



EMPREGO DA PLATAFORMA DE SIMULAÇÃO PVSYST PARA ENSINO DE PROJETOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE

Kal-El Basílio Brito¹ – kal.brito@ee.ufcg.edu.br

Edson Guedes da Costa² – edson@dee.ufcg.edu.br

Bruno Albuquerque Dias¹ – bruno.dias@ee.ufcg.edu.br

Antonio Barbosa de Oliveira Neto^{1 2} – antonio.oliveira@ee.ufcg.edu.br

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG – COPELE

²Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG

Universidade Federal de Campina Grande

Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, 58429-900 – Campina Grande – Paraíba

Tarso Vilela Ferreira – tarso@dee.ufcg.edu.br

Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da UFS

Universidade Federal de Sergipe

Avenida Marechal Rondon, São Cristóvão, 49100-000 – Aracaju – Sergipe

Resumo: *Em um curso de engenharia, ferramentas de modelagem são indispensáveis para um melhor entendimento de problemas e seus mecanismos de solução. Softwares específicos auxiliam a aprendizagem, proporcionando aos alunos uma melhor compreensão e fixação de conteúdos, sendo um poderoso instrumento de ensino que dá suporte ao professor e prepara o estudante para o mercado de trabalho. Este artigo apresentará um estudo de caso de projeto de captação de energia solar de um sistema fotovoltaico conectado à rede, empregando o software PVsyst. O estudo de caso viabilizou a confecção de um tutorial do software em português, o qual foi usado como base para a realização de minicurso no tema. Ao término do minicurso um questionário foi respondido pelos alunos. Por fim, as respostas do questionário foram analisadas e conclui-se que o material desenvolvido e o minicurso realizado auxiliaram os alunos na compreensão de conceitos relacionados a energia solar e sistemas fotovoltaicos conectado à rede.*

Palavras-chave: *Energia solar, Ensino da engenharia, Sistema fotovoltaico conectado à rede*

1. INTRODUÇÃO

Em um curso de engenharia contemporâneo, ferramentas de cálculos e modelagem computacional são indispensáveis para o aprendizado. Tais ferramentas permitem, com custo reduzido, um entendimento dos problemas e seus respectivos mecanismos de solução por parte dos estudantes. Além disso, em um ambiente virtual no qual o contexto possa ser visualizado, os estudantes têm a oportunidade de testar diversas soluções e extrapolações para um mesmo problema, sem correr riscos materiais ou pessoais. Os *softwares* específicos de engenharia



auxiliam na tarefa, proporcionando aos alunos um melhor entendimento e fixação de conteúdos, sendo assim, ferramentas poderosas no ensino de engenharia (AGOSTINHO *et al*, 2006).

A utilização de *softwares* para análise e elaboração de projetos durante a formação acadêmica, proporciona uma aproximação entre a teoria e a prática, tornando-se um instrumento de ensino-aprendizagem que auxilia o professor e prepara o estudante para o mercado de trabalho (RAMIRO *et al*, 2014). Além disso, simulações computacionais permitem a experimentação de diversas situações com custo reduzido, caso comparadas às situações em outros tipos de laboratório. Neste sentido foram traçados os objetivos da presente pesquisa, e este trabalho foi desenvolvido. Por meio do *software* PVsyst, foi realizada a simulação de Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), o qual serviu de lastro para o desenvolvimento de um tutorial do *software* em idioma nativo. Além disso, realizou-se um minicurso no tema, no qual foi aplicado um questionário aos alunos, e analisaram-se as respostas.

2. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Os Sistemas Fotovoltaicos (SF) são capazes de gerar energia elétrica através das células fotovoltaicas. As células fotovoltaicas são dispositivos capazes de transformar a energia luminosa solar em energia elétrica, podendo funcionar como geradora de energia elétrica ou como sensor capaz de medir intensidade luminosa.

No contexto das energias renováveis, pode-se citar o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR) como aquele que dispensa dispositivos de armazenamento da energia gerada, dado que esta pode ser consumida ou injetada diretamente na rede elétrica convencional. O dimensionamento de um SFCR deve levar em conta robustez e facilidade de instalação e manutenção, também devem ser consideradas as perdas relativas aos componentes que, embora não sejam considerados básicos, são de igual importância para o seu funcionamento adequado (MERMOUD & WITTMER, 2014). As potências instaladas vão desde poucos quilowatts de pico (kWp) em instalações residenciais, até alguns megawatts de pico (MWp) em grandes sistemas operados por empresas.

