

OFICINA TECNOLÓGICA PARA EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS, ELETRÔNICA E ENERGIAS RENOVÁVEIS APLICADOS A UMA LANTERNA SOLAR FOTOVOLTAICA

Victor Parente de Oliveira Alves – voliveira1015@gmail.com
Gilberto de Souza Carneiro Filho – gilbertosouzaa@gmail.com
Tales Vinicius Pinheiro da Silva – talesvpinheiro@gmail.com
Dheison Lobato Martins – dheisonmartins@gmail.com
Claudio Fábio de Oliveira Barbosa – cfob@ufpa.br
Marcos André Barros Galhardo – galhardo@ufpa.br
Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01
66075110 – Belém – Pará

Resumo: Este artigo discorre acerca da elaboração e aplicação de uma oficina tecnológica realizada por membros do Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE), da Universidade Federal do Pará (UFPA). A oficina foi pensada para transmitir para ingressantes do curso de engenharia elétrica e para discentes do ensino médio, conceitos básicos sobre circuitos elétricos, eletrônica e energias renováveis, de tal forma que fossem capazes de aplicá-los no dimensionamento, montagem e testes de uma lanterna solar fotovoltaica. Para a realização da oficina, produziu-se um roteiro para que os participantes pudessem melhor acompanhar a exposição teórica e o desenvolvimento das atividades práticas. Até o momento a oficina atendeu 12 calouros de engenharia elétrica e 12 discentes do ensino médio, mas há demanda para outras apresentações. Aplicou-se também um questionário de satisfação aos participantes da oficina, obtendo-se como resultado bons índices de aceitação do trabalho. Baseado nos resultados apresentados, verifica-se a importância de projetos como a oficina tecnológica para a popularização de temas relacionados à engenharia e para aumentar a motivação e participação em atividades práticas dos novos discentes, bem como o interesse, por intermédio de uma aplicação prática, daquilo que será abordado em classe.

Palavras-chave: Oficina Tecnológica. Circuitos Elétricos. Eletrônica. Energias Renováveis. Lanterna Solar Fotovoltaica.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda energética mundial adicionado das constantes preocupações quanto a preservação do meio ambiente vem impulsionando os projetos para a diversificação da matriz energética mundial, com uso, principalmente, de fontes renováveis de energia. Essas iniciativas beneficiam o país em que são aplicadas visto que com a inserção de novos agentes geradores de energia é minimizado o impacto causado pela variação no mercado de combustíveis fósseis e influências naturais como estiagens, que causam instabilidades na geração hidroelétrica (Martins *et al.* 2008).

O Brasil é fortemente dependente da geração elétrica por meio de usinas hidroelétricas. Para exemplificar, conforme mostrado pelo Ministério de Minas e Energias (2018), no mês de

fevereiro/2018 a produção de energia por meio de fonte hídrica correspondeu a aproximadamente 82%, ao passo que as fontes geradoras eólica e solar foram responsáveis apenas por 4,8% e 0,3%, respectivamente, do montante total. A baixa exploração de alternativas energéticas à energia proveniente de hidroelétricas torna-se mais impactante se levado em consideração as condições favoráveis para elas em território nacional (Nascimento, 2017).

Em relação ao potencial solar brasileiro, como é informado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (2017), no Atlas Brasileiro de Energia Solar, a média de irradiação solar no Brasil possui uma boa homogeneidade, ficando à frente de países como Alemanha, França e Espanha, onde o aproveitamento da energia solar já é amplamente difundido. Dados do Ministério de Minas e Energia (2016) mostram que o Brasil, em 2016, possuía 81 MWp instalados e em 2017, segundo ABSOLAR (2018), a capacidade instalada no país foi de 1,1 GWp em 2017. Já em 2018, como mostrado em ANEEL (2019) esse número saltou para 2,074 GWp. Isso mostra que, apesar de ser pouco explorada em sua totalidade, a expansão da presença da geração solar fotovoltaica no Brasil é real.

