminhar até o Centro de Eventos sem ficarem expostas à chuva, que ocorre com bastante frequência no local. Os jardins centrais possuem canteiros com vegetação e bancos fixos de concreto.



Figura 9 - Detalhe dos jardins centrais, com destaque para a cobertura parcial de policarbonato fixado em pérgolas metálicas.

No projeto de paisagismo priorizaram-se espécies vegetais de baixa manutenção e que se adaptam bem ao clima litorâneo de Florianópolis, tais como clúsia, agapanto, grama-amendoim, areca e palmeira imperial. Foram posicionadas de modo a não causar sombreamento sobre os módulos FV.

A pavimentação das áreas de circulação de pedestres foi projetada em paver vermelho, enquanto as vias de rolamento e as vagas para veículos em paver cinza, para melhor diferenciação dos usos.

5.2 Geração fotovoltaica

O sistema fotovoltaico é composto por 3.792 módulos de silício policristalino (p-Si) de 265 Wp de potência nominal, totalizando 1.004,88 kWp (1 MWp) de potência instalada. Foi modelado no *software* PVsyst de acordo com as suas características de posição, inclinação, entorno imediato e configuração elétrica dos subsistemas.

A geração energética anual estimada pelo *software* foi de 1.376 MWh, com uma produtividade de 1.373 kWh/kWp.ano e uma taxa de desempenho de 79,46%. As perdas por sombreamento foram apenas de 0,9% ao ano. A perda mais significativa do sistema foi devido à temperatura (5,2%). A variação de geração energética estimada mensal e a média (114,67 MWh/mês) estão apresentadas na Fig. 10.

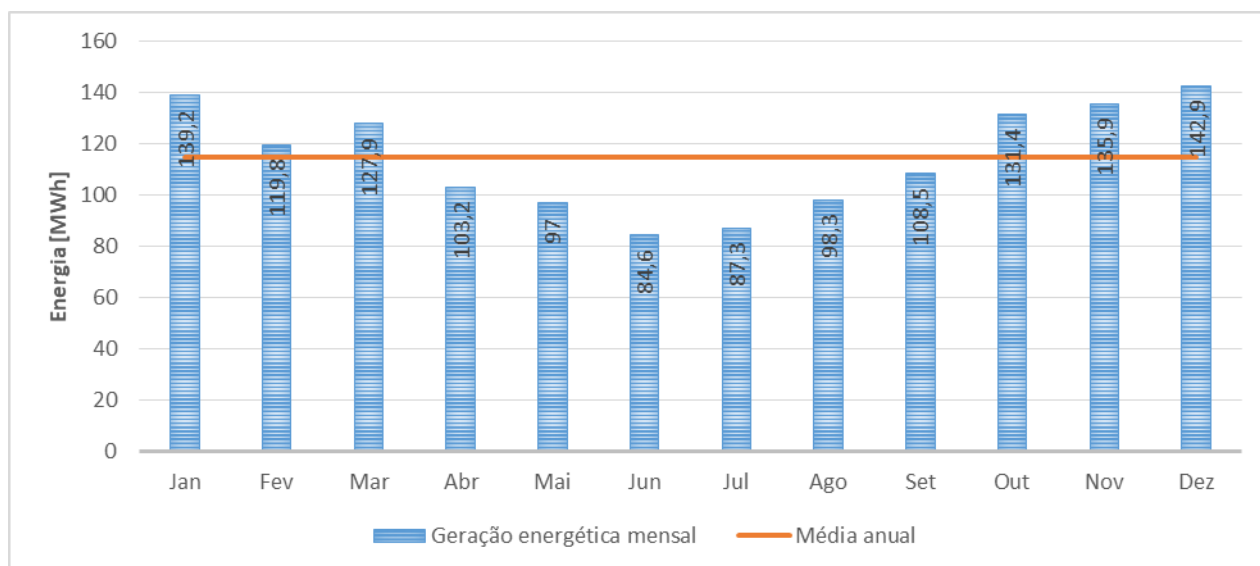


Figura 10 - Estimativa de geração energética mensal pelo sistema FV de 1 MWp a ser instalado no estacionamento do CELHS.

