



LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO DE IDEIAS: ESTUDO DO CASO DA CONSTRUÇÃO DE PLACA FOTOVOLTÁICA DE LEDS

Danilo Celestino – dancoeng@gmail.com
Faculdade de Engenharia Elétrica

Paulo Henrique Cruz– cbpaulohenrique123@gmail.com
Faculdade de Engenharia Elétrica

Fernando D. C. Araujo – nando_del_castillo@yahoo.com.br
Faculdade de Engenharia Elétrica

Yan S. Silva– yansansilva@gmail.com
Faculdade de Engenharia Elétrica

Fernando A. Da Silva Jr.– fernando.a.silvajr@gmail.com
Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações

Oswaldo Cruz– Osvaldojunior.engcomp@gmail.com
Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações

Maria Emília de Lima Tostes –tostes@ufpa.br
Faculdade Engenharia Elétrica

Marlice C. Martelli – martelli@ufpa.br
Faculdade de Engenharia Química
Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Correa Nº 01
CEP66075-110 – Belém – Pará

Resumo: *O Laboratório de Desenvolvimento de Ideias (LDI) do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, através de sua equipe de discentes, docentes e voluntários desenvolve projetos extensionistas que utilizam o conhecimento de diversas áreas tecnológicas, sempre almejando o benefício da comunidade local. Visando aplicar o estudo adquirido em sala de aula em benefício da sociedade ao redor, que é a ideia de extensão oferecida pela universidade, alunos dos cursos de engenharia e da computação tiveram a iniciativa de construir uma placa fotovoltaica composta por componentes eletrônicos de fácil acesso e materiais descartáveis. O projeto utiliza LEDs brancos de alto brilho como células fotovoltaicas e um corpo composto por garrafas PET e caixas leite vazias, onde a superfície metálica do interior destas funciona como um espelho convexo refletindo ao máximo a incidência solar para o diodo. A descrição de como o projeto tem avançado, bem como os resultados até agora obtidos são o foco deste artigo.*

Palavras-chave: *Sustentabilidade, Fotoeletricidade, Extensão universitária*



1. INTRODUÇÃO

O Laboratório de Desenvolvimento de Ideias (LDI) é um laboratório do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA), que tem como diferencial a capacidade de unificar todos os cursos de engenharia e arquitetura do ITEC em um só ambiente. Nele são desenvolvidos projetos das diferentes áreas do conhecimento trazidos pelos próprios alunos para serem executados com o auxílio do laboratório e o corpo docente de apoio. Dentre os projetos já executados, estão: “Mão-mioelétrica”, “Inclusão Digital nas Escolas do Ensino Médio”, “Projeto Integração, Ensino e Extensão do ITEC”, “Sementeira Ecológica” e “Semana do Instituto de Tecnologia (SITEC)”.

Entre os projetos em andamento no LDI, foi escolhido o da “Placa Fotovoltaica de LEDs com Materiais Descartáveis”. Essa escolha se deve pelo fato de ser de fácil reprodução e, além disso, hoje uma das melhores maneiras de se obter energia sem agredir o meio ambiente é utilizando a energia solar, a qual pode ser obtida através das chamadas placas fotovoltaicas. Este método de se obter energia elétrica ainda é pouco acessível devido seu alto custo. Nesse contexto que alunos da UFPA, sob coordenação do LDI, fizeram uma pesquisa focada na construção de uma placa fotovoltaica que utiliza LEDs como células solares.

Com o intuito de construir uma placa fotovoltaica simples, foram utilizados materiais recicláveis, o que tornou possível a produção caseira de uma placa fotovoltaica. Esta produção está sendo feita no LDI e chama atenção de vários alunos, pois engloba várias áreas das engenharias da computação, elétrica e telecomunicações, além de simular o trabalho em equipe como engenheiros em um projeto.

No contexto do método de aprendizagem, os alunos se esforçam para levar o conhecimento para reuniões feitas no laboratório e a partir daí são obtidas respostas e conclusões em equipe, além de serem feitas as separações de tarefas semanais para a execução do projeto.

2. METODOLOGIA

O LDI trabalha seguindo uma metodologia base para melhorar a organização e o desenvolvimento de cada trabalho, bem como para padronizar os projetos nele desenvolvidos.

