

ESTUDO DE CASO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO INSTALADO NO CAMPUS DA UNICAMP EM DIFERENTES SOFTWARES DE SIMULAÇÃO

Gilson Mário Vieira Machado – gilson.machado.ee@gmail.com

João Lucas de Souza Silva – jlucas.souzasilva@gmail.com

Hugo Soeiro Moreira – moreirahugos@gmail.com

Tiane do Nascimento Vargas – tiane.donascimentoavargas@gmail.com

Guilherme Cerbatto Schmitt Prym – guilhermeprym@gmail.com

Geyciane Pinheiro Lima – geycianedelima@gmail.com

Marcelo Gradella Villalva – villalva@unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)

Resumo. A energia solar fotovoltaica (FV) tem se destacado com um crescimento exponencial na matriz energética brasileira, e devido a isso vem recebendo grandes investimentos em pesquisa. Na Universidade Estadual de Campinas, o Projeto Campus Sustentável efetuou a instalação de 11 plantas FV, distribuídas em diferentes edificações da universidade, com o objetivo de realizar pesquisas na região de Campinas - Brasil. Dessa forma, este artigo apresenta o resultado de simulações da planta FV de uma das instalações FV, a Escola de Extensão da Unicamp (Extecamp), que possui potência instalada de 22,95 kWp. A simulação foi realizada em diferentes softwares visando obter dados para análises futuras e verificar se a instalação FV funciona como projetado. Para isso, foram utilizados os softwares HelioScope, PV*SOL e PVsyst para as simulações, e em seguida comparados os resultados com os meses contendo os valores de geração real da planta FV. Como resultado, as três simulações apresentaram desempenho satisfatório, com geração próxima aos valores de monitoramento da planta real. Portanto, a planta FV está funcionando conforme projetada, e as principais características dos três softwares foram apresentadas como contribuição do artigo.

Palavras-chave: Fotovoltaico, Software Fotovoltaico, Simulação Fotovoltaica

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos surgiram diversos projetos ao redor do mundo com o objetivo de transformar instituições e cidades em modelos de eficiência energética e sustentabilidade. O projeto “Campus Sustentável” na Universidade Estadual de Campinas é um bom exemplo que faz parte dessa gama de iniciativas que objetivam colaborar com a expansão da cultura do uso consciente de energia e redução de custos com a compra de energia para a universidade, tendo em vista que o consumo de energia elétrica representa o terceiro maior gasto das contas anuais de universidades públicas (ANEEL, 2015). Iniciado em 2018, associado à empresa local de distribuição de energia, a CPFL, o projeto visa também o desenvolvimento de um modelo de gestão e eficiência energética que pode ser replicado em outras instituições de ensino superior na América Latina. Portanto, foi instalada uma quantidade de 573 kWp em energia solar fotovoltaica (FV). Para isso, foi realizado o projeto FV dos sistemas com base nas características do local.

Dessa forma, é notável que os projetos FV precisam de um estudo completo de muitos aspectos que podem ser determinantes para o sucesso ou fracasso do mesmo. Elementos como a latitude da localização dos sistemas; o posicionamento correto dos módulos FV, inversores de potência, cabeamento; sombreamentos próximos e distantes que afetam a geração, tipo de solo, características térmicas, instalação elétrica local, perdas de energia em geral; perfil da rede elétrica e diversos outros parâmetros requerem análise minuciosa para a concepção de um sistema confiável, consistente, seguro e adequado às solicitações do contratante (Oliveira, 2017).

A maioria dos fatores mencionados é de análise complexa e inviável sem o apoio de ferramentas. Devido à complexidade e à quantidade de informações a serem examinadas, recomenda-se o uso de *software* adequado para este tipo de projeto. Atualmente existem disponíveis no mercado mais de 20 *softwares* (Jakica, 2017) destinados à simulação de sistemas de energia FV, cada um com um conjunto diverso de ferramentas, englobando diferentes bancos de dados solares, formas de decomposição da irradiação, análise de sombreamento e muitos outros recursos que contribuem para um resultado final de qualidade. Para encontrar uma correlação entre dados reais e simulações, uma planta FV instalada na Universidade Estadual de Campinas foi comparada com a respectiva simulação em três *softwares* FV altamente difundidos no mercado: PVsyst (PVsyst, 2019), PV*SOL (PVSol, 2019), e HelioScope (HelioScope, 2019).