Nota-se que os meses de maior geração do sistema fotovoltaico teriam sido novembro, dezembro e janeiro, com uma geração de 135,9 MWh, 142,9 MWh e 139,2 MWh, respectivamente. Tal resultado é condizente com o recurso solar apresentado no local, onde os meses com maior disponibilidade solar são novembro (5,79 kWh/m².dia), dezembro (5,98 kWh/m².dia) e janeiro (5,86 kWh/m².dia), com uma média anual de 4,51 kWh/m².dia.

5.3 Contribuição energética

A Fig. 11 apresenta o consumo energético mensal do CELHS, obtidos através de faturas de energia elétrica, a partir de janeiro/2016, destacando a média que, para o período analisado, foi de 20,10 MWh/mês.

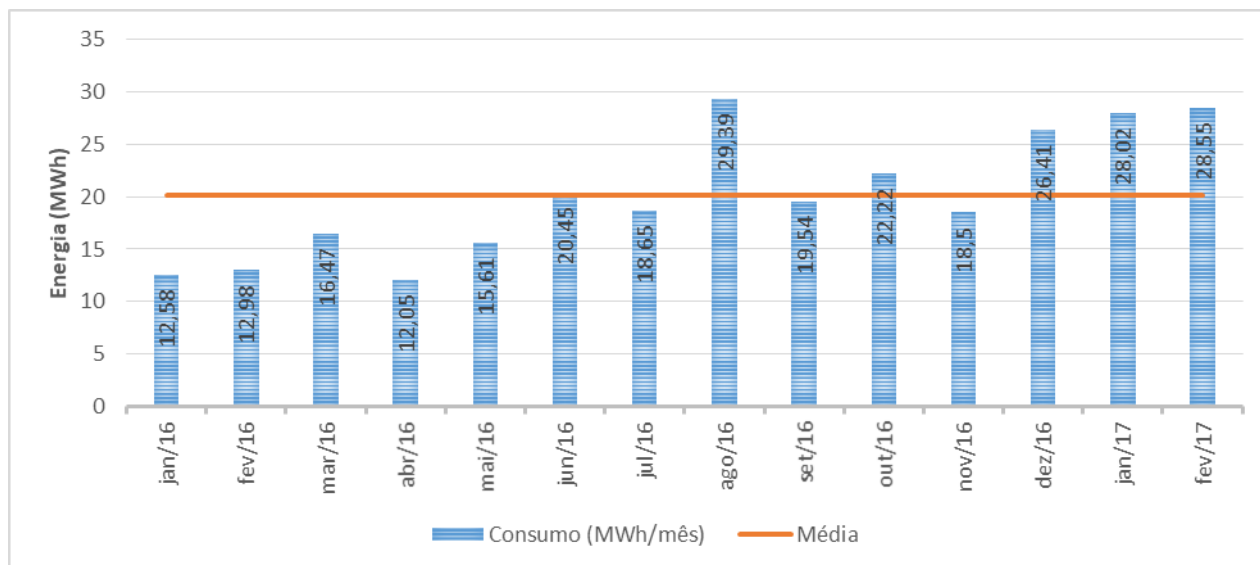


Figura 11 - Consumo energético mensal do CELHS a partir de janeiro de 2016.

Considerando-se apenas os últimos 12 meses, a média mensal passa a ser de 21,32 MWh e, considerando-se apenas os meses a partir de junho, quando a ocupação passou a ser mais efetiva, o consumo médio mensal passou a ser de 23,53 MWh. Nota-se que o Centro de Eventos apresenta consumo energético relativamente uniforme, diferentemente de unidades consumidoras residenciais, por exemplo, onde o consumo varia de acordo com a sazonalidade.

O Estacionamento Solar de 1 MWp mostrou-se capaz de gerar energia para atender o consumo total do Centro de Eventos, mesmo nos meses com maior demanda de energia, e ainda ter um excedente superior à 70% de toda energia gerada. Conforme a Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL, através do sistema de compensação, a energia injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica. Esta poderá ser utilizada por outras unidades consumidoras (empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras, geração compartilhada ou autoconsumo remoto) em um período de até 60 meses desde que estejam sob o mesmo CPF ou CNPJ (ANEEL, 2015). A Tab. 4 apresenta a geração fotovoltaica estimada, o consumo energético da edificação e o excedente de energia em cada mês, para um período de 14 meses.

Tabela 4 - Geração fotovoltaica estimada, consumo energético e excedente de energia por mês.