Neste cenário, o uso de um *software* que leve em consideração os parâmetros e as configurações necessárias para este tipo de projeto é importante para auxiliar o aprendizado e a tomada de decisão mantendo boa eficiência e um baixo custo.

3. DESCRIÇÃO DO PVSYST

O PVsyst é um *software* que realiza estudos de sistemas de energia fotovoltaica, servindo como base para tomada de decisão em empreendimentos do gênero. A plataforma permite adicionar características como localização geográfica da instalação da planta solar, dimensionamento dos sistemas a serem utilizados (módulos fotovoltaicos e inversores), além da especificação de suas perdas e avaliação econômica. Os dados climatológicos e de irradiação podem ser adicionados manualmente, ou pode-se usar bancos de dados presentes no próprio *software*.

Destaca-se a possibilidade de inserir os efeitos de sombreamento próximo, construindo um modelo 3D do cenário da planta, e os efeitos de sombreamento à distância, adicionando o perfil topográfico do horizonte. A linha do horizonte da região foco de estudo pode ser definida manualmente, através de inspeção (em função do azimuth), ou importada a partir das fontes com as quais o PVsyst é compatível. Ao fim da simulação é gerado, no programa, um relatório no qual são especificadas as considerações tomadas e os resultados atingidos (BRITO, 2014).

4. ESTUDO DE CASO USANDO PVSYST

É apresentado o estudo de caso didático, a fim de ilustrar como é feito o projeto de instalação de um SFCR. A principal função deste estudo de caso foi servir de exemplo geral na elaboração do tutorial e do minicurso posteriormente realizado. Vários detalhes do estudo de



caso proposto foram idealizados de maneira a flexibilizar o projeto e permitir que recursos do PVSyst fossem bem explorados pelos estudantes.

O contexto do caso estudado foi um cenário no qual uma pessoa ou família interessada em vender energia elétrica o possa fazer usando sua residência, sendo constatado pela simulação que o empreendimento é rentável. Além do mais, tal caso de estudo pode servir de base para futuros projetos. Diferentes variantes de simulação podem ser realizadas e comparadas, sendo levado em consideração o sombreamento à distância, e ferramenta 3D para estudo de sombreamento próximo, além da análise detalhada de perdas e avaliação econômica a partir dos preços reais dos componentes.

4.1. Localização da instalação

Ao determinar a localização espacial para uma instalação é possível definir os dados de insolação e climatológicos de uma região do globo. Munido desses dados é possível definir regiões propícias para instalação. Esta primeira etapa consiste em selecionar o local da instalação do projeto. Foi escolhida a região próxima à cidade Patos na Paraíba, devido à sua notável propiciabilidade à geração de energia elétrica a partir da energia solar, dada a alta incidência de radiação solar e o baixo índice de precipitação (OLIVEIRA NETO et al, 2014). Incluem-se informações meteorológicas a partir da base de dados da Meteonorm 6.1 (METEONORM, 2014).

4.2. Orientação das placas

A orientação das placas é feita de forma a maximizar a incidência dos raios solares. Em projetos domésticos a edificação já construída é o fator mandatário, devendo ser escolhida a superfície de maior incidência para instalação dos painéis. Como se trata de um projeto didático e hipotético, foi considerada uma casa com telhado virado para o norte e com uma inclinação de 30° com relação ao solo.

4.3. Sistema que será instalado

Ao iniciar a seleção dos equipamentos, há a possibilidade de se escolher pelo valor da potência concebida do sistema fotovoltaico (FV) ou pela quantidade de área disponível. A edificação hipotética possui uma área disponível de 173 m², e esse foi o fator utilizado.