O conjunto em análise é a planta FV instalada no telhado da Escola de Extensão da Unicamp (Extecamp), que tem uma capacidade de geração de 22,95 kWp. O objetivo deste artigo é analisar os resultados das simulações com os valores de geração real, identificando desta forma um perfil de cálculo otimista ou conservador dos *softwares* utilizados neste trabalho. Além disso, será possível verificar se a instalação FV está nos padrões projetados ou se está gerando corretamente. Para isso, um sistema FV com as mesmas características foi simulado e comparado com dados reais obtidos de medições a partir da data de comissionamento.

Este artigo contribui cientificamente apresentando resultados de simulação em três *softwares* diferentes e comparando-os com resultados reais de uma instalação em Campinas - Brasil. Além disso, são apresentados detalhes e particularidades dos *softwares* utilizados, ajudando usuários a tomarem decisões na escolha do *software* mais adequado para cada projeto. Os resultados também serão utilizados no auxílio a análises futuras das instalações FV do projeto Campus Sustentável e possíveis expansões do mesmo.

Na seção 2 deste artigo são apresentados os conceitos de cada *software* e uma tabela de comparação entre eles. Na seção 3 são definidos os índices de méritos essenciais para uma análise apropriada de dados de qualquer sistema FV. A seção 4 exibe as metodologias estabelecidas para desenvolver comparações assertivas entre dados simulados e reais obtidos por medições. Na seção 5 os resultados obtidos via *software* são analisados e comparados com os dados reais para encontrar uma correlação. Finalmente, na seção 6 é apresentada a conclusão deste trabalho, atribuindo designações aos *softwares* de acordo com seus respectivos desempenhos em face do projeto. Além disso, a última seção define os objetivos futuros deste trabalho.

2. SOFTWARES DE SIMULAÇÃO

Os *softwares* HelioScope, PV*SOL e PVsyst são amplamente utilizados para a simulação de projetos FV, com qualidade reconhecida no meio acadêmico e profissional, por pesquisadores e projetistas de sistemas FV. Com base nas informações dos fabricantes e na experiência de uso durante a elaboração deste artigo, é apresentada uma breve descrição dos respectivos *softwares*, e posteriormente, a Tab. 1 mostra os principais recursos disponíveis em cada *software*.

2.1 HelioScope

A ferramenta *web* baseada em armazenamento na nuvem e desenvolvida pela Folsom Labs (Guittet e Freeman, 2018), possui agilidade na construção de projetos FV devido à funcionalidade agregada de design do AutoCAD (AutoCAD, 2019). A característica de destaque é sua utilização online, que elimina qualquer possibilidade de incompatibilidade com sistemas operacionais, necessitando dessa forma apenas de um dispositivo conectado à internet e uma conta no site da aplicação *web*. Além disso, a integração online com *softwares* de mapeamento geográfico e modelagem 3D, proporciona uma celeridade na construção de projetos sem a obrigatoriedade de visitar o local de instalação na maioria das vezes. O HelioScope ainda permite uma simulação paralela de configurações diferentes de arranjos FV para uma mesma instalação, gerando relatórios simultâneos e facilitando desta forma análises rápidas quanto à viabilidade dos projetos.

2.2 PV*SOL

PV*SOL é um programa desenvolvido pela Valentin-Software dedicado a projeto, simulação e análise de rentabilidade de vários tipos de sistemas FV (PVSol, 2019). Dessa forma é possível estudar e otimizar o arranjo FV de acordo com as características do local de instalação, realizando ainda uma correlação com os objetivos financeiros do projeto. A principal característica é sua interface amigável, que por meio de uma construção sequencial de projeto, facilita a interação com o usuário projetista. O *software* solicita informações em cada etapa de tal forma que o prosseguimento do projeto se assemelha a um tutorial, simplificando o trabalho de inserção das configurações da planta FV. Essa tratativa unidirecional na concepção do projeto reduz o número de cliques em comparação com outros *softwares* de dimensionamento FV.