O uso da energia solar não se limita apenas a produção de energia elétrica em grande escala. É possível utilizá-la para atendimentos específicos como, por exemplo, para alimentação de um conjunto motobomba hidráulico para realização do bombeamento de água em comunidades isoladas; o fornecimento de energia elétrica para uma máquina de produção de gelo, com a finalidade de condicionamento de alimentos perecíveis; ou ainda a utilização de sistemas fotovoltaicos autônomos, com armazenamento de energia em baterias, para o atendimento de demandas por energia elétrica nessas localidades. Os exemplos citados são algumas das aplicações da energia solar fotovoltaica em projetos realizados pelo Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (GEDAE) da UFPA (Pinho *et al.* 2008).

Sabe-se que, infelizmente, não é toda a população que conta com o fornecimento de energia elétrica em suas residências, sendo, portanto, necessário a criação de projetos alternativos para atendê-los. Informações da Agência Internacional de Energia (2018) mostram que o número de pessoas que não possuem acesso à energia elétrica no mundo chega a um bilhão. No Brasil existem comunidades isoladas que compõem essa estatística. Uma opção para a minimização desses dados alarmantes é a utilização da energia solar fotovoltaica para produção de eletricidade nessas regiões por meio de sistemas autônomos para atendimento de demandas básicas, como iluminação.

Dentro deste contexto, o GEDAE realizou uma oficina tecnológica com enfoque na apresentação de mais uma aplicação do aproveitamento da energia solar, por meio da elaboração de um protótipo de lanterna solar, mostrando a viabilidade de construção, a utilidade e a aplicabilidade em locais sem acesso à rede elétrica convencional.

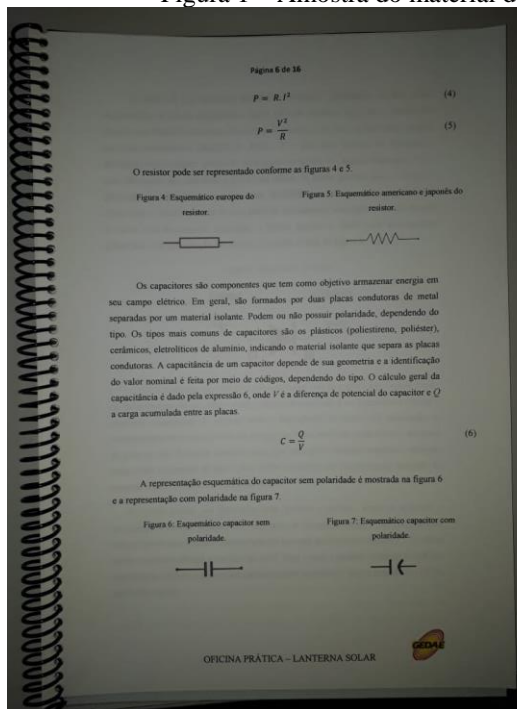
Além do suporte técnico e material dado pelo GEDAE, a oficina tecnológica realizada foi também uma atividade apoiada pelo projeto de monitoria LabInfra/2018 vinculado à Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG/UFPA). A oficina tecnológica visa ainda contribuir com a formação de discentes do ensino médio, ação que já é praticada pelo GEDAE, como visto em Sousa *et al.* (2018), e dos futuros profissionais da área de engenharia elétrica por meio da troca de experiências entre os monitores, que são graduandos, e o público alvo.