2.1 Planejamento

A partir do momento em que um discente chega no laboratório é feita uma breve reunião para se ouvir a sugestão. Nessa reunião é estimada a viabilidade de aplicação da ideia, é discutido o modo de construção do objetivo sendo avaliado como o mesmo beneficiará a sociedade em que vivemos.

Ao fim dessa reunião é solicitado que o acadêmico escreva um breve artigo resumindo toda a ideia desenvolvida até então, de modo que fique claro que a construção é possível e contribuirá tanto aos participantes do projeto quanto para a comunidade beneficiada.

Entregue o artigo ao laboratório, a equipe de gestão divulga o artigo entre os voluntários cadastrados; é marcada uma reunião entre o idealizador do projeto, os gestores e os voluntários interessados; o idealizador apresenta sua ideia aos voluntários presentes; é formada uma equipe de desenvolvimento contendo no máximo 20 integrantes escolhidos



seguindo criteriosamente as necessidades de cada projeto e as habilidades dos voluntários presentes na reunião.

2.2 Pesquisa

Com a equipe já formada é marcada uma nova reunião com todos os integrantes para discutir sobre etapas de desenvolvimento; para subdividir a equipes em grupos que irão se especializar em um componente específico do projeto, caso necessário; montar um cronograma de metas a serem atingidas ao longo do progresso; estipular um custo total do projeto e montar um plano de levantamento da quantia; escolher um líder que será o principal intercessor entre os gestores e o resto da equipe.

Dependendo da natureza do projeto, cada equipe de projeto deve apresentar semanalmente ou mensalmente um relatório descrevendo os avanços durante o respectivo tempo de trabalho. Caso haja a necessidade de qualquer auxílio, o integrante pode buscar ajuda de um gestor e este o encaminhará a quem possa ajudá-lo no assunto, caso o próprio gestor não seja capaz de fazê-lo.

Quando toda a pesquisa sobre a teoria envolvida no projeto é concluída, a equipe escreve uma monografia contendo detalhadamente todo o estudo realizado até então. É fundamental que o conteúdo esteja claro e bastante compreensível para que no futuro membros do LDI saibam como reconstruir o projeto.

2.3 Aplicação

Nesta etapa os integrantes providenciam a aquisição do material necessário para a realização do projeto e passam a aplicar todo o conhecimento adquirido em busca de empregar o objetivo do projeto. Seja um curso, uma contribuição à infraestrutura pública, um dispositivo eletrônico ou qualquer outra variedade. Nesta etapa a equipe trabalhará diretamente com a comunidade. Durante todo o tempo de execução a equipe deve apresentar relatórios contendo a apresentação de resultados, conclusões, comentários e qualquer experiência adquirida.

Por fim, os gestores avaliam todos os relatórios; é julgado qual trabalho caracterizado como carga horária extensionista e qual pode ser nomeado carga horária complementar; os coordenadores do LDI avaliam o trabalho e autorizam a emissão de certificados aos discentes; cada integrante da equipe recebe um certificado de participação no projeto contendo a carga horária complementar e extensionista proporcional ao trabalho realizado.

Atualmente estão em fase de aplicação os projetos: Projeto TecComunidade, onde discentes do Instituto de Tecnologia realizam cursos de inclusão digital direcionados a alunos de nível fundamental e médio em escolas públicas na macrorregião de Belém; Projeto Tranca Eletromagnética com senha eletrônica, em desenvolvimento por alunos das faculdades de engenharia da computação e elétrica que estão construindo uma fechadura operada por um circuito microcontrolador que recebe uma senha eletrônica e ativa uma bobina eletromagnética, puxando um pistão e liberando a porta; Projeto Placa Fotovoltáica de LEDs e Materiais Reutilizados, onde se explora a capacidade de produzir uma pequena corrente elétrica através do estímulo luminoso em LEDs e reutiliza garrafas PETs e caixas Tetra Pak vazias como corpo para a placa.



3. PROJETO PLACA FOTOVOLTAÍCA DE LEDS COM MATERIAIS DESCARTÁVEIS

Aqui será apresentado o Projeto Placa Fotovoltaica de LEDs com Materiais descartáveis, como um dos exemplos dos projetos desenvolvidos no LDI. O projeto foi conduzido nas seguintes etapas: Placa Fotovoltaica de LEDs para gerar energia elétrica; Uso de garrafas PET e caixas Tetra Pak como espelho côncavo.