2.3 PVsyst

Software dedicado ao estudo, dimensionamento e análise de sistemas FV completos (Sharma, 2018). Ele pode estimar a energia gerada por um sistema FV de acordo com a localização da instalação e os parâmetros do arranjo FV. O PVsyst é capaz de simular sistemas conectados à rede, autônomos, de bombeamento e sistemas com alimentação de corrente contínua, fazendo uso de um banco de dados extenso de módulos FV e inversores de vários fabricantes e potências. É um *software* altamente versátil, e além disso apresenta uma análise completa do sistema, incluindo otimização de dimensionamento, estimativa de energia ao longo dos anos, perdas devido a sombreamentos próximos e distantes com modelagem 3D, condições financeiras e estimativas de retorno. Todos esses itens são apresentados em relatório com gráficos específicos (PVsyst, 2019) e níveis de detalhes superiores em comparação ao relatório final dos outros *softwares*.

Tabela 1 – Possibilidades e recursos de cada *software* de simulação FV.

OBJETO	DESCRIÇÃO	SOFTWARE		
		HelioScope	PV*SOL	PVsyst
Simulações do sistema	Autônomo (Off-grid)		●	●
	Conectado à rede (On-grid)	●	●	●
	Sistema de bombeamento		●	●
	Sistema FV híbrido		●	
	Sistema FV para veículos elétricos		●	
Parâmetros locais	Banco de dados meteorológicos	●	●	●
	Configurações de temperatura do local	●	●	●
Construção física	Modelagem 3D	●	●	●
	Captura de imagens/Mapas geográficos	●	●	
	Importar imagens de mapas	●	●	●
	Análise de sombreamento 3D	●	●	●
Timestep de modelagem	Cálculo por mês	●	●	●
	Cálculo por hora	●	●	●
Formas de montagem	Terra	●	●	●
	Telhado	●	●	●
	Telhado integrado	●	●	●
	Fachada integrada			●
	Seguidor solar	●	●	●
Financeiro	Previsão de payback	●	●	●
	Finanças diretas	●	●	●
	Empréstimo/Financiamento	●	●	●
Emissões evitadas	CO ₂	●	●	●
Compatibilidade de sistemas operacionais	Windows Vista, 7, 8 e 10	●	●	●
	MACOS	●		
	Linux	●		
	Windows virtual no Linux ou MACOS com VirtualBox	●		●
	Windows virtual no Linux ou MACOS com Parallels	●	●	●
	Windows virtual no Linux com VMware	●	●	●
Simulação paralela	Simulação simultânea de projetos distintos	●		

3. FIGURAS DE MÉRITO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Também conhecidas como índices de mérito, as figuras de mérito são indicadores numéricos obtidos por meio de equações matemáticas e são amplamente utilizadas para comparar, avaliar e verificar a necessidade de otimização dos sistemas (Benedito, 2009; Odaque, 2017). Além da previsão de desempenho, nos sistemas FV as figuras de mérito também são utilizadas para estimar custos e garantir que o projeto FV será entregue com os requisitos solicitados pelo contratante. Trabalhos da literatura apresentam figuras de mérito para a energia FV no contexto técnico e financeiro (Almeida; Zilles, 2012; Khenkin et al, 2018; Silva, 2019). Os índices de âmbito técnico são importantes para obter uma comparação de desempenho. As principais figuras de mérito utilizadas para as análises deste trabalho são: Rendimento Final (Y_f), Índice de Desempenho (P_r) e Energia Entregue (E_D).

O Y_f é a razão entre a energia na saída do inversor FV (E_D) e a potência nominal do sistema FV (Mendes, 2016). A Eq. (1) apresenta a relação de Y_f . Essa figura de mérito é determinante para especificar quanto tempo seria necessário para um sistema em condições ideais (STC – *Standard Test Condition*) gerar a mesma quantidade de energia que um sistema exposto em condições não ideais, sendo avaliado em um determinado espaço de tempo, que pode ser um ano ou um mês.

$$Y_f = \frac{E_D (kWh)}{\text{Potência Instalada (kWp)}} \quad (1)$$

O P_r é um dos índices de mérito mais importantes pois leva em consideração o efeito geral das perdas, que não depende da localização da instalação, e por isso é largamente considerado como um fator de qualidade para comparar a eficiência de qualquer projeto FV (Satsangi, 2018). A Eq. (2) mostra a relação:

$$P_r = \frac{E_D (kWh)}{E_D \text{ Nominal (kWh)}} \quad (2)$$

A última figura de mérito, Energia Entregue (E_D), já foi mostrada nas equações anteriores e consiste na energia fornecida por um sistema FV durante um período específico e pode ser expressa em kWh .