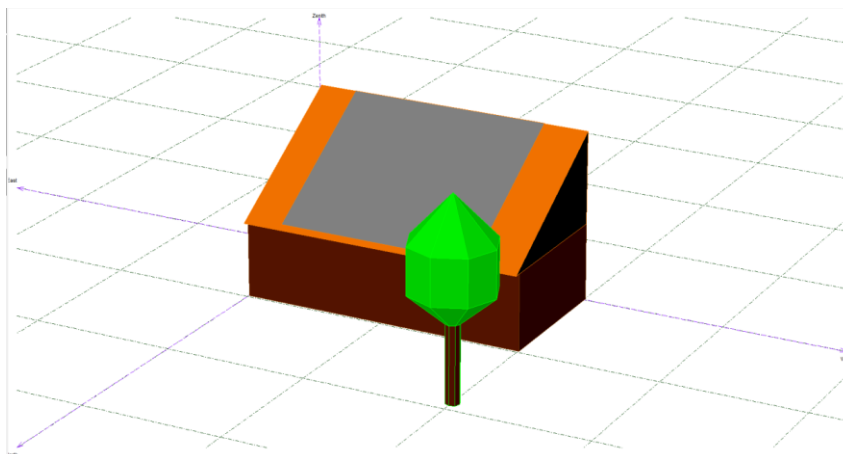
Um modelo de módulo FV é escolhido conjuntamente com o número máximo para a área disponível. Considerando-se a eficiência do módulo FV, o coeficiente térmico e a certificação de ter sido construído segundo as normas, optou-se pelo módulo da *Canadian Solar*, modelo CS6K255–P de 255 Wp de silício policristalino. Confrontando-se a área disponível com as dimensões do painel fotovoltaico, percebeu-se ser possível instalar no máximo 105 módulos deste tipo. Conhecendo o módulo FV selecionado é possível determinar o inversor a ser usado, tendo sido escolhido o modelo *PowerGate Plus* PVS30-480 de 30 kW da *SatCon*. Finalmente, mesmo tendo 173 m² disponíveis, só serão usados 160 m², tendo-se uma matriz com 7 fileiras com 14 módulos cada, em um total de 98 módulos.

4.4. Sombreamento próximo e à distância

Na Figura 1 podem ser vistas todas as estruturas próximas dos painéis solares, a fim de que possam ser consideradas na contabilidade energética, ou seja, quanto é perdido devido ao sombreamento que as estruturas próximas causam. Para o estudo de caso foi considerado a existência de uma árvore próxima ao painel no telhado. Os painéis estarão localizados na região cinza da imagem, essa região atende ao que foi determinado na etapa 4.2 e 4.3.



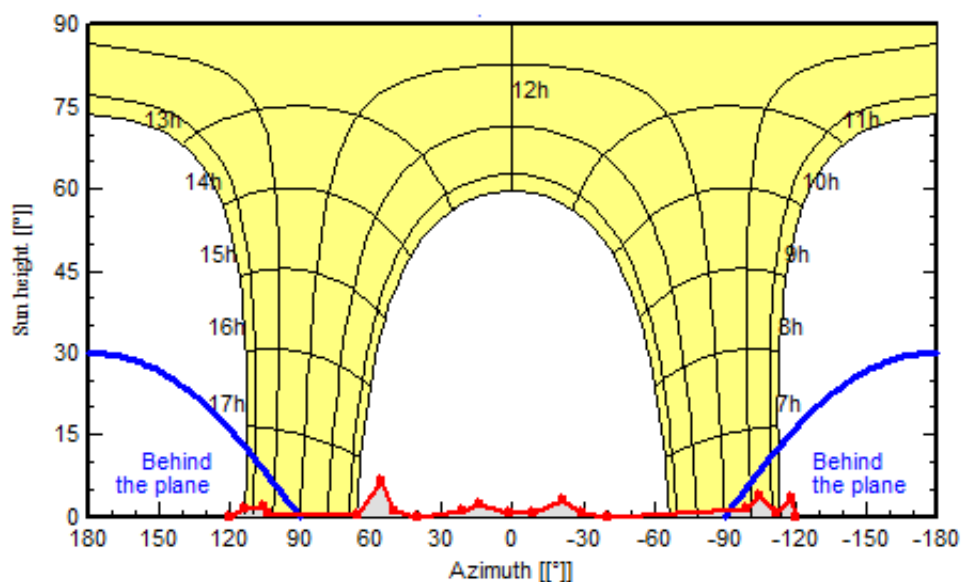
Figura 1 – Estrutura do local da instalação do SFCR.



Para considerar o sombreamento à distância é usado o perfil de horizonte da região da instalação, subtraindo na contabilidade energética quanto é perdido devido a estas características da região. O perfil do horizonte pode ser construído manualmente (em função do azimute) ou importado a partir das fontes com as quais o PVsyst é compatível.