2 METODOLOGIA

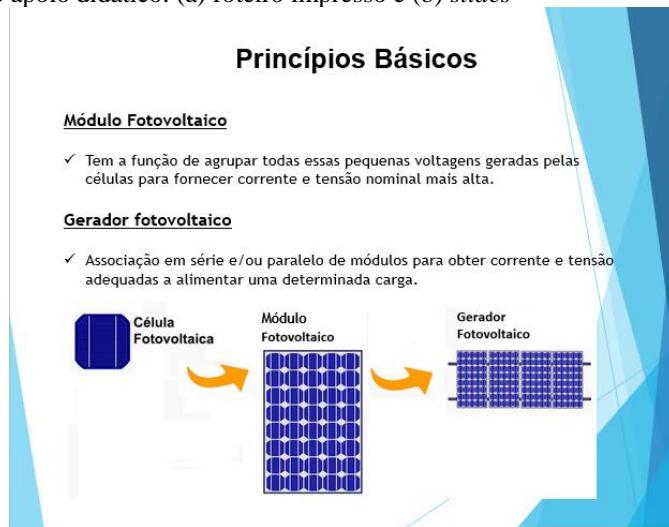
Primeiramente, levou-se em consideração o público alvo das apresentações: calouros de engenharia e discentes do ensino médio. Este fator foi importante para a elaboração da oficina tecnológica uma vez que certa parte do público alvo não possuía conhecimentos prévios acerca de circuitos elétricos e eletrônica, além de noções básicas sobre energias renováveis. Sendo assim, o material de apoio didático formulado pela equipe, roteiro e *slides*, explorou todo o conteúdo a ser ministrado com uma linguagem acessível e de fácil entendimento. Uma amostra

do material formulado pela equipe para a realização da oficina tecnológica é apresentada na figura 1.

Figura 1 – Amostra do material de apoio didático: (a) roteiro impresso e (b) slides



(a)

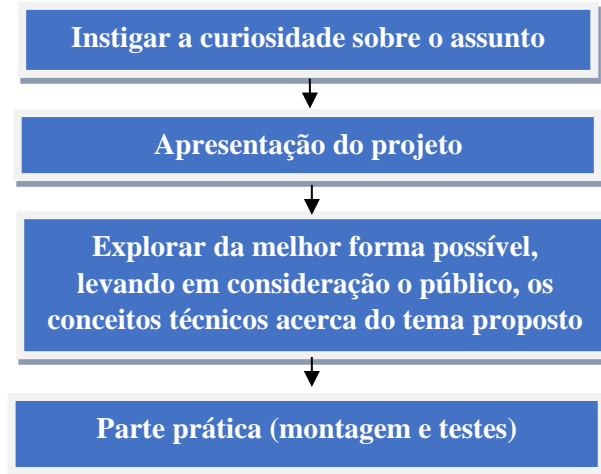


(b)

Fonte: autores.

Como o GEDAE realiza diversos projetos visando a disseminação de conhecimentos acerca de energias renováveis, os integrantes elaboraram uma metodologia que é seguida nas apresentações. Ela possui dois pilares fundamentais: o público alvo e o assunto a ser explorado na exposição. Para a oficina tecnológica, fez-se uso da metodologia outrora formulada, aplicada em Sousa *et al.* (2018) e Fonseca *et al.* (2018) com algumas adaptações, uma vez que além de tratar sobre os temas, houve a montagem do protótipo e medição de grandezas elétricas por parte do público. Na figura 2, resume-se a metodologia adotada pela equipe. Almeja-se replicar a metodologia de apresentação em trabalhos futuros relacionados à oficina tecnológica com características semelhantes, uma vez que a mesma se mostrou eficaz, tal qual a apresentada em Vallim *et al.* (2009).

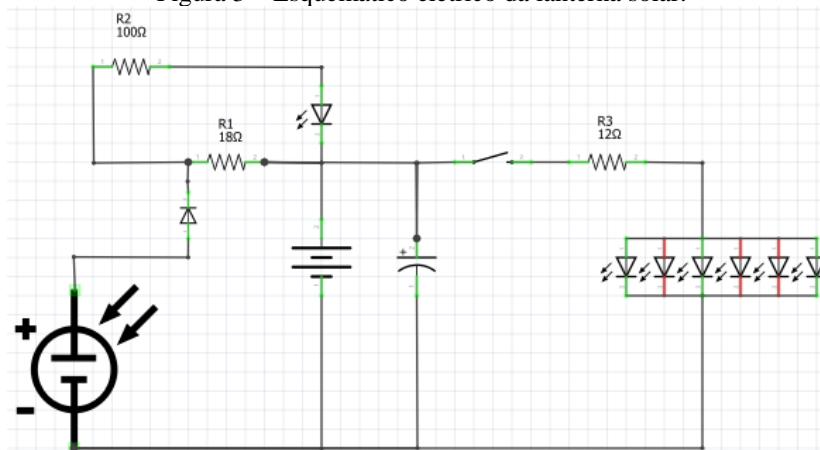
Figura 2 – Metodologia de apresentação.



