

OFICINA E INTERAÇÃO PRÁTICA COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM PERSPECTIVA CTSA PARA CAPACITAÇÃO DE GRADUANDOS DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ / CAMPUS XX

Mariana Araujo Moraes – marianaaraujomoraes@gmail.com
José Victor Bezerra Teixeira – j.victorteixeira@hotmail.com
Universidade do Estado do Pará /Campus XX, Castanhal-PA
Marília Enelicam Elias Albuquerque – marilia.albuquerque@outlook.com
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica/UFPA, Belém-PA
Erick Elisson Hosana Ribeiro – erickelisson@hotmail.com.
José Fernando Pereira Leal – jfpleal@uepa.br
Departamento de Ciências Naturais/UEPA, Castanhal-PA

Resumo. *O avanço tecnológico e o aumento populacional global vêm estimulando a sociedade a explorar cada vez mais novas matrizes energéticas que garantam a sustentabilidade e estejam amparadas por legislações de preservação ambiental. Nesse sentido, há interessantes possibilidades didáticas para o ensino de ciências como, também, na formação acadêmica, possibilitando discussões mais abrangentes. Assim, a proposta deste trabalho é analisar as contribuições de uma oficina temática sobre energias renováveis para a formação acadêmica de estudantes dos cursos da Universidade do Estado do Pará, no município de Castanhal, envolvendo a construção e a análise da eficiência energética de corrente elétrica gerada por dois tipos de sistemas fotovoltaicos, placas de diodo emissor de luz e comercial, com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Os dados coletados dos sistemas fotovoltaicos e da oficina temática foram analisados com abordagens qualitativas, e quantitativas com registros em curvas de sensoramento de corrente com monitoramento estatístico, em questionário de sondagem, e organizados em gráficos, para posteriores discussões qualitativas. Dentre as principais contribuições, foi constatado que os estudantes obtiveram melhores compreensões dos conceitos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente através do envolvimento no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos, coletas de seus dados e análises comparativas desses resultados com modelos de monitoramento estatístico. Esses estudos capacitaram e qualificaram os conhecimentos científicos e tecnológicos relacionados a temática, propiciando à estudantes discussões mais pertinentes no seu meio social com enfoque na educação ambiental. Portanto, a discussão sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente mostrou a importância da interação com a comunidade acadêmica e local, motivando os estudantes a disseminar estes conhecimentos e adotar propostas de ensino de ciências no contexto temático de energias renováveis.*

Palavras-chave: *Energias Renováveis, Formação Acadêmica, Educação Ambiental.*

1. INTRODUÇÃO

A descoberta e uso da eletricidade, a exploração e uso do carvão e do petróleo, foram atividades que constituíram ao longo da história uma matriz energética que era tida como suficiente para a demanda populacional do mundo. Entretanto, com o aumento exponencial da população, surgiu a necessidade da exploração de novas formas de obtenção de energia iniciando desta maneira o uso das matrizes energéticas renováveis, como as hidrelétricas, termelétricas e outras. O uso destas, assim como o carvão e o petróleo, tem provocado danos significativos ao meio ambiente, como mudanças climáticas, o alto nível de emissão de dióxido de carbono pela quantidade de combustíveis fósseis que são queimados diariamente como o metano e dióxido de enxofre (Barczak e Duarte, 2012).

Diante deste cenário, tornou-se necessário a busca por matrizes energéticas que além de renováveis também sejam consideradas limpas, ou seja, que não prejudiquem o meio ambiente. Assim, a energia solar começou a fazer parte da matriz energética mundial, ganhando espaço de forma significativa. A exploração deste tipo de energia tem se intensificado em países como o Japão, Estados Unidos e Alemanha, esta última que se tornou referência de país sustentável após alcançar um marco histórico de produção de energia através das fontes renováveis limpas, fato este que possibilitou a diminuição da tarifa de energia de seus habitantes, e principalmente na diminuição da emissão de gases poluentes na atmosfera. Nesse contexto, o Brasil tem sido considerado um país com pleno potencial para utilização de energias renováveis limpas por possuir de maneira abundante as fontes alternativas como a solar e entre outras em seu território (Castro, 2015).

Sendo assim, as fontes alternativas de energias renováveis consideradas limpas mostram-se cada vez mais eficazes na obtenção de energia elétrica de modo que haja redução nos impactos sofridos pelo meio ambiente (Pacheco, 2006). Partindo deste princípio, a energia solar se constituiu como eixo central deste presente trabalho, a partir da análise de sua praticabilidade na utilização de temas envolvendo a perspectiva das Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente para o ensino de Ciências. Para isso foi proposta a realização de uma oficina temática onde foi realizada a construção de uma

mini placa fotovoltaica com materiais de baixo custo, juntamente com o contato de um protótipo fotovoltaico modificado, ambos de Diodo Emissor de Luz. Além disso, foi mostrado e discutido a funcionalidade de um sistema fotovoltaico comercial, com o objetivo de contribuir para disseminação da temática de energias renováveis limpas com intuito de capacitar as mais diversas áreas de profissionais em torno do tema. Através destas abordagens, espera-se contribuir com os estudos de eficiência energética através dos sensoriamentos do comportamento das curvas de corrente elétrica de sistema fotovoltaico convencional, que foi instalado nas dependências da Universidade do Estado do Pará (UEPA) / Campus XX, localizada no município de Castanhal-PA.