Na Figura 2 é mostrada, em amarelo, a trajetória do sol em função da época do ano e das horas do dia. A região abaixo das linhas azuis corresponde à área onde não há aproveitamento dos raios solares devido à inclinação dos painéis. A área abaixo das linhas vermelhas corresponde à região onde não há aproveitamento dos raios solares devido ao sombreamento à distância causado pela topografia que cerca o local da instalação.

Figura 2 – Linha do horizonte para o local da instalação.



4.5. Detalhamento de perdas

Vários tipos de perdas podem ser adicionados ao projeto. A consideração de tais perdas é de extrema importância na etapa de elaboração, pois dado o investimento realizado na construção do sistema FV, não se devem admitir perdas inesperadas na geração máxima após a implementação física final. As perdas são de natureza térmicas, ôhmicas, devidas à qualidade do módulo, devidas à poluição, devidas à modificação do ângulo de incidência, além de perdas energéticas devidas a sistemas auxiliares e devidas à indisponibilidade do sistema.

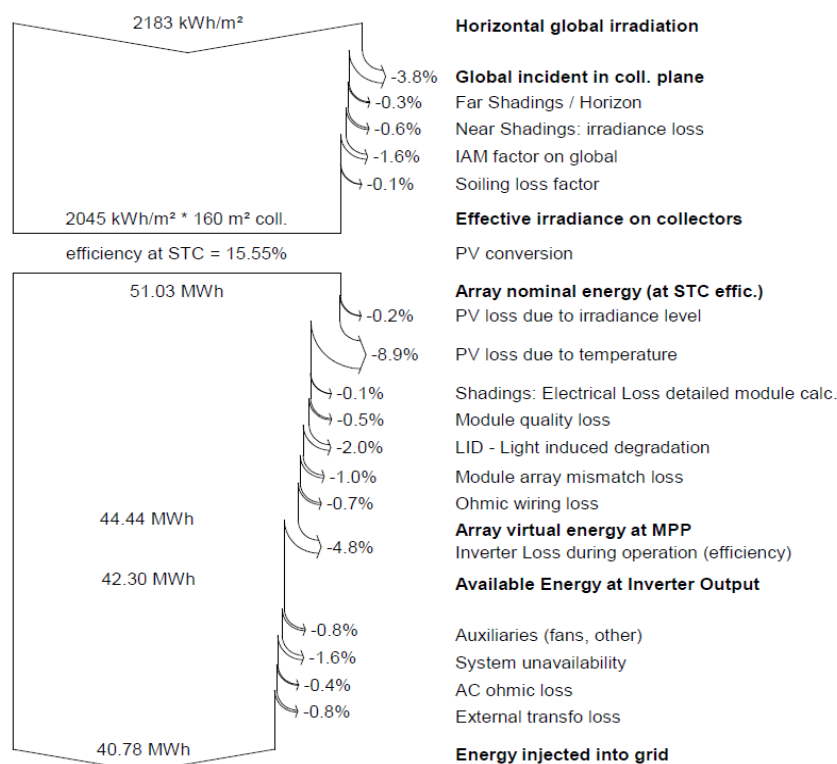


4.6. Balanço financeiro

A avaliação econômica considera que o projeto tem vida útil de 30 anos e que será feito um empréstimo para custeá-lo, o qual será quitado durante o tempo de duração do projeto a uma taxa de 5% por ano. Para converter os valores em dólar para real foi usada a cotação do dia 29 de janeiro de 2015 de R\$/US\$ 2,689 (UOL ECONOMIA, 2014), dia que foi realizado o estudo de caso. Não foi considerado impostos incidentes na importação dos equipamentos, esses valores foram embutidos nos custos diversos. Também não foi considerado nenhum subsídio. O custo anual do projeto é de R\$ 9.998,83, sendo o custo de produção de energia 0,25 R\$/kWh. A tarifa para venda de energia foi considerada fixa, segundo o valor de venda da Energisa Paraíba 0,368 R\$/kWh (ANEEL, 2014). Outros tipos de tarifação poderiam ter sido considerados. Levou-se em conta uma quebra anual de produção de 0,1%.