Fonte: autores.

A oficina tecnológica foi pensada para possuir duração de duas horas, podendo esse tempo ser dilatado conforme a necessidade dos participantes, e dividida em duas etapas, teórica e prática. A reserva de tempo disponibilizada para cada parte da oficina dá-se da seguinte forma: quarenta minutos para a parte teórica em que são explorados, em sala (auditório), com apresentação dos *slides* criados pela equipe, conceitos técnicos sobre os assuntos, apresentação e explicação do funcionamento dos componentes a serem utilizados; uma hora e vinte minutos para a parte prática, em área de testes práticos, que consiste na reprodução na matriz de contatos do circuito elétrico da lanterna solar fotovoltaica apresentado na figura 3, visualização do funcionamento da lanterna e realização de medições das grandezas tensão elétrica e corrente elétrica, sob supervisão dos ministrantes.

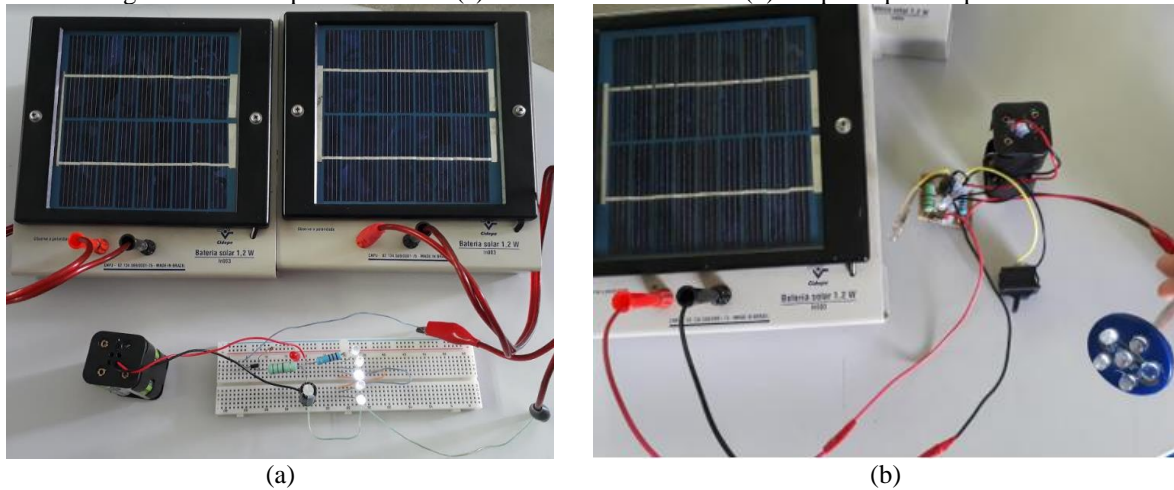
Figura 3 – Esquemático elétrico da lanterna solar.



Fonte: autores.

O protótipo foi montado na matriz de contatos e, além disso, reproduziu-se o circuito em uma placa padrão perfurada, para demonstração aos participantes e utilização em trabalhos futuros relacionados à oficina tecnológica. Os protótipos da lanterna solar fotovoltaica são mostrados na figura 4.

Figura 4 – Protótipo da lanterna: (a) na matriz de contatos e (b) em placa padrão perfurada.