A partir destas informações, este trabalho tem como intuito viabilizar a difusão destes conhecimentos que abrangem as perspectivas educacionais e científicas, promovendo a capacitação aos participantes da oficina, pois engloba em sua temática as características pedagógicas funcionais das disciplinas de física e química, bem como suas relações com o meio ambiente na perspectiva da educação ambiental. Para isso, adotamos atividades de caráter prático como fator crucial para um melhor aproveitamento das fontes energéticas renováveis do País, e tais referenciais e métodos serão abordados nas seções seguintes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino de ciências no Brasil vem sendo desenvolvido formalmente desde o século 19, e segundo Krasilchik (1980, 1987), a partir da década de 1950 passou a sofrer fortes influências do contexto social e tecnológico mundial. Como resultado, uma série de movimentos de reforma do ensino de ciências surgiram propondo inovações na metodologia de ensino, procurando interligar o ensino de ciências por meio de uma abordagem que envolvesse Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Com o passar dos anos, a discussão se ampliou e com a emergência dos movimentos de proteção ambiental e das discussões sobre ecologia e sustentabilidade do planeta, viu-se a necessidade de interligar o ensino com uma outra vertente, abrangendo então a educação ambiental, através de uma nova perspectiva que ficou conhecida como movimento de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Neste sentido, a ideia de Temas Geradores propostas por Freire (2009), que surgiu concomitantemente ao movimento CTS, demonstrou fertilidade e serviu de referência para a elaboração de várias atividades, metodologias e práticas de ensino, inclusive no campo das ciências naturais como a física. Uma das razões das ideias de Freire ter assumido grande relevância foi o fato de levar em consideração o conhecimento prévio do aluno numa perspectiva dialógica e que serviria como base para o despertar de um pensamento crítico de professores e alunos para o exercício da cidadania. A partir disso, a prática metodológica de ensino por temas começou a se desenvolver propondo a transversalidade do currículo através de temas geradores (Freire, 2009).

No desenrolar dos anos, novos elementos surgiram de forma complementar a esta discussão de ensino por temas e as relações CTSA. Brito (2004) ressalta a importância de se levar em consideração aspectos regionais no planejamento de atividades, currículos e metodologias de ensino a fim de promover o maior grau de interdisciplinaridade dos temas ressaltando que uma boa formação docente se caracteriza por um processo dinâmico, sendo viável a interação com outros conhecimentos. Snyders (1998 apud Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002) por sua vez defende que os temas devem levar em consideração aspectos controversos da sociedade em relação a ciência, bem como aproveitar “o deslumbramento dos jovens pelos aparatos tecnológicos e a relação benefício/malefício da produção científico tecnológica” (Delizoicov, 2002, p. 271) como eixos para o ensino de ciências.

Em meio a isto, várias propostas temáticas surgiram no contexto educacional brasileiro, e alguns modelos de atividades elaboradas para a aplicação das propostas. Nesse sentido, tomou-se como referência a temática proposta por Delizoicov e Angotti (1992), como eixo para o ensino de ciências, na qual este trabalho se relaciona; e a proposta das oficinas temáticas que consistem em atividades de ensino envolvendo a experimentação e a construção de artefatos pedagógicos numa relação de dialogicidade entre teoria e prática, permitindo a ampla participação de seus envolvidos em ações individuais e coletivas que podem produzir a aquisição de conhecimentos e o alcance dos objetivos didáticos.

Neste tipo de atividade, os estudantes possuem um papel estratégico de suma importância no planejamento das ações, na condução de etapas e na provocação da discussão a respeito das relações entre a Ciência que é abordada, a Tecnologia que ela pode proporcionar, e as implicações Sociais e Ambientais deste conhecimento e seus produtos. Isso pode ainda contribuir para a implantação da Educação Ambiental na sua educação profissional, e conforme Lemos (2013), essa prática qualifica os discentes, futuros profissionais, para uma conduta crítica face às crises socioambientais, almejando a transformação de comportamentos e práticas sociais, além da formação ambiental que os mobilize para a questão da sustentabilidade.

Assim, a pesquisa discutiu a possibilidade do ensino de Ciências por meio de temas CTSA em uma perspectiva crítica sobre a abordagem “Energias Renováveis” em um estudo de caso com estudantes de graduação da UEPA, Campus XX/Castanhal – PA.

3. MATERIAIS E MÉTODOS.

Partindo destes pressupostos acima discutidos, faz-se necessário a descrição dos materiais e critérios utilizados na oficina para alcançar tais objetivos, que será formalizado em: (i) Construção e sensoriamento de protótipo de Placa Fotovoltaico (PFV) de diodo emissor de luz (do inglês, *Light Emitting Diode* –LED) – Buscando a capacitação do público alvo, conciliando os termos teóricos e técnicos na construção da miniatura de PFV, estabelecendo uma comparação de funcionamento com o sistema comercial, enfatizando a versatilidade do diodo a respeito do princípio de

fotogeração através de protótipo de PFV de LED; e (ii) Instalação e sensoriamento de sistema fotovoltaico comercial – Propondo uma análise das características do material e seus periféricos, mostrando os benefícios da inserção desta modalidade no contexto atual, comprovando sua eficiência através de seu sensoriamento com plataforma Arduino.

3.1 Construção e sensoriamento de protótipo de PFV de LED.

As atividades se desenvolveram através de modelagem e experimentação utilizando materiais de baixo custo tendo como público os acadêmicos do campus, sendo eles discentes dos cursos de ciências naturais com habilitação em física, engenharia de produção e tecnologia em alimentos, totalizando 20 participantes. A princípio foi realizadas discussões a respeito do aspecto da geração e aplicação das energias renováveis por meio de palestra e grupos, norteadas por perguntas como, por exemplo, se os discentes considerariam viável a implantação de um sistema fotovoltaico funcional no Campus XX da UEPA Castanhal, para que os participantes pudessem ter um posicionamento crítico sobre a temática, sendo que tais resultados foram registrados com o emprego de questionário semiestruturado com perguntas abertas e fechadas, juntamente com um diário de classe (Chizzotti, 2003). Com isso, fundamentou-se os parâmetros curriculares para sintetizar a qualificação e os fundamentos científicos, abrangendo os aspectos socioeconômicos, com uso de tecnologias em conjunto aplicados em prol do meio ambiente, dessa forma visando o contexto no ensino de Ciências através de temas CTSA.