A partir da simulação do sistema com todos os parâmetros e condições definidas, obtiveram-se os resultados técnico apresentados na Figura 3. O diagrama de perdas da instalação durante um ano é mostrado, sendo que no topo é mostrada a radiação global horizontal, que é 2.183 kWh/m², dada em potência por área. Sendo descontadas as perdas devidas à orientação dos painéis, ao sombreamento à distância, ao sombreamento próximo, à modificação do ângulo de incidência e a poluição tem-se 2.045 kWh/m², que será multiplicado pela área utilizada pelos painéis: 160 m². Depois de considerar a eficiência dos módulos FV, de 15,55%, obtém-se 54,03 MWh. Ressalta-se as perdas devidas à temperatura como a mais significativa, subtraindo 8,9% da energia. Descontando-se as perdas nos módulos FV devidas aos níveis de radiação, à temperatura, à qualidade do módulo, à degradação induzida pela luz e ao efeito joule será entregue à entrada do inversor 44,44 MWh. Seguida pela perda do inversor durante a operação será disponível na saída do mesmo 42,30 MWh. Finalmente, a energia que será disponível para rede, em um ciclo anual, descontada perdas auxiliares, indisponibilidade do sistema, efeito joule da conexão à rede e do transformador, será de 40,78 MWh.

Figura 3 – Diagrama de perdas durante um ano inteiro.





No balanço financeiro foi verificado que durante os 30 anos de empreendimento houve uma queda gradual na arrecadação, devido à queda de produção advinda do envelhecimento do sistema. Durante o projeto o retorno anual foi sempre superior a R\$ 4.000,00. Ao fim de 2045, após 30 anos de empreendimento, o valor acumulado com a venda de energia foi de R\$ 143.706,00.

5. CONFEÇÃO DO TUTORIAL DO PVSYS

A partir do estudo de caso realizado, um tutorial foi desenvolvido em português para projetos de SFCR usando o PVsyst. O tutorial serviu de base para a elaboração de um minicurso no tema, possibilitando aos interessados a oportunidade de começar projetos FV do gênero. Os procedimentos para familiarização do *software* são apresentados de forma detalhada e didática e, apesar de ser voltado para SFCR, há considerações que podem ser aplicadas a outros tipos de sistemas.

Os autores do tutorial são três dos autores deste artigo: Kal-El Basílio Brito, Bruno Albuquerque Dias e Antonio Barbosa de Oliveira Neto. A supervisão e revisão do texto final do tutorial foi realizada pelo então Professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Tarso Ferreira Vilela. O tutorial pode ser acessado na página: <https://goo.gl/z4hF0C>

6. IDEALIZAÇÃO E REALIZAÇÃO DO MINICURSO DE PVSYS

Depois da confecção do tutorial e com auxílio Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) da UFCG, foi realizada uma sondagem de interesse de alunos de engenharia elétrica da própria universidade em um minicurso sobre o tema. A partir da manifestação de interesse por parte dos alunos de graduação e pós-graduação, duas turmas foram formadas para realização do minicurso intitulado: “*Introdução ao Software PVsyst para Projetos Fotovoltaicos Conectados à Rede*” com uma carga horária mínima de 8 horas.

A primeira turma realizou o minicurso de 14 a 17 de julho e a segunda de 21 a 24 de julho, ambas no ano de 2015. O *banner* do minicurso, apresentado na Figura 4, mostra a motivação, os recursos didáticos, a avaliação e os módulos a serem realizados.

Figura 4 – *Banner* do minicurso

UFCG Universidade Federal de Campina Grande

DEE

UNISOCIESC

Introdução ao Software PVsyst para Projetos Fotovoltaicos Conectados à Rede

Motivação:
Em 2012 a ANEEL estabeleceu as condições gerais para a microgeração distribuída de energia elétrica, e a energia solar é uma das fontes que vem sendo utilizada. Assim, para aqueles que desejam trabalhar na área se faz necessário compreender os fatores que influenciam na geração solar e os parâmetros a serem configurados em projetos conectados à rede.

Recursos Didáticos:
Quadro branco, lápis para quadro branco, computador e datashow.

Avaliação:
Ao final de cada módulo serão propostas situações similares com as que foram apresentadas.
Presença mínima obrigatória de 75% dos módulos.

Módulo 1
Iniciando o software; Localização da instalação; Orientação das placas e Sistema a ser instalado.

Módulo 2
Detalhamento de perda (térmica, ôhmica, qualidade do módulo, poluição, ângulo de incidência etc).

Módulo 3
Sombreamento à distância e sombreamento próximo (ferramenta 3D).

Módulo 4
Layout dos Módulos e Miscelânea.