3.1 Placa Fotovoltaica de LED para gerar energia elétrica

Com a crescente preocupação em reduzir os danos ao planeta e o constante aumento pela demanda de energia, o Sol tem se destacado como uma grande e importante fonte de energia alternativa. As células fotovoltaicas são os dispositivos responsáveis pela transformação direta da energia solar em elétrica. Elas são feitas com materiais semicondutores e seu alto custo é um fator limitante para o uso em larga escala, porém muitas pesquisas têm sido feitas com o intuito de tornar estas células mais eficientes, de modo a reduzir o custo da energia convertida por célula.

Os materiais semicondutores são extremamente importantes para a indústria eletrônica, pois tem a possibilidade de alterar as suas características elétricas adicionando átomos diferentes a estes materiais. Se um semicondutor possuir elétrons a mais na rede cristalina, ou seja, elétrons em excesso, ele é chamado de condutor do tipo N e se o semicondutor possuir elétrons a menos na rede cristalina, ou seja, elétrons em falta, ele é chamado de condutor do tipo P. Uma célula fotovoltaica é a junção desses dois tipos de materiais semicondutores, ou seja, uma junção PN. Esta junção possui propriedades muito peculiares e é de grande interesse a indústria eletrônica.

Como modelo de célula fotovoltaica, propomos o uso de um LED, que é muito mais acessível do que as células convencionais em termos de custo e mercado. Testamos vários tipos de LED e os melhores resultados foram encontrados com LEDs de auto brilho.

A luz é constituída por fótons com energia $E = hv$, onde h é a constante de Planck e v é a frequência da luz. Quando estes fótons incidem sobre a junção, eles penetram no material e podem ser absorvidos por elétrons na banda de valência. Se a energia do fóton for da mesma ordem de grandeza que a diferença de energia das bandas, o elétron poderá alcançar a banda de condução, onde estará livre para se mover. A saída de um elétron da banda de valência deixa um buraco na mesma. Com a iluminação constante, haverá um grande número de pares de elétron-buraco gerados pela absorção de fótons. Devido a presença dos átomos dopantes, os elétrons da banda de condução se deslocarão para a região N e os buracos da banda de valência se deslocarão para a região P. Se um fio condutor conectar o lado P ao lado N, teremos uma corrente de elétrons se movendo da região de maior concentração de elétrons para a região com escassez de elétrons, como em uma pilha.

O LED também é constituído por uma junção PN. O lado N da junção está preso a um contato metálico, que serve também como um espelho refletor para direcionar a luz. No lado P há apenas um fio estabelecendo o contato elétrico entre o semicondutor e o outro terminal do LED, de modo que a maior parte do semicondutor fica exposta. Esta construção é necessária porque a luz sai diretamente de onde houve uma combinação entre um elétron e um buraco. Um elétron que venha da banda de condução para ocupar um buraco na banda de valência deve perder energia. Esta energia é liberada na forma de fótons, cuja energia

corresponde ao valor E_g . Portanto, se forem construídos LEDs com diferentes valores para E_g pode-se produzir diversas cores para a luz dos LEDs. Como o valor de E_g define a energia dos fótons emitidos, o espectro de emissão de um LED possui um pico bastante pronunciado em torno de um comprimento de onda característico.

Embora os LEDs sejam projetados para emitir luz, eles também podem funcionar como receptores de fótons. Porém, assim como a emissão é bastante pronunciada em torno de uma frequência característica, a recepção ocorre para uma faixa de frequências cuja energia esteja em torno de E_g . Este comportamento ressonante dos LEDs permite que eles sejam utilizados como sensores para faixas restritas do espectro.

3.2 Uso de garrafas PET e caixas Tetra Pak como espelho côncavo

Foram consideradas para o projeto garrafas PET de meio e de dois litros, e caixas de leite Tetra Pak, produtos descartados e que podem ser manipulados para o reuso. A equipe teve como objetivo reutilizar o máximo possível componentes que são descartados pela comunidade no dia a dia, tanto para minimizar os custos quanto para estimular a reutilização de produtos não biodegradável. Ao todo foram recolhidos 38 garrafas PET de meio litro e outras dez garrafas do mesmo tipo com capacidade de dois litros.