Dando continuidade nas atividades, foram construídas 4 PFV de LED, uma para cada bancada, e a partir das explicações dos passos a serem seguidos para a construção da placa, foi utilizado os seguintes materiais: papelão grosso como base da placa na dimensão de 8 x 5 cm onde foram marcados duas fileiras com três furos cada, onde irão ser encaixados os 6 LEDs 5mm na cor vermelha de alto brilho, solda de mão para realizar a ligação em série, sendo conectado a um capacitor de 10 micro Faraday por 50 V, fios de cobre número 28 e dentre outros materiais utilizados como estilete, marcador e outros. Entre cada uma das etapas de construção foram realizados momentos breves de explicação reprisando os fenômenos científicos que estavam sendo utilizados para a montagem do protótipo, como por exemplo, a escolha da cor vermelha do LED que está diretamente relacionada à sua frequência de onda, desta forma explicando a funcionalidade de cada um conforme seria necessário no decorrer da construção da placa até o desenvolver do momento final de construção através dos materiais citados anteriormente, exposto na Fig. 1.



Figura 1 – Materiais de baixo custo para oficina e PFV de LED.

Ao término da construção das PFV de simulações, foram feitos os testes expondo os materiais aos raios solares, dessa forma a concepção teórica antes estabelecida tornou-se esclarecedora, formando os fundamentos de como se dá a transformação energética a partir do princípio de fotogeração, segundo Alves e Silva (2008, p. 26). Nesse sentido, cabe ressaltar que os LEDs possuem também uma determinada área de semicondutor (junção p-n) que fica exposta à luz, e esta característica possibilita o efeito fotovoltaico.

Após a conclusão da etapa de montagem, percebeu-se que a experiência prática na montagem e o contato com os materiais foram instrumentos importantes para a formação do conhecimento dos participantes, diante da importância dessa modalidade energética aplicada na sociedade, expondo os benefícios e a viabilidade na redução de danos ao meio ambiente interferindo diretamente na sociedade (FAPESP, InterAcademy Council, Academia Brasileira de Ciências, 2010).

Com os conhecimentos fundamentais adquiridos, foi proposto aos participantes a apresentação de protótipo de PFV de LED, que faz menção a trabalhos¹ anteriores realizados no campus, afim de demonstrar um viés relativamente novo a respeito do material semicondutor, apresentando então a peculiaridade desse sistema e posteriormente possibilitando a comparação entre os resultados deste protótipo ao sistema funcional.

O equipamento apresentado na Fig. 2 foi instalado em uma residência próxima da UEPA, por conta de seu sensoriamento ser refém da constância de coleta de dados. Sendo assim, de acordo com o efeito identificado e discutido nas placas fotovoltaicas, observa-se que há possibilidade de transformação da energia dos raios solares incidentes em energia elétrica, comportando-se então como uma célula fotovoltaica. Partindo desse princípio, foi utilizado o equipamento de lanterna sinalizadora, como mostra a Fig. 2(a), com adequações apropriadas para se tornar no protótipo de PFV de LED, conforme a Fig. 2(b).

¹ Para Informações detalhadas de parte deste trabalho, ver: MORAES, Mariana Araujo, TEIXEIRA, José Victor Bezerra. Estudos Preliminares da Viabilidade Energética de Sistema Híbrido (Fotovoltaico e Eólico) na Universidade do Estado do Pará / Campus XX. Trabalho de Conclusão de Curso, UEPA, 2016.

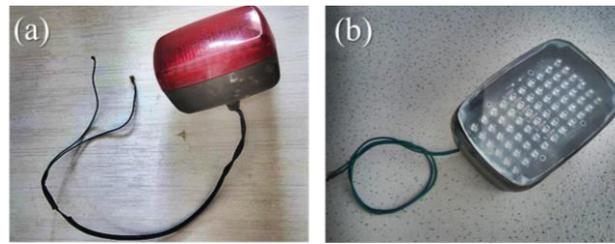


Figura 2 – Equipamento sem e com adaptação, respectivamente: (a) Lanterna sinalizadora original e (b) Lanterna sinalizadora com adaptações para se tornar no protótipo de PFV de LED.

De acordo com o site ACN SINAL VERDE.COM, o equipamento da Fig. 2 constitui-se de 60 unidades de LEDs de 5mm vermelho de alto brilho, onde 10 destes componentes estão interligados em série e 6 em paralelo. Dadas tais informações, a lanterna foi desmontada para que fosse reutilizada a placa do circuito como base. Todos os componentes da placa foram testados para comprovar sua funcionalidade e em sequência o encapsulamento avermelhado do material fora substituído por uma película de vidro de 5mm a fim de expor os diodos à incidência solar e proteger das condições climáticas, tal como chuva. Feita as adaptações no material, utilizou-se então um multímetro de mão para realizar o sensoriamento das variáveis elétricas e medição de dados para assim, propor a análise para o público da oficina. Os participantes conseguiram perceber que a partir do LED pode-se facilmente haver o entrelaçamento de diversas ciências antes conhecidas para a elaboração da teoria que agora formaram novos conceitos, assim como ressaltaram a relevância do contato com tais tecnologias. Com isso, estas práticas formaram bases para haver o contato com o sistema fotovoltaico funcional que está instalado na instituição, que será debatido na próxima seção.