4. METODOLOGIA

A planta FV utilizada nesta pesquisa é apresentada na Fig.1. Os *softwares* escolhidos para simulação foram o PV*SOL, o PVsyst e o aplicativo *web* HelioScope. O HelioScope foi escolhido por estar sendo visto com potencial pelo mercado de projetos devido a sua utilização *web*, sem necessidade de instalação de *software*, eliminando dessa forma possíveis problemas de compatibilidade com diferentes sistemas operacionais, e ainda possuindo ferramentas para simulações rápidas, facilitando a apresentação para clientes. PV*SOL e PVsyst foram elencados por serem os *softwares* mais utilizados pelos projetistas de sistemas FV.



Figura 1 - Sistema FV do estudo de caso.

Após a definição dos *softwares*, o banco de dados solarimétricos foi padronizado para os três *softwares*, usando-se o Meteonorm, por ser um dos mais utilizados e com boa precisão (Silva, 2018). A decisão de utilizar a mesma base de dados é essencial para eliminar divergências envolvendo banco de dados solarimétricos.

A segunda etapa foi analisar a planta FV nos respectivos *softwares*. O modelo e a quantidade de módulos FV e inversores usados na instalação estão especificados na Tab. 2, resultando em um sistema FV de 22,95 kWp.

Tabela 2 - Descrição da instalação do sistema FV.

OBJETO	QUANTIDADE	MODELO
Módulo Fotovoltaico	85	Canadian Solar CS6K-270P
Inversor	2	Fronius Symo 12.0-3 208-240

A terceira etapa foi a coleta dos dados reais mensais disponíveis da planta FV, para examinar o desempenho e aplicar os índices de mérito aos resultados medidos e simulados. Com essas informações é possível verificar se o sistema FV instalado está gerando conforme projetado, além de permitir uma comparação entre os *softwares* utilizados, apresentando pontos positivos e negativos de cada ferramenta usada para simulação. Os dados usados para análise e comparação são relativos aos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro do ano de 2019. Esses são os únicos dados de medição disponíveis até a escrita deste trabalho, mas já são suficientes para verificar o comportamento da planta FV real e se existe alguma anomalia que possa estar limitando o desempenho.

É válido ressaltar que, segundo a literatura dedicada ao estudo de sistemas FV, a incerteza de simulação precisa ser menor que $\pm 30\%$ mensalmente e menor que $\pm 10\%$ anualmente (Pigueiras, 2005). Elementos estocásticos podem ser aplicados por *softwares* de simulação para que a incerteza não ultrapasse os limites mencionados, uma vez que erros causados por índices solarimétricos podem ser altos. Quanto aos módulos FV e aos inversores, ainda existe uma incerteza na simulação, porém é muito pequena porque os modelos já são bem delineados na literatura.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tab. 3 apresenta os resultados das figuras de mérito Y_f , P_r e E_D para um ano de simulação. Observou-se que o PV*SOL exibiu um resultado mais conservador na energia final entregue ao contratante, sendo o HelioScope o *software* mais otimista. Resultados conservadores são mais adequados para projetos de objetivo comercial, dado que o cliente obterá mais energia do que aquela que foi projetada. A maioria dos integradores decide utilizar resultados mais conservadores para poder trabalhar com uma margem de segurança sem comprometer a eficiência do sistema FV.

Tabela 3 - Resultados anuais da simulação para o sistema FV.

SOFTWARE	Y_f	P_r	E_D
HelioScope	1.455,50 kWh/kWp	80,20%	33,40 MWh
PV*SOL	1.384,55 kWh/kWp	85,30%	31,78 MWh
PVsyst	1.411,00 kWh/kWp	83,46%	32,40 MWh

Na Tab. 4 e na Fig. 2 a planta real é comparada com o sistema FV simulado durante os cinco meses disponíveis. É recomendado que o erro seja sempre menor, e a partir do momento em que o erro passa a ser negativo, indica-se que a energia gerada pela planta real é maior que a indicada na simulação. Esse cenário é desejado pelos projetistas de sistemas FV. Porém, para fins acadêmicos e científicos, o ideal é que a diferença entre a energia da planta real e a simulada seja a menor possível, ou seja, os valores não devem se distanciar muito, seja para mais ou para menos.