Módulo 5
Avaliação Econômica.

Organização

Promoção

UDESC UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

UNISOCIESC Educação e Tecnologia

ABENGE Associação Brasileira de Educação em Engenharia



Os autores do tutorial ministraram o minicurso no Laboratório de Circuitos Elétricos na Central de Laboratórios do DEE. O laboratório foi escolhido por possuir computadores com o *software* PVsyst instalado. Na Figura 5 são apresentadas fotografias das turmas durante a realização do minicurso.

Figura 5 – Fotografias das turmas do minicurso.



Além das atividades de cada módulo, houve um projeto final, que consistiu na elaboração de um projeto completo de SFCR. Os alunos tiveram a oportunidade de usar os conceitos relativos a geração de energia fotovoltaica aprendidos no minicurso. Foi, também, a chance para os ministrantes do minicurso verificarem se a ferramenta foi dominada pelos alunos.

Ao final do minicurso, foi proposto um questionário por meio de um formulário digital. Este questionário foi respondido de maneira anônima, de modo que os alunos tivessem maior liberdade para expressar as opiniões relacionadas ao minicurso e ao tutorial.

As quatro primeiras perguntas realizadas foram objetivas, ou seja, as respostas foram sugeridas no próprio questionário e seus resultados são apresentados nas Figura 6, 7, 8 e 9.

A primeira pergunta foi “*Quantos períodos você já cursou na universidade?*” e na Figura 6 são apresentadas as respostas. Notadamente, a maioria dos alunos estão no fim da graduação, após o sétimo período. Há ainda um aluno de pós-graduação com 15 períodos de universidade. Percebe-se, desta maneira, um maior interesse dos alunos que estão terminando o curso de engenharia elétrica na realização do minicurso.

Figura 6 – Resultado da primeira pergunta objetiva do questionário.

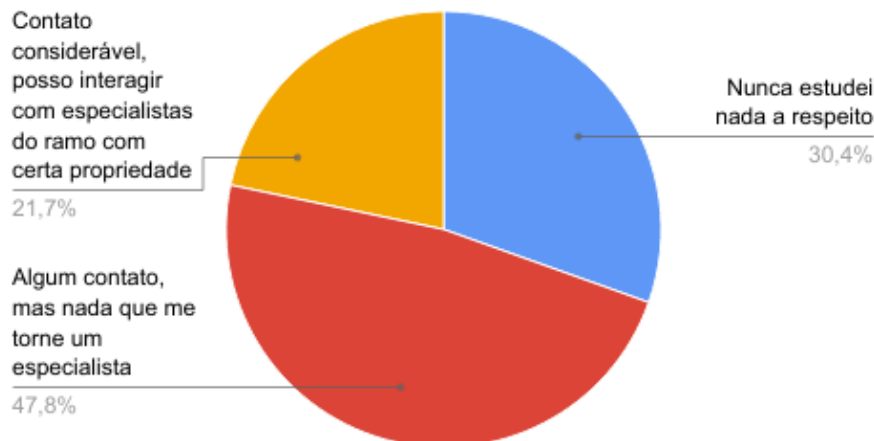




Na Figura 7, tem-se o resultado para a segunda pergunta “*Quais são seus conhecimentos em Energia Solar/Fotovoltaica antes de realizar o Minicurso?*” e constata-se que quase dois terço dos alunos possuem alguma familiaridade com o tema, mas pouco menos da metade não se considera especialista. Cerca de 30% não estudou nada a respeito.

Figura 7 – Resultado da segunda pergunta objetiva do questionário.

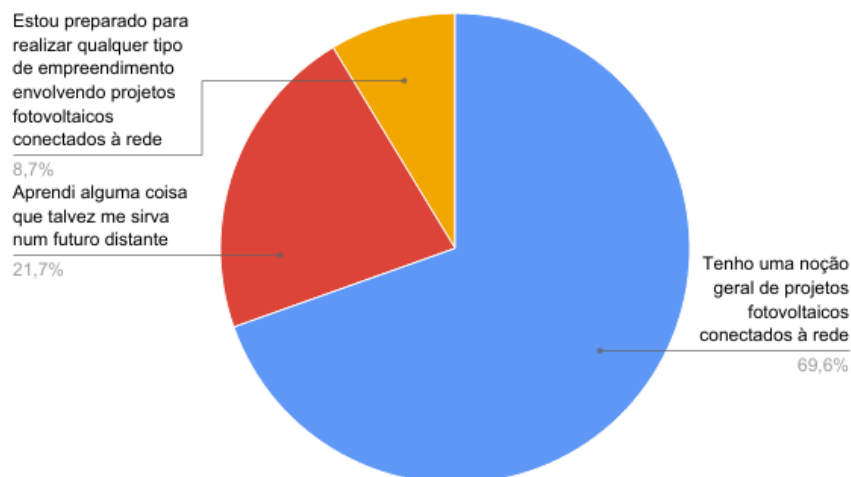
Quais são seus conhecimentos em Energia Solar/Fotovoltaica antes de realizar o Minicurso?