Outro ponto que necessitou ser abordado durante a oficina está relacionado a estrutura e funcionamento do LED e da PFV comercial, para que assim fossem apresentados e discutidos alguns termos técnicos necessários, associando com o conhecimento de física acerca dos semicondutores propondo a transversalidade das ciências envolvidas, citando, por exemplo, a durabilidade destes componentes, a composição, as inovações científicas, tal como suas aplicações. Desse modo, viu-se a versatilidade e a devida propriedade que permite a fotogeração, assim comparando as características em comum nas placas, e por qual motivo os protótipos a serem construídos gerariam corrente inferiores.

3.2 Instalação e sensoriamento de sistema fotovoltaico comercial.

Neste tópico serão discutidas questões metodológicas para a instalação, constituição e os componentes do sistema fotovoltaico que os alunos tiveram contato, e em sequência, discutiremos a abordagem da aplicação destes materiais para complementar os fundamentos ao ensino técnico, previamente explanado no momento inicial da oficina.

A PFV foi instalada na UEPA, caracteriza-se como autônomo por constituir num dos componentes para o armazenamento de energia elétrica, neste caso, uma bateria de chumbo-ácido (automotiva) de 12V/60Ah. No primeiro dia de oficina foi realizada a apresentação do sistema fotovoltaico que culminou na explicação da fixação da PFV, Fig. 3(a) (Bolibahiano, 2004; Souza, 2014). Essa explicação se fez necessária para se discutir a dependência da incidência da irradiação solar com o ângulo escolhido para fixação do plano inclinado da PFV a partir da latitude e longitude local (Pereira *et al.*, 2017). Desse modo, o melhor ângulo de inclinação para que se obtivesse as melhores incidências da irradiação solar é 1° uma vez que o município de Castanhal-PA apresenta latitude de $01^\circ 17' 38''$ Sul e longitude de $47^\circ 55' 35''$ Oeste (CRESESB, 2018). Porém, para efeitos didáticos e aplicações futuras, escolheu-se fixar a PFV no suporte com o ângulo de 45° .

Para a compreensão da montagem da instalação foi importante apresentar todos os periféricos, tais como, controlador de carga como mostra a Fig. 3(b) e o microcontrolador Arduino UNO observável na Fig. 3(c), para avaliar o consumo de energia dos componentes eletrônicos instalados, de modo que este possa suprir as necessidades energéticas do local, sendo o sistema implantado pautado na proposta feita por Serrão (2010).

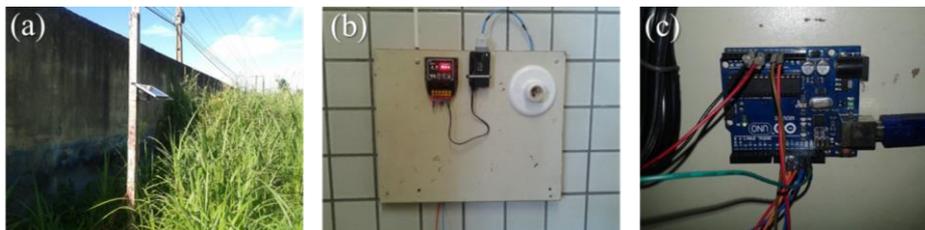


Figura 3 – Sistema fotovoltaico comercial: (a) Placa fotovoltaica fixada em suporte de madeira; (b) Controlador de carga; e (c) Microcontrolador Arduino UNO.

Para fazer o dimensionamento dos painéis solares é necessário calcular a média do consumo mensal dos últimos 12 meses, com o resultado da média anual de consumo pode-se definir a potência e a quantidade de módulos solares, e

assim averiguar outros componentes necessários à implantação. Neste trabalho foi utilizado somente uma PFV na instalação, possuindo células de silício monocristalino com potência de 10W.

O aferimento da corrente foi efetuado com o sensor ACS712 30A, este possui a funcionalidade de monitorar a corrente contínua (CC) produzida pela PFV. Para a codificação e coleta dos dados foi empregado o microcontrolador Arduino UNO, armazenando-os no módulo de cartão SD, na qual os alunos realizaram as suas análises sobre a corrente elétrica gerada pelo sistema apresentado.

Assim, o monitoramento estatístico dos dados coletados ao longo dos meses de junho e julho de 2016, foi utilizado o software Minitab 17, para investigar o comportamento das variações das intensidades da corrente, das quais refletem na eficiência energética desempenhada pela placa solar durante 24 horas. Portanto, a aplicação desses métodos estatísticos, configura os dados dentro ou fora dos limites estipulados à intensidade elétrica, podendo destacar a existência de fatores especiais no sistema, esta análise determina o desempenho energético da PFV mediante aos fatores que influenciam na captação da radiação solar. Após a demonstração desse tipo de análise durante a oficina, os alunos conseguiram avaliar o desempenho energético do mesmo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.

De posse das informações obtidas, esta seção abordará os resultados e discussões da oficina aplicada colocando análises dos resultados propostos no momento de construção das placas e pelos sistemas fotovoltaicos por meio das ferramentas de sensoriamento, baseando-se na mesma sequência empregada na metodologia. Sendo assim, o próximo tópico discutirá os resultados obtidos nas atividades realizadas acima.