A primeira ideia foi utilizar a superfície metalizada das caixas de leite em formato trapezoidal para refletir uma maior quantidade de raios solares ao LED, conforme a figura abaixo

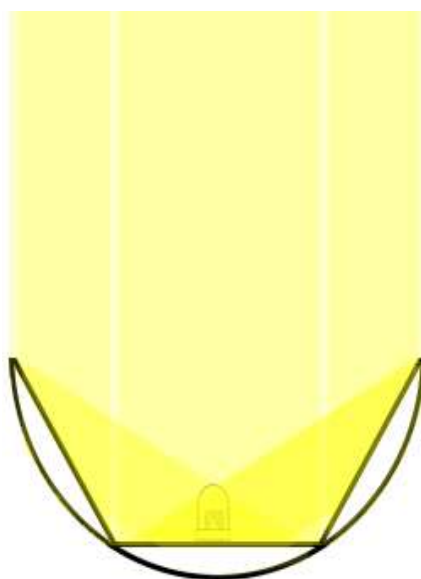


Figura 01 – Ilustração do modelo de planos reflexivos.

Nesse modelo, apesar de a luz chegar aos LEDs, ela não será a máxima energia que entrará em contato com os LEDs, caso a incidência luminosa tenha uma angulação diferente de 90° , pois o formato trapezoidal refletiria boa parte do raio incidente para fora da placa ou para baixo do LED, conforme a imagem da Figura 01. Em ambos casos a energia solar não será convertida em elétrica. Logo partiu-se para outra forma para conseguir absorver mais a luz solar nos LEDs. O material da caixa de leite foi moldado de forma circular, assumindo um formato semelhante ao de um espelho côncavo (Figura 02).

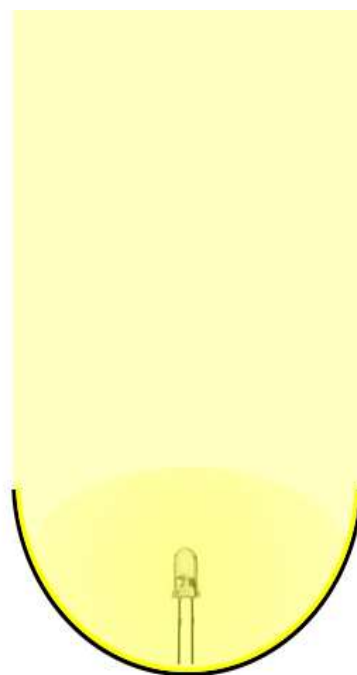


Figura 02 – Ilustração do modelo de reflexão convexa

Dessa forma, todo raio incidente paralelo ao eixo principal será refletido passando pelo foco, onde será posicionado o LED, garantindo a produção máxima de energia elétrica por mais tempo. Para tanto, o LED deve estar posicionado aproximadamente na metade da distância entre a caixa de leite e o centro da garrafa, no ponto focal. Para calculá-lo foi medida a circunferência de cada uma das garrafas e determinado o raio, através da equação 1 e os resultados apresentados na Tabela 01.

$$Raio = \frac{\pi}{circunferencia} \tag{1}$$

Tabela 01 – Resultados obtidos das dimensões reais de cada garrafa.

	Garrafa 2L	Garrafa 500mL
Circunferência	33 cm	18 cm
Raio	5,5 cm	2,8 cm
Ponto Focal	2,6 cm	1,4 cm



Baseado nesses dados foram montados dois protótipos de placa utilizando um LED e as respectivas garrafas, para se determinar qual é o protótipo mais adequado ao nosso produto. As etapas seguintes foram: corte longitudinal das garrafas, em seus respectivos raios; acomodação das caixas no interior de duas garrafas de meio litro e uma de dois litros; passagem dos fios Jumpers de 20 cm entre a garrafa e a superfície metálica para ligar os LEDs ao multímetro; posicionamento dos protótipos montados em uma área aberta de forte incidência solar; anotação e comparação dos valores obtidos em cada placa.

Foi-se montado dois protótipos, um utilizando duas garrafas de meio litro e outro utilizando uma garrafa de dois litros, com 12 LEDs de alto-brilho ligados em paralelo em ambos os casos para somar-se a corrente elétrica gerada, e foi feito uma amostra de sua eficiência às 12 horas. Para cada um dos casos foi relatado os valores de tensão e corrente.