No intuito de verificar o efeito do minicurso foi proposta alternativas para a afirmação “*Ao fim deste minicurso*”, conforme apresentado na Figura 8, e mais de dois terço dos alunos afirmaram ter noção geral de projeto de SFCR. Afirmam estar preparados para realizar qualquer tipo de empreendimentos de SFCR 8,7% dos alunos e 21,7% afirmaram terem aprendido alguma que talvez sirva em um futuro distante.

Figura 8 – Resultado da terceira pergunta objetiva do questionário.

Ao fim deste minicurso.



A pergunta seguinte tem o resultados das respostas apresentados na Figura 9 e é “*Qual a importância acredita que esse minicurso tenha na formação do engenheiro?*” e a maioria, 95,6%, acredita que é relevante ou razoável, os diferenciando daqueles que não realizaram o minicurso. Afirmam 4,3% que tem pouca importância.



As respostas para as quatro perguntas iniciais evidenciam o interesse maior dos alunos na etapa final da graduação, que possuem alguma familiaridade com o energia solar e SFCR e que ao término no minicurso conseguiram aprender e reconhecer a importância do tema.

Figura 9 – Resultado da quarta pergunta objetiva do questionário.



Após as perguntas objetivas, foram propostas perguntas subjetivas, nas quais os alunos escreveram suas opiniões. A quinta pergunta foi: **“Qual foi o ponto alto do Minicurso?”** e a maioria das respostas foram relacionadas à elaboração do projeto final, ressaltando o interesse dos alunos pelo uso do PVsyst para realização aplicada de SFCR, e utilização da funcionalidade do cenário 3D, que tem um apelo visual notório.

A sexta pergunta foi: **“Qual foi o ponto baixo do Minicurso?”** e a maioria das respostas apontam problemas do software, e não do minicurso em si, inclusive, houve respostas dos alunos indicando que não teve ponto baixo do minicurso, deixando a entender que sua realização foi satisfatória.

A sétima pergunta foi: **“Qual são suas sugestões com relação ao formato do minicurso para que ele se torne mais produtivo aos alunos?”** e a maioria das respostas são relacionadas a carga horária, que por muitos foi considerada pequena. Houve reclamações, por parte dos alunos, com o pouco tempo que se teve para abordar tanto os tópicos de energia solar quanto do software em si.

A oitava pergunta foi: **“Quais são suas sugestões para os ministrantes para que o minicurso se torne melhor?”** as respostas foram bem diversas, desde “Nenhuma” e “A postura dos ministrantes é boa” até sugerirem que “Falem um pouco mais devagar” e “dar mais ênfase às normas da ANEEL”. Todas as sugestões foram discutidas entre os ministrantes de maneira a tornar o minicurso mais proveitoso.

A nona pergunta foi: **“Qual sua opinião sobre o tutorial?”** as respostas foram, em sua maioria, enfatizando que foi bem escrito e de fácil compreensão, o que para os autores é considerado um resultado satisfatório, uma vez que o público alvo o avaliou positivamente.

A décima pergunta foi: **“Qual são suas sugestões para que o tutorial se torne melhor?”**. Houve uma elevada abstenção para a pergunta, 69,6% dos alunos. Dentre as sugestões, foram pedidos a abordagem de outros tipos de sistemas (diferente dos SFCR) e a impressão do material para os alunos (uma vez que os tutoriais foram disponibilizados apenas em versão digital, visando minimizar o custo de oferecimento do minicurso). Os autores discutem a criação de novos tutoriais ou, ainda, do incremento do tutorial já existente para outros tipos de sistemas.