4.1 Análise qualitativa dos dados das temáticas discutidas e construção das PFVs de LEDs.

Os discentes participantes, ao produzir e observar as etapas de construção na oficina das PFVs de LED, conseguiram perceber as interações que estes têm com o seu cotidiano e principalmente desenvolver e entender os fundamentos científicos por trás da geração de energias renováveis, em que relataram como um sistema eficaz na maioria das localidades, por serem áreas com grande potencial de incidência solar e também propiciando a implementação de sistemas fotovoltaicos de forma que possa suprir parte da demanda com o mínimo de malefício ao meio ambiente. A Fig. 4 expõe a análise dos conhecimentos prévios e aqueles adquiridos após a realização da oficina, fomentando a percepção da capacitação do público alvo.

VOCÊ CONSIDERA VIÁVEL A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO FUNCIONAL NO CAMPUS XX? EXPLIQUE.

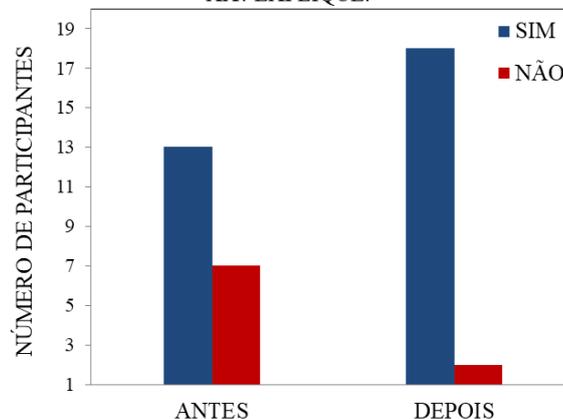


Figura 4 – Sondagem de opinião dos participantes da oficina sobre a viabilidade na implantação de um sistema fotovoltaico funcional nas dependências do Campus XX da Universidade do Estado do Pará. Os registros ocorreram no início (ANTES) e término (DEPOIS) da oficina.

Com estes resultados, o avanço na concepção do participante torna-se plausível, em que as respostas resumidas em “SIM”, são decorrentes da visão da viabilidade na inversão das fontes energéticas renováveis e limpas como usuais e acessíveis para a maioria. E quanto àqueles relacionadas ao “NÃO”, esclarecem vários empecilhos, tal como, os custos onerosos, e a negligência em algumas regiões do país, portanto, são argumentos amadurecidos e que convergem nesta modalidade energética sendo um grande meio precursor, uma vez que mitigam os danos ambientais com eficiência.

Desta forma, a aprendizagem do ensino de ciências e da educação ambiental desenvolveu-se mediante a oficina energética de sistemas fotovoltaicos partindo da abordagem CTSA, tendo como ferramenta as discussões e questionários quali-quantitativos para a capacitação sobre as fontes de geração de energias renováveis limpas tomando como base a coleta de dados de forma prática destes sistemas com a utilização de softwares para armazenamento (Santos e Schnetzler, 1997), aprimorando, assim, o conhecimento prévio existente de modo que ocorra uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1973, p. 25). Nesse sentido, os alunos já tinham algum conceito a respeito do

funcionamento dos sistemas fotovoltaicos, como por exemplo, que a placa capta a incidência solar e a transforma em energia elétrica, entretanto não havia a compreensão de como ocorria esse processo ou até mesmo o modo de como manejar alguma ferramenta utilizada na oficina ou na coleta de dados das placas como no caso do uso do multímetro, o que facilitou a realização do trabalho, assim como na assimilação dos fundamentos obtidos, dando a compreensão “real” para a concepção deste novo conhecimento que foi estabelecido.

De modo que foi possível contribuir com as discussões dessa temática com um enfoque integrado da Ciência, Tecnologia, Sociedade e meio ambiente, pois com esta iniciativa também foi usada como um instrumento de popularizar a educação ambiental a estes participantes, estimulando a comunidade acadêmica para as práticas reflexivas sobre a utilização dos recursos naturais de maneira sustentável e consequentemente para que haja um aumento na qualidade de vida da população e, com isso, contribuir para a formação acadêmica destes discentes ao relacionar o ensino de ciências com as tecnologias relacionando com práticas ambientais de forma sustentável e qualidade socioeconômica (Goldemberg e Moreira, 2005).

4.2 Percepções e hipóteses dos resultados do sensoriamento da placa fotovoltaica comercial a partir da concepção dos acadêmicos

Com base na coleta de dados apresentados aos acadêmicos, foi possível averiguar a incidência solar coletada por meio de PFV segundo o comportamento da corrente elétrica (I) em função dos dias decorridos dos meses de junho e julho de 2016, conforme as Fig. 5 e Fig. 6. Nelas se destacam os períodos nublados com círculos na cor roxa, e as noites de chuva com uma linha tracejada em vermelho. Nos pontos de máximo, representam-se o período manhã e tarde, e a característica de ponto mínimo, à noite.

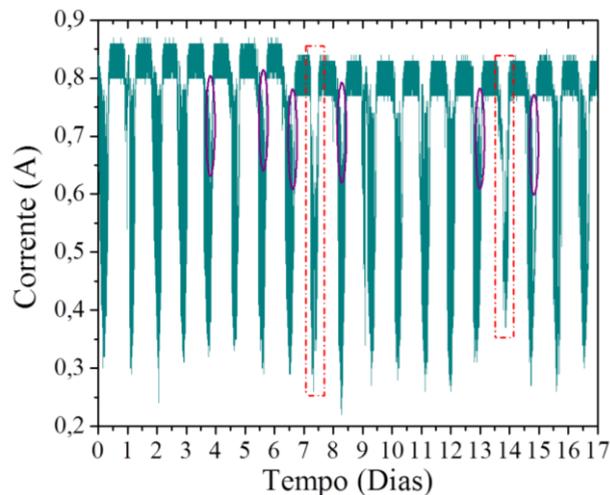


Figura 5: Sensoriamento da corrente em função dos dias no mês de junho/2016 para a PFV.