MÊS	GERAÇÃO FV (MWh/mês)	CONSUMO (MWh/mês)	EXCEDENTE DE ENERGIA (MWh/mês)
Jan/16	139,20	12,58	126,62
Fev/16	119,80	12,98	106,82
Mar/16	127,90	16,47	111,43
Abr/16	103,20	12,05	91,15
Mai/16	97,00	15,61	81,39
Jun/16	84,60	20,45	64,15
Jul/16	87,30	18,65	68,65
Ago/16	98,30	29,39	68,91
Set/16	108,50	19,54	88,96
Out/16	131,40	22,22	109,18
Nov/16	135,90	18,50	117,40
Dez/16	142,90	26,41	116,49
Jan/17	139,20	28,02	111,18
Fev/17	119,80	28,55	91,25

A valor percentual que representa o consumo em relação à geração de energia pode ser visualizado através da Fig. 12 (curva cinza). O consumo energético da edificação após sua ocupação efetiva (a partir de junho/2016) representa, em média, 20,71% do total de energia gerado.

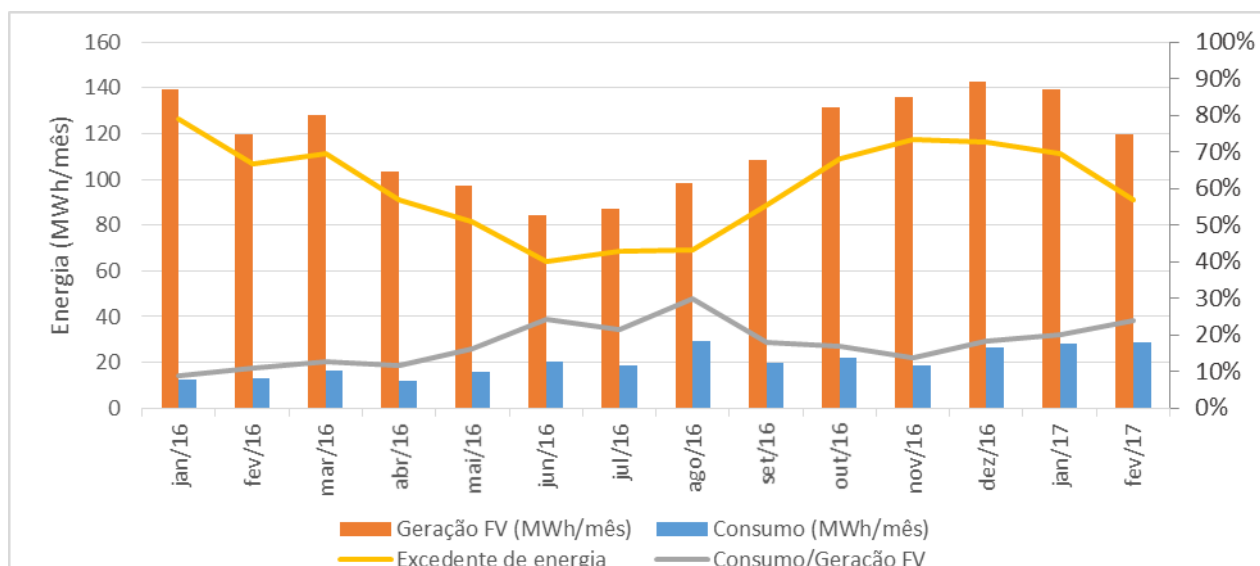


Figura 12 - Variação mensal da energia consumida em relação à geração fotovoltaica estimada do Estacionamento Solar de 1 MWp.

6. CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo apresentar os critérios que nortearam as decisões tomadas na elaboração do projeto arquitetônico e fotovoltaico do Estacionamento Solar de 1 MWp do CELHS em Florianópolis, bem como estimar a contribuição energética do gerador para o consumo de energia do Centro de Eventos. Os critérios adotados atenderam às necessidades do cliente e do investidor, criando uma área não apenas para estacionar veículos e permitir a apropriação do espaço pelos usuários, mas também para gerar energia elétrica através da tecnologia fotovoltaica.

Os resultados mostraram que o estacionamento passaria a ter mais vagas para veículos do que a situação atual, e a energia gerada pelo gerador de 1 MWp poderia suprir a atual demanda total do Centro de Eventos e ainda exportar no mínimo 70% da energia gerada para outras unidades consumidoras sob o mesmo CPF ou CNPJ através do sistema de compensação de energia regulamentado pela ANEEL.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à colaboração no fornecimento de dados de consumo energético da edificação pela Santur.