4. RESULTADOS

Os alunos puderam observar que os valores de tensão variavam entre 2,1 e 2,4 Volts tanto quando se utilizava o sistema da garrafa PET de meio litro, quanto quando se utilizava a garrafa PET de dois litros. Analisando os resultados, eles concluíram que isso ocorre pois a capacidade dos LEDs em converter energia luminosa em energia elétrica é muito limitada para aproveitar toda a luz fornecida pelo sistema, ou a precisão do multímetro utilizado é muito baixa para mensurar a diferença. Devido a isso decidimos utilizar o conjunto Garrafa PET de meio litro e caixa Tetra Pak em formato circular côncavo, por ocupar menos espaço que aquela utilizando a garrafa de dois litros e fornecer eficiência equivalente.

A Corrente gerada pelo sistema se mostrou bastante instável, variando entre 3,2 e 4,9 mA, resultando em uma potência elétrica de aproximadamente 11 mW, o que é suficiente para alimentar um relógio digital ou uma calculadora, mas ainda é muito baixa para carregar a bateria de um celular, por exemplo.

5. CONCLUSÕES

A equipe do projeto tem trabalhado há dois meses ainda está em progresso. As próximas etapas são um estudo mais detalhado para se aprimorar a distribuição e espaçamento dos LEDs em uma única garrafa; aumentar o número de LEDs utilizados para tentar atingir uma potência equivalente à de uma porta USB de computador; construção de um conversor corrente contínua – corrente contínua (CC-CC) para estabilizar a tensão gerada pela placa de LED e assegurar um fornecimento de energia de melhor qualidade; prover uma forma de armazenamento de energia quando a placa não estiver alimentando algum dispositivo. Os estudos serão mais aprofundados e serão necessários conhecimentos de Eletrônica Analógica e Circuitos Elétricos, disciplinas que o curso de engenharia elétrica da UFPA proporciona a partir do 4º semestre.

Todo conhecimento adquirido de forma prática no LDI tem funcionado como uma extensão das disciplinas vistas em sala de aula e tem contribuído para a melhor compreensão do conteúdo visto ao longo do curso. Dessa forma todo o desdobramento dos projetos desenvolvidos no laboratório são de grande proveito pelos alunos que nele trabalham e



também tem grande potencial de beneficiar a comunidade universitária, estudantes de nível médio e a sociedade como um todo.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, Esdras G.; SILVA, Andreza F. A Física na Escola. v.9, n.1, p.26, 2008.

BOYLESTAD, Robert.; NASHELSKY, Louis. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos.5. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994.

CAVALCANTE, Marisa A.; TAVOLARO Cristiane R.C.; SOUZA, Dione F.; MUZINATTI, João. Física na Escola v.3, n.1, p.24, 2002.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; HAAG, Rafael; Revista Brasileira de Ensino de Física n.27, p.343, 2005.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane R.C.; e HAAG, Rafael; Física na Escola v.6, n.1, p.75, 2005.

NIEVES, L.; SPAVIERI, G.; FERNADES, B.; GUEVARA, R.A. The Physics Teacher v.35, p.108, 1997.

SILVA, Reginaldo; CHIQUITO, Adenilson J.; SOUZA, Marcelo G.; MACEDO, Rodrigo P. Revista Brasileira de Ensino de Física. v.26, p.379, 2004.

VALADARES, Eduardo de C.; CHAVES, Alaor S.; ALVES, Esdras G. Aplicações da Física Quântica: Do Transistor à Nanotecnologia.1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

LABORATORY DEVELOPMENT OF IDEAS: CASE STUDY OF CONSTRUCTION OF PHOTOVOLTAIC LEDS' BOARD

Abstract: *The Ideas Development Lab (LDI, in Portuguese) of Institute of Technology of Federal University of Pará, is a team of students, teachers and volunteers who develop extension projects utilizing knowledge of various technology areas, always aiming for the benefit of the local community. Aiming to apply the study acquired in the classroom to benefit society around, which is the idea of extension offered by the university students of engineering and computer took the initiative to build a photovoltaic plate composed of electronic components and easy access disposables. The design uses white high brightness LEDs as photovoltaic cells and a body composed of PET bottles and empty milk cartons, where the metal surface of the interior of these acts as a convex mirror reflecting the maximum solar incidence for the diode. The description of how the project has progressed, and the results obtained so far are the focus of this article.*



Key-words: sustainability, photovoltage, academic extension