Na Fig. 5 é apresentado um gráfico demonstrado o sensoriamento da corrente em 17 dias. Primeiramente, observa-se a I decair de forma expressiva após o sexto dia, este comportamento ocorre por influência da mudança de estação, neste caso o solstício de inverno, que em média inicia dia 22 de junho (INMET), refletindo nos primeiros 6 dias um valor oscilatório da I entre 0,80A a 0,89 A para os períodos de máximo, e a partir do 7º dia, com valores entre 0,76A a 0,84A. Esta análise permite verificar a precisão do sensoriamento com a metodologia microcontrolador-sensor. Além disso, os participantes conseguiram concluir a mesma análise através das observações dos gráficos e das observações dadas a respeito do sistema.

A PFV utilizada neste trabalho produz uma máxima I média de 0,66A, no entanto os dados coletados afirmaram intensidades maiores, mediante isto, conclui-se que a radiação solar é altamente favorável para esta região e consequentemente para a aplicação de sistemas com PFVs. Nestes dias de sensoriamento, ocorreram 6 dias nublados durante o começo do dia (em média 6:00h), fator exposto por um decaimento mais expressivos no início dos dias. Já nos dias de chuva (2 dias), é destacado por um déficit de I agressivo chegando até um limite mínimo de 0,3A durante as noites.

Na Fig. 6 é apresentado a coleta de dados do sensoriamento de I durante 25 dias consecutivos do mês de julho de 2016. Nele estão contidos os valores de máximo e mínimo locais de I com períodos bem definidos.

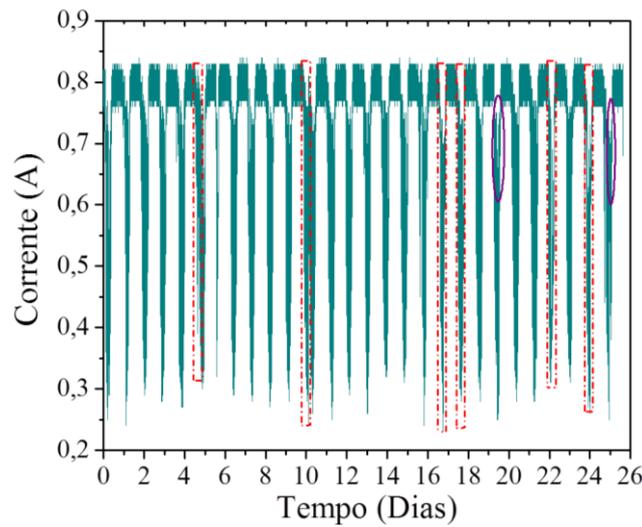


Figura 6: Sensoriamento da corrente em função dos dias no mês de julho/2016 para a PFV.

Percebe-se que houve maiores períodos com chuva no turno da noite (6 dias) e durante o dia a incidência solar continuava a mesma difundida no Fig. 5 após o sexto dia, isto era previsto para os dias de inverno, por isso a corrente gerada oscila entre 0,76A e 0,84 A. Apesar da diminuição da corrente, o sistema ainda é capaz de carregar a bateria de chumbo-ácido, e assim, o mesmo pôde ser aplicado para o uso da lâmpada de LED. Essa análise também foi realizada pelos participantes durante a atividade.

A partir dos dados de sensoriamento da corrente foi realizado o monitoramento estatístico através da carta de controle registrada pelos alunos nas Fig. 7 e Fig. 8. Assim, consideram-se os dados como variáveis do tipo contínua com desvio padrão não viciado e número de amostras superior a dez. Logo, a Média da Corrente (\bar{X}) e seu Desvio Padrão (S), em função das horas coletadas de investigação (Fig. 5 e Fig. 6), descrevem melhor sua construção (Montgomery, 2001). E calcularam-se as linhas horizontais das Médias da Corrente e de seus Desvios Padrões, para notificar se os dados estão sob controle. Essas linhas horizontais são denominadas de Limite Superior de Controle (LSC) e Limite Inferior de Controle (LIC).

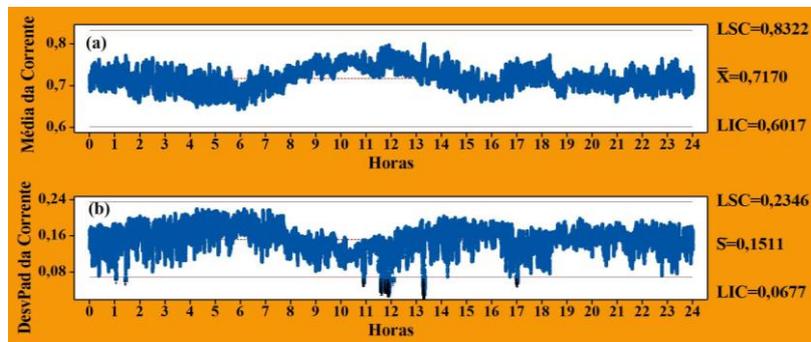


Figura 7: Carta de controle da intensidade da corrente elétrica da PFV comercial no mês de junho/2016. Em (a) Média da Corrente e (b) Desvio Padrão (DesvPad) da Corrente em função de horas.