Fonte: autores

Devido à disponibilidade de recursos e para maior organização durante o andamento do da oficina, ofertaram-se doze vagas e foram empregados três *kits* para montagem e testes. Com isso, para a parte prática, dividiu-se em três grupos com o intuito de que todos realizassem a montagem do circuito da lanterna solar fotovoltaica. Para cada equipe foi disponibilizado uma cópia impressa do roteiro e fora enviada antecipadamente uma cópia, via correio eletrônico, para cada um dos participantes para aumentar o interesse sobre os assuntos apresentados na oficina, uma vez que no roteiro consta, além de informações teóricas, o dimensionamento de cada componente, podendo o circuito ser adaptado pelo ouvinte e remontado em sua residência.

3 EXECUÇÃO DA OFICINA

A primeira oficina tecnológica foi realizada nas dependências do GEDAE, localizado na UFPA, tendo como público alvo os calouros de 2019 do curso de engenharia elétrica da FEEB/UFPA. Como mencionado anteriormente, houve a divisão da apresentação em teoria e prática. Como no projeto são abordados diversos assuntos, cada monitor ficou responsável por uma parte, sendo assim, foi possível o aprofundamento individual em um assunto específico proporcionando aos participantes uma experiência mais completa.

Posteriormente, partiu-se para a área de testes para ocorrer a prática, sendo esse momento reservado para a interação dos participantes com os *kits* de montagem e aplicação dos fundamentos repassados anteriormente, ficando os ministrantes supervisionando a montagem e sanando eventuais dúvidas. A figura 5 mostra a parte teórica do projeto sendo ministrada. Já as figuras de 6 a 8 indicam a parte prática em andamento.

Figura 5 – Apresentação da parte teórica.



Fonte: autores.

Figura 6 – Parte prática (montagem do circuito).



Fonte: autores.

Figura 7 – Parte prática (montagem do circuito).



Fonte: autores.

Figura 8 – Parte prática (medições elétricas).



Fonte: autores.

A segunda exposição da oficina tecnológica ocorreu na Escola de Aplicação da UFPA, tendo como público alvo discentes do segundo ano do ensino médio. Nesta apresentação, houve um tempo maior dedicado à parte teórica em relação à primeira oficina, uma vez que os estudantes ainda não possuíam conhecimentos sobre certos conteúdos de física (eletricidade), que são ministrados apenas no terceiro ano do ensino médio. Nas figuras 9, 10, 11 e 12 é possível observar o projeto em prática na Escola de Aplicação.

Figura 9 – Apresentação da parte teórica.



Fonte: autores.

Figura 10 – Apresentação da parte teórica.



Fonte: autores.

Figura 11 – Parte prática (montagem do circuito).



Fonte: autores

Figura 12 – Parte prática (medições elétricas).



Fonte: autores.

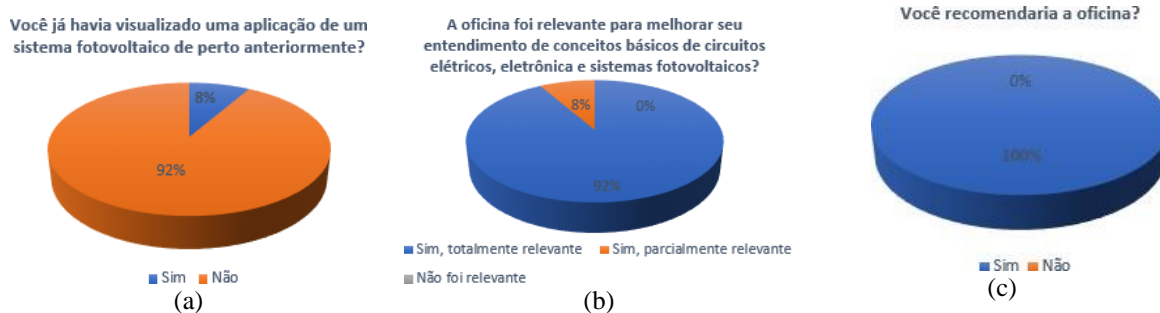
4 RESULTADOS OBTIDOS

Até o presente momento foram realizadas duas oficinas, contudo o projeto possui demanda para novas atuações, além de já estar sendo planejada uma nova reprodução do projeto no prédio do GEDAE. Dessa forma, o grupo pretende realizar mais Oficinas para que o maior número possível de pessoas tenham a oportunidade de participar do projeto.