Ao final do questionário foi pedido a opinião dos alunos da seguinte maneira: “*Escreva suas considerações sobre o minicurso*” e todas as respostas foram positivas, com exceção de duas abstenções. Isso reforçou o resultado satisfatório de ter sido elaborado o tutorial e realizado o minicurso.

7. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou a realização de um estudo de caso de implantação de uma SFCR, no qual foi possível constatar e definir os fatores responsáveis por perdas em todo o processo de captação, além de possibilitar tomadas de decisões que influenciaram diretamente no aproveitamento energético do empreendimento. Através da análise econômica foi possível ter uma noção financeira do quanto de energia seria vendida por ano considerando ainda uma diminuição de produção ao longo do tempo.

A partir do estudo de caso foi elaborado um tutorial para o PVsyst em português, o qual motivou a realização de um minicurso no tema. Durante minicurso, os alunos tiveram a oportunidade de realizar atividades em cada módulo e ao final desenvolver um projeto completo de SFCR. Posteriormente, os alunos responderam de forma anônima a um questionário sobre o tutorial e o minicurso em que ficou evidenciado o resultado positivo da ação.

A partir das respostas ao questionário, tem-se como proposta de trabalhos futuros a realização de novas turmas do minicurso, para que além de continuar contribuindo com a formação no tema, possa-se aumentar o banco de dados de resposta dos questionários, tornando o minicurso mais eficiente e proveitoso na formação dos alunos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à COPELE, à CAPES e ao CNPq pelo auxílio financeiro na manutenção de suas bolsas de pós-graduação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, N. U.; NEVES, L. D.; BARBOSA A. M.; NEPOMUCENO, E. G. Softwares livres no ensino da engenharia: uma atitude socialmente justa, economicamente viável e tecnologicamente sustentável. Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo. Setembro de 2006.

ANEEL. Tarifa Aplicada. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/tarifaAplicada/index.cfm>> Acesso em: 20 dez. 2014.

BRITO, K. B.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Centro de Engenharia Elétrica e Informática. Estudo de Caso de um Projeto de Unidade de Captação de Energia Fotovoltaica Empregando o Software PVsyst, 2015. 46p, il. TCC.

MERMOUD, A.; WITTMER, B. PVsyst User's Manual. Disponível em: <

http://www.pvsyst.com/images/pdf/PVsyst_Tutorials.pdf> Acesso em: 13 fev. 2015.

METEONORM: Irradiation data for every place on Earth. Meteonorm 6.1. Disponível em:

<<http://meteonorm.com/en>> Acesso em: 20 dez. 2014.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Educação e Tecnologia

Promoção



Associação Brasileira de Educação em Engenharia



OLIVEIRA NETO, A. B.; ALVES, L.; LUCENA, M.; FERREIRA, T.; “Um Algoritmo Baseado em PDI para Localização de Regiões Propícias à Instalação de Usinas Solares.” Anais do V Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos. Foz do Iguaçu: UTFPR, 2014.

RAMIRO, F.; COSTA, L.; BERNARDES, J. Softwares Educacionais – Seu Uso e Importância no Ensino – Aprendizagem dos Alunos de Engenharia Civil. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Juiz de Fora: Centro de Exposição Expominas, 2014.

UOL ECONOMIA. Dolar Comercial: Cotação. Disponível em:
<<http://economia.uol.com.br/cotacoes/cambio>> Acesso em: 29 dez. 2014.

EMPLOYMENT OF SIMULATION PLATFORM PVSYST FOR TEACHING PROJECTS OF GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Abstract: *Calculation and modeling tools are essential in a course of engineering for a better understanding of problems and their solution mechanisms. Specific engineering software help in this task, providing students with a better understanding and absorption of the subjects. Thus, they are powerful tools in engineering education, becoming teaching and learning instruments that assist teachers and prepare students for the labor market. This paper presents a case study of a grid-connected solar energy project, using the PVsyst software. The case study made possible the creation of a software tutorial in Portuguese, which was used as the basis for the mini-course in the theme. At the end of the mini-course a questionnaire was proposed to the students. Finally, the answers of the questionnaires were analyzed concluding that the material developed and the mini-course accomplished to help the students in understanding concepts of solar energy and photovoltaic systems connected to the network.*

Key-words: *Engineering education, grid-connect photovoltaic system, solar energy.*

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Promoção



ABENGE
Associação Brasileira de Educação em Engenharia