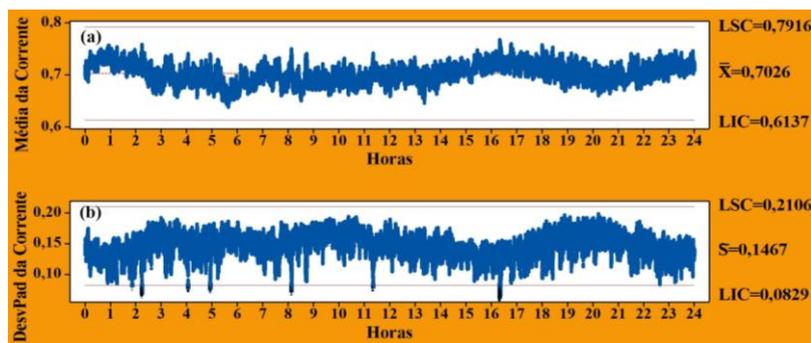


Figura 8: Carta de controle da intensidade da corrente elétrica da PFV comercial no mês de julho/2016. Em (a) Média da Corrente e (b) Desvio Padrão (DesvPad) da Corrente em função de horas.

Nota-se, nas Fig. 7 e Fig. 8, que: (a) as Médias das Correntes estão sob controle, pois os dados estão configurados entre LSC e LIC; e, no entanto, (b) os Desvios Padrões apresentam causas especiais, no qual alguns pontos estão fora de controle (destaques em azul mais escuro). Afirma-se que o processo não está sob controle estatístico, portanto é necessário ser orientado para seu estado de controle. Ao averiguar esses pontos, conclui-se que essas causas possuem um padrão de não-aleatoriedade que devem ser procuradas e corrigidas. Tal instabilidade advém de flutuações ambientais, disposição da PFV em relação ao Sol, entre outros fatores que devem ser investigados.

Sendo assim, a partir do contato com o protótipo de PFV, o público discente foi instigado ao pensar crítico, pois os mesmos tiveram o contato com os dados para que então pudessem fazer considerações explicativas e sustentadas através dos resultados aferidos pelo sistema. Além disso, fora destacado pelos participantes a ocorrência das oscilações no decorrer do tempo, podendo vir a ser ocasionado diretamente pela influência do período e as intempéries climáticas, como por exemplo, o aparecimento de muitas nuvens, chuva e etc., também levantaram a hipótese da característica do material do diodo emissor de luz não possuir o encapsulamento adequado para fins de fotogeração, ocasionando numa perda de parte da incidência de raios solares.

Com isso, a partir dos resultados acima, os participantes concluíram que os dados apresentados mediante o uso do multímetro de mão, são satisfatórios em relação ao tipo do material que está sendo utilizando, comprovando a versatilidade do material, relataram ainda as oscilações que mostram instabilidade em sua tensão e corrente, pois para esse fator os participantes colocaram como hipóteses os raios solares serem difundidos ou simplesmente por conta de clima chuvoso, e por fim a maioria concluiu através dos resultados que comparado à da PFV convencional torna-se muito inferior, pois como a área do semicondutor do LED é pequena, precisa-se haver uma incidência direta e tal fato diverge do que acontece na PFV comercial por possuir grande área do seu material ativo. Com isso verifica-se o grau do conhecimento adquirido, obtendo relatos relevantes para a pesquisa e todos os fundamentos que foram estabelecidos anteriormente na palestra inicial culminando na capacitação dos discentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Após as atividades e as análises concluídas, o trabalho deu a possibilidade da inclusão do participante com o meio ambiente e também com as tecnologias que são utilizadas para a geração de energia, o que veio a despertar a conscientização que cada participante deve ter em relação ao benefício da sociedade, debatendo a relevância das temáticas que foram abordadas dentro do campo da física, da educação ambiental e demais ciências envolvidas. Desta forma, a abordagem CTSA favoreceu uma visão mais ampla que a interdisciplinaridade realmente propõe, o que levou os participantes a visualizarem além do paradigma de neutralidade da ciência, pois tiveram contato através de experiências práticas, o que veio a promover um maior interesse e uma real concepção crítica que capacitou os participantes de modo que venha ser mais atuantes na sociedade (Marcondes *et al.*, 2014).

Após as atividades da oficina, percebeu-se a necessidade da realização de uma experiência prática com os participantes, e partindo desta perspectiva realizou-se a etapa de desenvolvimento das pesquisas de campo na Universidade do Estado do Pará / Campus XX o que viria a implicar na etapa de coleta de dados e também na análise do sensoriamento fotovoltaico. E desta forma foi possível perceber que de acordo com os resultados obtidos na oficina a partir dos participantes e da coleta de dados da placa fotovoltaica comercial, ficou nítido que há grandes possibilidades a serem exploradas, pois os dados favorecem a continuidade do trabalho, de modo que se possa intensificar a análise e também a coleta de dados do sistema instalado, dando a ideia de inclusão de um protótipo eólico para complementar o sistema fotovoltaico já instalado, e desta maneira buscar futuramente a implantação de um sistema híbrido funcional (eólico e fotovoltaico) na UEPA / Campus XX, de forma a contribuir para novas pesquisas. Portanto, é perceptível que tal abordagem educativa seja indispensável, pois ocasionou uma aprendizagem relevante para a integridade como cidadão, dando um olhar multifacetado, pois Gowin (1981) declara que a partir de um bom planejamento das atividades, os alunos podem moldar e aprimorar seus conhecimentos, e Bazzo (2010) ratifica que a compreensão dos discentes acerca das ciências e tecnologias é de importância fundamental para que possam vir a interagir na sociedade.

A partir desta abordagem pedagógica e dos debates feitos ao decorrer das atividades foi possível a compreensão dos conceitos físicos introduzidos aos sistemas fotovoltaicos assim como dos fenômenos físicos no comportamento da corrente elétrica, e os benefícios que pode trazer ao meio ambiente e a população, colaborando para a sua formação acadêmica e cidadã.