Tabela 4 - Comparação com dados reais dos primeiros cinco meses com o sistema FV instalado.

SOFTWARE	MÊS	REAL	SIMULAÇÃO	ERRO
HelioScope	Junho	1,92	2,11	10,18 %
	Julho	2,30	2,31	0,52 %
	Agosto	2,47	2,67	7,89 %
	Setembro	2,59	2,81	8,62 %
	Outubro	3,30	3,07	-6,71 %
	Total	12,57	12,97	3,21 %
PV*SOL	Junho	1,92	1,96	2,51 %
	Julho	2,30	2,23	-2,79 %
	Agosto	2,47	2,58	4,29 %
	Setembro	2,59	2,62	1,31 %
	Outubro	3,30	2,88	-12,75 %
	Total	12,57	12,27	-2,36 %
PVsyst	Junho	1,92	2,01	4,80 %
	Julho	2,30	2,31	0,30 %
	Agosto	2,47	2,62	6,07 %
	Setembro	2,59	2,72	5,06 %
	Outubro	3,30	2,94	-10,71 %
	Total	12,57	12,60	0,21 %

Como resultado da comparação, foi possível observar que a partir do total dos valores reais e simulados, os *softwares* PV*SOL e PVsyst estavam mais próximos da geração real dessa planta FV. É importante destacar que é necessário uma média para avaliar um erro de geração anual, porém essa média não reflete o comportamento mensal do sistema. Como exemplo pode-se observar que o PVsyst apresenta um erro total próximo de zero em relação aos cinco meses de dados disponíveis, no entanto é notável a diferença no mês de outubro.

Na Fig. 3 é apresentada a comparação de geração mensal, referente a um ano, obtida por meio de simulação nos respectivos *softwares*. Analisando-se os dados obtidos, constata-se que o HelioScope possui um otimismo significativo na geração de energia. Na maioria dos meses os resultados de geração dos três *softwares* chegaram perto, exibindo uma maior diferença apenas nos meses de dezembro e janeiro. Considerando a existência de diferenças entre resultados de simulação e dados reais, conclui-se que o erro de alguns *softwares* só aumenta quando a ferramenta de simulação possui mais dados disponíveis.

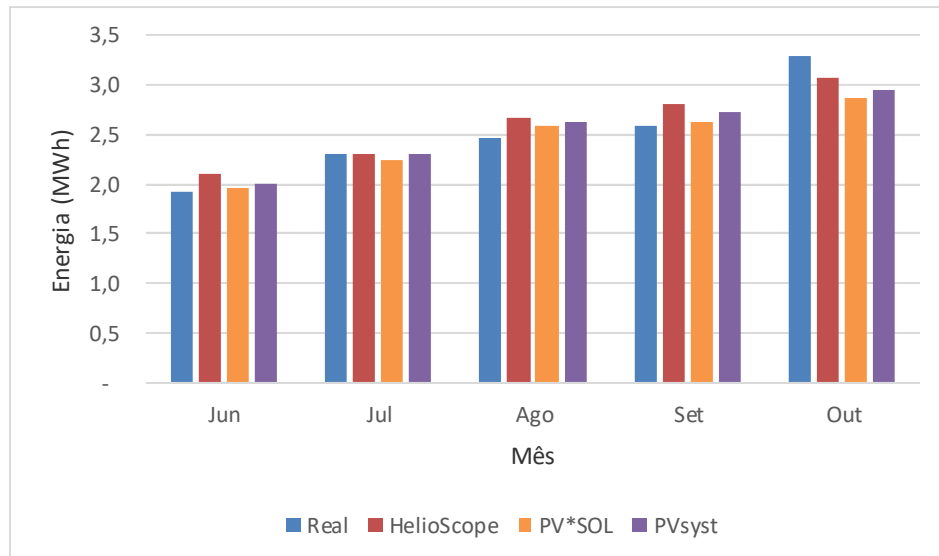


Figura 2 - Comparação com dados reais dos primeiros cinco meses com o sistema FV instalado.