Para comprovar a eficácia do projeto foi aplicado um questionário de avaliação após cada apresentação da oficina tecnológica. O questionário é composto por três perguntas de múltipla escolha, um quadro classificatório e um espaço reservado para comentários, sugestões e críticas.

Usualmente, ações práticas sobre aplicações da energia solar fotovoltaica ainda são pouco difundidas para o público em geral, isso também foi constatado pela equipe quando analisada a porcentagem baixa, 8% (figura 13a), de discentes que já possuíram contato com um sistema fotovoltaico anteriormente à oficina. Além disso, as informações obtidas indicam que para 92% do público a oficina foi totalmente relevante para melhorar o entendimento de conhecimentos básicos de circuitos elétricos, eletrônica e sistemas fotovoltaicos. Para os 8% restantes a oficina foi parcialmente relevante (figura 13b). Por fim, avaliando os resultados da última pergunta da pesquisa, constata-se a relevância de ações como a oficina tecnológica, pois há um grande interesse sobre os temas, como é indicado pela unanimidade dos discentes (figura 13c).

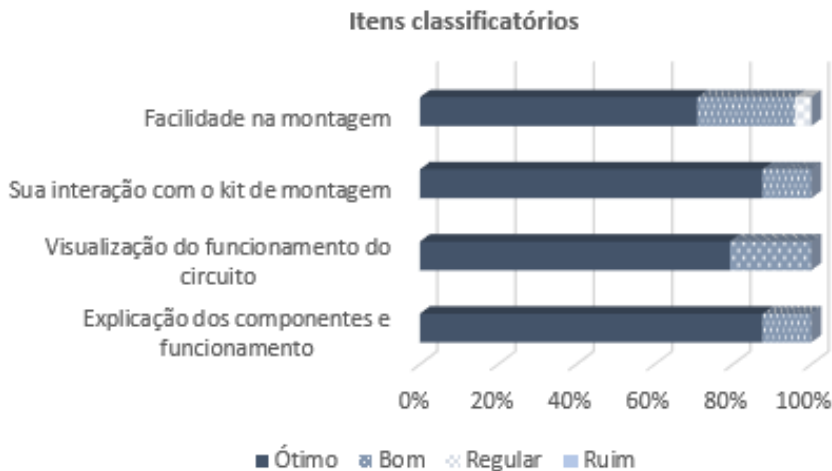
Figura 13: Respostas para as perguntas presentes no questionário de avaliação: (a) primeira pergunta, (b) segunda pergunta e (c) terceira pergunta.



Fonte: autores.

Os resultados da pesquisa de satisfação quanto à oficina tecnológica mostram que a mesma serviu para o aprimoramento do conhecimento. Na figura 14 indicam-se os itens marcados no quadro classificatório presentes no questionário.

Figura 14 – Avaliação dos itens da oficina.



Fonte: autores.

Vê-se que os ministrantes conseguiram repassar aos ouvintes os conceitos de forma eficiente, obtendo 80% de classificação ótima, uma vez que se buscou a comunicação da melhor forma possível com os discentes participantes, sendo levado em consideração a carência de conhecimentos em certos assuntos.

Ademais, constatou-se que, devido ainda não ser muito comum nas escolas de ensino fundamental e médio a presença de ações visando o contato dos discentes com a prototipagem, há dificuldades na parte da montagem em uma considerável parcela dos ouvintes. Dessa forma, a oficina se mostrou uma ferramenta fundamental para apresentação de conhecimentos teóricos e práticos para o público alvo do projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto como uma oficina tecnológica desenvolvida e aplicada por integrantes do Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas é mais um trabalho que busca a aproximação da comunidade estudantil interna e externamente à Universidade. Por meio da oficina tecnológica foi possível introduzir conceitos fundamentais na área da Engenharia Elétrica a partir da troca de experiência entre os monitores e os ouvintes. Ademais, buscou-se

ampliar o interesse sobre o assunto por intermédio de uma aplicação prática do que é abordado em classe durante a graduação. Analisando o questionário de satisfação aplicado verifica-se que o projeto teve boa aceitação, sendo uma alternativa para contribuir com a melhoria do ensino em engenharia.