Agradecimentos

Instituto Federal do Pará através do auxílio na plataforma Arduino
Universidade do Estado do Pará por meio da disponibilidade da área como local de estudo

REFERÊNCIAS

- Alves, E. G., Silva, A. F., 2008. Usando um LED como fonte de energia, Física na Escola, vol. 9, n. 1, pp. 26-28.
Ausubel, D. P., 1973. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. Buenos Aires: El Ateneo.

- Barczak, R., Duarte, F., 2012. Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras, Rev. Bras. Gest. Urbana, vol. 4, n. 1, pp.13-32.
- Bazzo, W. A., 2010. Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica, 2. ed., Revista e atualizada: Editora da UFSC.
- Bolibahiano, D., 2004. Manual de Energia fotovoltaica, disponível em: <<http://www.greenpro.de/po/fotovoltaico.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2016.
- Brito, L. P., 2004. Ensino de física através de temas: uma experiência na formação de professores de ciências, VII CNNECIM - VII Congresso Norte/Nordeste de Educação em Ciências e Matemática, Belém.
- Castro, F., 2015. Brasil é o sétimo maior investidor em energia renovável. O Estado de São Paulo, São Paulo, 31 de março de 2015, disponível em: <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-e-o-setimo-maior-investidor-em-energia-renovavel-dizestudo,1661745>>. Acesso em: 18 mar. 2016.
- CRESESB, 2017. Potencial Solar SunData v. 3.0 – Ano Base 2017. Rio de Janeiro: CRESESB - Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito.
- Chizzotti, A., 2003. A Pesquisa Qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios, Revista Portuguesa de Educação, vol. 16, n. 2, pp. 221-236.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., Pernambuco, M. M., 2002. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos, Cortez.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A., 1992. Metodologia do Ensino de Ciências, Cortez.
- Freire, P., 2009. Pedagogia do oprimido. 48. reimp., Paz e Terra.
- FAPESP, InterAcademy Council, Academia Brasileira de Ciências, 2010. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho, São Paulo: FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
- Goldemberg, J., Moreira, J. R., 2005. Política Energética no Brasil, Estudos Avançados, vol. 19, n. 55, pp. 215-228.
- Gowin, D., 1990. Educating, 2nd ed., Ithaca, N.I: Cornell University Press.
- Krasilchik, M., 1987. O professor e o currículo das ciências, Edusp.
- Krasilchik, M., 1980. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, W. E. (coord.). Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas. Cortez, Autores Associados, pp.164-180.
- Lemos, J. L. S., 2013. Ciência - Tecnologia - Sociedade - Ambiente (CTSA), Revista Ciências & Ideias, vol. 4, n. 2, pp.i-ii.
- Marcondes, M. E. R., Carmo, M. P., Suart, R. C., Silva, E. L., Souza, F. L., Silva, S. C. R., Schirlo, A. C., 2014. Imagens da Educação, vol. 4, n. 1, pp. 36-42.
- MINITAB. *Software* MINITAB 17. Disponível em: <<https://www.minitab.com/pt-br/products/minitab/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- Montgomery, D.C., 2001. Introduction to Statistical Quality Control, 4th edition, John Wiley & Sons.
- Pacheco, F., 2006. Energias Renováveis: Breves Conceitos. Conjuntura Econômica n. 149.
- Pereira, E. B., Martins, F. R., Gonçalves, A. R., Costa, R. S., De Lima, F. J. L., Rüther, R., De Abreu, S. L., Tiepolo, G. M., Pereira, S. V., De Souza, J. G., 2017. Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2ª ed., INPE.
- Santos, W. L. P., Schnetzler, R. P., 1997. Educação em química: compromisso com a cidadania. Editora da UNIJUÍ.
- Serrão, M. A. S., 2010. Dimensionamento de um sistema fotovoltaico para uma casa de veraneio em pouso da Cajaíba-Paraty, Monografia, Departamento de Engenharia Elétrica da escola politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Souza, R. D., 2014. Os sistemas de energia solar fotovoltaica: Livro digital de introdução aos sistemas solares. Blue Sol Educacional.

WORKSHOP AND PRACTICAL INTERACTION WITH PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN A STSE PERSPECTIVE FOR TRAINING GRADUANDS OF THE UNIVERSITY OF THE STATE OF PARÁ / CAMPUS XX

Abstract. *Technological progress and global population growth have encouraged society to explore more and more new energy matrixes that guarantee sustainability and are protected by environmental preservation legislation. In this sense, there are interesting didactic possibilities for the teaching of sciences as well as in the academic formation, allowing for more comprehensive discussions. Thus, the purpose of this study is to analyze the contributions of a thematic workshop on renewable energies for the academic training of students of the courses of the University of the State of Pará, in the municipality of Castanhal, involving the construction and analysis of the energy efficiency of generated electric current by two types of photovoltaic systems, light emitting diode and commercial plates, focusing on Science, Technology, Society and Environment. The data collected from the photovoltaic systems and the thematic workshop were analyzed with qualitative and quantitative approaches with current sensing curves with statistical monitoring, in a survey questionnaire, and organized into graphs for subsequent qualitative discussions. Among the main contributions, it was observed that the students obtained better understandings of the concepts of Science, Technology, Society and Environment through their involvement in the operation of photovoltaic systems, data collection and comparative analysis of these results with statistical monitoring models. These studies enabled and qualified scientific and technological knowledge related to the subject, providing students with more relevant*

discussions in their social environment with a focus on environmental education. Therefore, the discussion about the relations between Science, Technology, Society and Environment showed the importance of interaction with the academic and local community, motivating the students to disseminate this knowledge and to adopt proposals of science teaching in the thematic context of renewable energies.

Key words: *Renewable energy, Environmental education, Science teaching.*