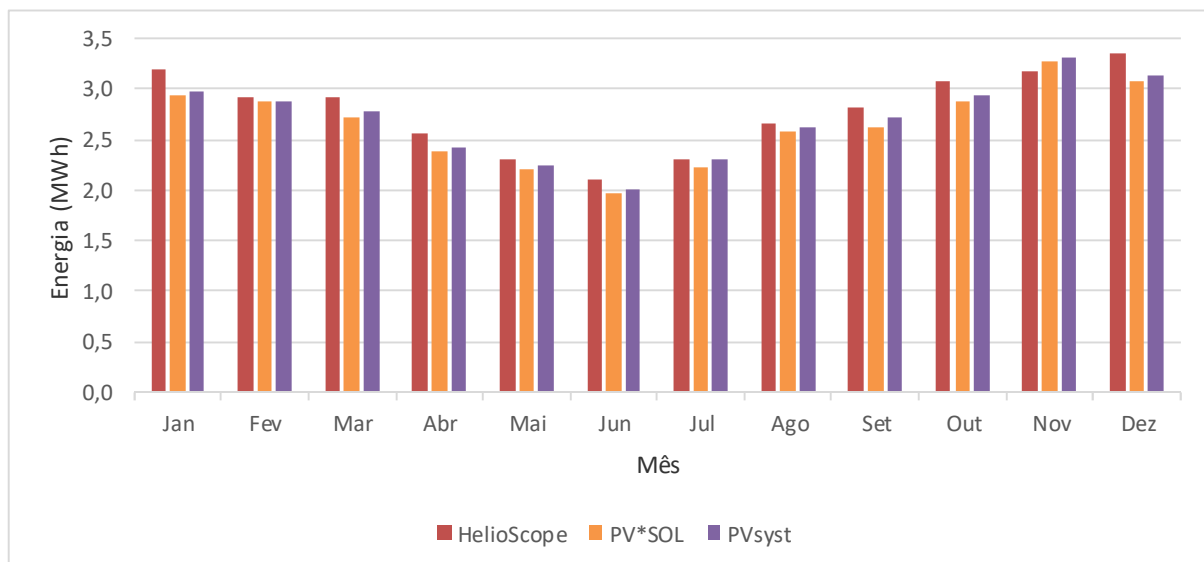


Figura 3 - Comparação mensal de geração mensal durante o primeiro ano do projeto para cada *software*.

6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou uma análise comparativa de simulações para um sistema FV real que faz parte de um projeto chamado Campus Sustentável, na Universidade Estadual de Campinas. Para isso foram utilizados os *softwares* HelioScope, PV*SOL e PVsyst, uma vez que estão entre os mais utilizados tanto no ambiente comercial quanto acadêmico. As simulações foram realizadas com o intuito de validar o desempenho de geração da planta, além de evidenciar vantagens e desvantagens detectadas durante os processos de configuração e simulação, contribuindo dessa forma para o desenvolvimento dos *softwares* FV, e proporcionando aos projetistas mais uma referência para a escolha adequada do *software* conforme as características do projeto.

A partir dos dados reais disponíveis até o momento, foi possível verificar o desempenho dos *softwares* por meio de comparação com seus respectivos resultados. Foi constatado otimismo em relação ao HelioScope e conservadorismo no PV*SOL. O *software* que apresentou resultados de simulação mais próximos aos valores reais obtidos por medição foi o PVsyst. A precisão dos *softwares* FV pode variar de acordo com o mês, o local e o tipo de instalação, mas apesar das diferenças entre as simulações, todas forneceram resultados condizentes com a função objetivo, a geração real.

Entende-se que do ponto de vista de utilização dos *softwares*, conforme as características da planta FV, é aconselhável o uso do PVsyst para projetos maiores e mais exigentes quanto à precisão. Contudo, o usuário precisa ter experiência na área para conseguir obter fluência no ajuste dos parâmetros no ambiente do *software*, visto que a

interface não é intuitiva. Já para projetos comerciais em que o interessante é obter um pouco mais de energia em relação aos valores de simulação, recomenda-se o PV*SOL, que além de ser conservador possui uma interface sequencial e clara, ideal para projetistas iniciantes. O HelioScope já é uma aplicação *web* que apresenta integração com *softwares* de mapeamento geográfico e modelagem 3D online, ideal para dimensionamentos rápidos em que a precisão não é a principal característica.