Para os discentes de ensino médio o projeto visa propagar um pouco do que é produzido dentro da Universidade Federal do Pará, aproximando esses estudantes que ainda não fazem parte da comunidade universitária, também servindo como atrativo para aqueles que ainda não decidiram a área de conhecimento que seguirão em sua vida acadêmica.

Agradecimentos

A Diretoria de Inovação e Qualidade do Ensino (DIQUALE) da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da Universidade Federal do Pará (PROEG/UFPA), por apoio ao Projeto LABINFRA 2018 de código PGRAD180011280962.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Capacidade de Geração do Brasil**. 2019. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

FONSECA, Arthur Correa da. *et al.* **Utilização de kit didático de sistema fotovoltaico para bombeamento na divulgação do uso da energia solar**. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2018, Gramado.

INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2ª edição. 2017. Disponível em <http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html>. Acesso em: 02 abr. 2019.

International Energy Agency. **Commentary: Population without access to electricity falls below 1 billion**. 2018. Disponível em <<https://www.iea.org/newsroom/news/2018/october/population-without-access-to-electricity-falls-below-1-billion.html>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

MARTINS, F.R; GUARNIERI, R.A; PEREIRA, E.B. **O aproveitamento da energia eólica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 1, 1304, 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro**. 2016. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3308684/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%EF%BF%BDtrico+-+Dezembro-2016.pdf/f6b5284d-4105-4b79-a030-31755664721a>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro**. 2018. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/documents/1138781/1435504/Boletim+de+Monitoramento+do+Sist>

ema+EI%C3%A9trico+-+Mar%C3%A7o+-+2018_1.pdf/a87b8720-c030-4bfa-8c10-
e19cb8d2854c>. Acesso em: 04 abr. 2019.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas.**
2017. Disponível em <
[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequenc
e=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequenc
e=1)>. Acesso em: 02 abr. 2019.

PINHO, João Tavares *et al.* **Sistemas Híbridos soluções energéticas para a
Amazônia.** 1ª ed. Brasília: [s.n.]. 2008.

SOUSA, Silmara C. *et al.* **Divulgação das energias renováveis nas escolas de ensino
médio e fundamental.** In: VII Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na
Amazônia, 2018, Belém.

VALLIM, Marcos Banheti Rabello *et al.* **Incentivando carreiras na área tecnológica
através da robótica educacional.** In: XXXVII XLI Congresso Brasileiro de Educação em
Engenharia, 2009, Pernambuco.

TECHNOLOGICAL WORKSHOP FOR EXPLORATION OF CONCEPTS ABOUT ELECTRICAL CIRCUITS, ELECTRONIC AND RENEWABLE ENERGY APPLIED TO A PHOTOVOLTAIC LANTERN

Abstract: *This article discusses the elaboration and application of a technological workshop carried out by members of the Group of Studies and Development of Energy Alternatives (GEDAE), Federal University of Pará (UFPA). The workshop was designed to convey to electrical engineering course participants and to high school students basic concepts on electrical circuits, electronics, and renewable energies in order to be able to apply them in the design, assembly and testing of a flashlight solar photovoltaic. For the realization of the workshop, a script was produced so that the participants could better follow the theoretical exposition and the development of the practical activities. Until then the workshop has attended 12 freshmen electrical engineering and 12 high school students, but there is demand for other presentations. A satisfaction questionnaire was also applied to workshop participants, resulting in good job acceptance rates. Based on the presented results, the importance of projects such as the technological workshop for the popularization of subjects related to engineering and to increase the motivation and participation in practical activities of the new students, as well as the interest, by means of a practical application, of what will be addressed in class.*

Key-words: *Technological Workshop. Electronics. Electric Circuits. Renewable Energies. Photovoltaic Solar Lantern.*