REFERÊNCIAS

- ANEEL, 2015. Resolução Normativa nº 687, de 1 de março de 2015. A. N. D. E. Elétrica. 687 2015.
- Attia, S.; Herde, A. D., 2010. Sizing Photovoltaic Systems during Early Design: A Decision Tool for Architects, 39th American Solar Energy Society (ASES) National Solar Conference (SOLAR) Annals, Phoenix, Arizona.
- Bahaj, A. S.; James, P. A. B., 2007. Urban energy generation: The added value of photovoltaics in social housing, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Issue 9, v.11, p.2121-2136.
- Bazilian, M. D.; Leenders, F.; Van Der Ree, B. G. C.; Prasad, D., 2001. Photovoltaic cogeneration in the built environment, Solar Energy, Issue 1, v.71, p.57-69.
- BIG, 2017. Capacidade de Geração do Brasil, Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>, Acessado em 09/11/2017.
- Chivelet, N. M., 2010. Técnicas de Vedação Fotovoltaica na Arquitetura, Bookman, Porto Alegre.
- EPE, E. D. P. E., 2017. Balanço Energético Nacional 2017: Ano Base 2016, Empresa de Pesquisa Energética, EPE, Rio de Janeiro.
- Frontini, F.; Manfren, M.; Tagliabue, L. C., 2012. A Case Study of Solar Technologies Adoption: Criteria for BIPV Integration in Sensitive Built Environment, Energy Procedia, v.30, p.1006-1015.
- Martins, F. R.; Pereira, E. B.; Colle, S.; Perez, R., 2003. Cross Validation of Satellite Radiation Transfer Models During SWERA Project in Brazil, ISES Solar World Congress Annals, Goteborg, Sweden.
- Martins, F. R.; Rütther, R.; Pereira, E. B.; Abreu, S. L., 2008. Solar Energy Scenarios in Brazil. Part two: Photovoltaics Applications, Energy Policy, Issue 8, v.36, p.2865-2877.

- Perez, R.; Ineichen, P.; Seals, R.; Michalsky, J.; Stewart, R., 1990. Modeling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance, *Solar Energy*, Issue 5, v.44, p.271-289.
- Perez, R.; Seals, R.; Ineichen, P.; Stewart, R.; Menicucci, D., 1987. A new simplified version of the perez diffuse irradiance model for tilted surfaces, *Solar Energy*, Issue 3, v.39, p.221-231.
- Prasad, D.; Snow, M., 2002. *Designing with Solar Power: A Source Book for Building Integrated Photovoltaics (BIPV)*, Australia, 252 p.
- PVsyst., 2017. *PVsyst Photovoltaic Software 6.6.3*.
- Rüther, R.; Zilles, R., 2011. Making the Case for Grid-connected Photovoltaics in Brazil, *Energy Policy*, Issue 3, v.39, p.1027-1030.
- Zomer, C. D.; Costa, M. R.; Nobre, A.; Rüther, R., 2013. Performance Compromises of Building-integrated and Building-applied Photovoltaics (BIPV and BAPV) in Brazilian Airports, *Energy and Buildings*, Issue 0, v.66, p.607-615.

CRITERIA AND SOLUTIONS ADOPTED IN A 1 MWp SOLAR PARKING LOT PROJECT IN FLORIANÓPOLIS - SC

Abstract. *The main objective of this paper is to present the criteria that guided the decisions taken in the elaboration of the 1 MWp Solar Parking Lot architectural and photovoltaic project of the Centro de Eventos Luiz Henrique da Silveira (CELHS), as well as to estimate the energy contribution of the generator to the edification. The method was divided in three stages: (a) description of the architectural and photovoltaic project; (b) estimation of the photovoltaic generation using PVsyst software; and (c) analysis of the monthly energy contribution of the photovoltaic system and CELHS demand reduction according to the energy consumption of the building. Results proved that the 1 MWp Solar Parking Lot can generate much more energy than the CELHS has consumed in the months of its maximum occupancy, reaching a surplus energy of at least 70%. Thus, through the energy compensation system of ANEEL, other consumer units can benefit from the energy generated by the CELHS 1 MWp Solar Parking Lot.*

Key words: *Photovoltaic Solar Energy, Solar Parking Lot, Building-Integrated Photovoltaic Systems (BIPV)*