Como trabalho futuro, pretende-se acompanhar o sistema FV real ao longo dos anos e realizar uma análise do impacto econômico do projeto Campus Sustentável na Universidade Estadual de Campinas com o intuito de disseminar a política de universidades sustentáveis em energia para as demais instituições públicas.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido através do programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico PD-00063-3032/2017 – PA3032: “Desenvolvimento de um modelo de Campus Sustentável na UNICAMP – Laboratório vivo de aplicações de mini geração renovável, eficiência energética, monitoramento e gestão do consumo de energia”, regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em parceria com a empresa CPFL Brasil. Os autores também agradecem ao CNPq e à CAPES.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. P., Zilles, R., 2012. Cálculo de parâmetros de desempenho para sistemas fotovoltaicos conectados à rede, Revista Brasileira de Energia Solar, vol. 3, n.1, pp. 70-77.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016. Chamada Nº. 001/2016 Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D: “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior”. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- AutoCAD visão geral, 2019. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview>>. Acesso em: 08 nov. 2019.
- Benedito, R. S., 2009. Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório, Dissertação de Mestrado, Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Guittet, D., Freeman, J. M., 2018. Validation of Photovoltaic Modeling Tool HelioScope Against Measured Data, National Renewable Energy Lab: (NREL), Golden, CO (United States).
- HelioScope features, 2019. Disponível em: <<https://www.helioscope.com/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- Jakica, N., 2017. State-of-the-art review of solar design tools and methods for assessing daylighting and solar potential for building-integrated photovoltaics, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 81, no., pp. 1296-1328.
- Khenkin, M. V. et al, 2018. Reconsidering figures of merit for performance and stability of perovskite photovoltaics, Energy and Environmental Science, vol. 9, n.1, pp. 739-7743.
- Mendes, I. S., 2016. Avaliação do desempenho do Sistema de mini-geração fotovoltaico na Faculdade de Ciências, Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Odake, F. T. K., 2017. Determinação de Índices de Mérito de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede e Instalado na COPEL, com Validação Através de Dados Meteorológicos, Trabalho de Conclusão de Curso, UFPR, Paraná.
- Oliveira, L. G. M., 2017. Avaliação de fatores que influenciam na estimativa da geração e operação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, Tese de Doutorado, UFMG, Belo Horizonte.
- Pigueiras, E. L., 2005. Energy Collected and Delivered by PV Modules, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, pp. 905-970.
- PVSol overview, 2019. Disponível em: <<https://www.valentin-software.com/en/products/photovoltaics/55/pvsol>>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- PVsyst features, 2019. Disponível em: <<https://www.pvsyst.com/features/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- Satsangi, K. P. et al, 2018. Performance Evaluation of Grid Interactive Photovoltaic System, 2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON), Greater Noida, Uttar Pradesh, India, pp. 691-695.
- Sharma, S., Kurian, C. P., Paragond, L. S., 2018. Solar PV System Design Using PVsyst: A Case Study of an Academic Institute, 2018 ICCPCT – International Conference on Control, Power, Communication and Computing Technologies.
- Silva, M. K. et al, 2018. Comparative Analysis of Transposition Models Applied to Photovoltaic Systems Using Meteonorm and NASA SSE Databases, 2018 13th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON), São Paulo, Brasil, pp. 237-241.
- Silva, J. A. A., 2019. Tratamento de Dados Meteorológicos e Análise de Desempenho do Sistema Fotovoltaico da EMC/UFG, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, UFG, Goiás, Brasil.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF PHOTOVOLTAIC SOFTWARE WITH A REAL PLANT

Abstract. Photovoltaic solar energy has stood out with an exponential growth in the Brazilian energy matrix, and because of this has been receiving large investments in research. At the State University of Campinas, the Sustainable Campus Project installed 11 PV plants, distributed in different university buildings, with the objective of conducting research in the region of Campinas - Brazil. Thus, this paper presents the results of simulations of the PV plant of one of the PV installations, Unicamp Extension School (Extcamp), which has an installed power of 22.95 kWp. The simulation was performed in different software to obtain data for future analysis and to verify if the PV installation works as designed. For this, the software HelioScope, PV*SOL and PVsyst were used for the simulations, and then compared the results with the months containing the actual generation values of the FV plant. As a result, the three simulations presented satisfactory performance, with generation close to the monitoring values of the actual plant. Therefore, the PV plant is working as designed, and the main features of the three softwares were presented as a contribution of the article.

Key words: Photovoltaic, Photovoltaic Software, Photovoltaic Simulation