



XXIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica
12 a 16 de junho de 2023, Goiânia, Goiás, Brasil

EDUCAÇÃO PARA O USO ENERGIAS RENOVÁVEIS EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE PILAR-RJ

Kelly Cardoso dos Santos, kelyc.unb@gmail.com¹
Rayssa Gomes Vieira, rayssagomvy08@gmail.com²
Syntia da Silva Conceição, syntiast@gmail.com³
Wesly Jean, weslyjean999@gmail.com⁴
Eugênia Cornils Monteiro da Silva, eugeniicornils@gmail.com⁵
Antonio Cesar Pinho Brasil Junior, brasiljr@unb.br⁶

¹Universidade de Brasília, UnB - Asa Norte, Brasília - DF, 70910-900

²Universidade de Brasília, UnB - Asa Norte, Brasília - DF, 70910-900

³Universidade de Brasília, UnB - Asa Norte, Brasília - DF, 70910-900

⁴Universidade de Brasília, UnB - Asa Norte, Brasília - DF, 70910-900

⁵Universidade de Brasília, UnB - Asa Norte, Brasília - DF, 70910-900

⁶Universidade de Brasília, UnB - Asa Norte, Brasília - DF, 70910-900

Resumo. Além de buscar estabelecer uma relação entre a pobreza e o acesso à energia elétrica, esse trabalho apresenta uma intervenção em uma escola da comunidade Pilar em Duque de Caxias no Rio de Janeiro e as ações realizadas para instruir e incentivar o uso de energias renováveis. Foi criado de um kit solar para uso na escola Municipal Cidade dos Meninos, e foram realizadas palestras explicando conceitos básicos sobre eletricidade e oficinas para interação com o Kit e com uma maquete.

Palavras-chave: Kit Solar. Pobreza e energia. Energias renováveis. Energia Solar

Abstract. Moreover to seeking to establish a relationship between poverty and access to electricity, this work presents an intervention in a school in the Pilar community in Duque de Caxias in Rio de Janeiro and the actions taken to instruct and encourage the use of renewable energies. It was created from a solar kit for use at the Cidade dos Meninos Municipal School, and lectures were given explaining basic concepts about electricity and workshops for interaction with the Kit and with a model.

Keywords: Solar kit, poverty and energy, renewable energy, solar energy

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é considerada um vetor fundamental para o desenvolvimento socioeconômico e do ser humano, que inclui o nível de qualidade de vida. No entanto, considera-se que cerca de 733 milhões de pessoas em todo o mundo carecem de serviços de eletricidade de acordo com o último relatório “*Tracking SDG 7: The Energy Progress Report*” de 2022 produzido pelo Banco Mundial (WB), Organizações das Nações Unidas (ONU) e a Agência Internacional de Energia (IEA) que monitoram esforços globais para garantir o acesso universal a energia moderna e limpa até 2030. Segundo o relatório, o sul da Ásia, a África, a América Latina e a América Central possuem algumas regiões onde há acesso limitado de energia elétrica. Diversas pesquisas mostram que as pessoas com pouco ou nenhum acesso a eletricidade vivem em áreas rurais ou comunidades isoladas ao redor do mundo (Aziz *et al.*, 2018; Wesly *et al.*, 2020; Jean *et al.*, 2021; Jean & Brasil Junior, 2022).

Enquanto muitas pessoas ao redor do mundo vivem em áreas rurais, distantes de geradores de energia, um número considerável e crescente vive em assentamentos urbanos informais denominados de favelas. Estima-se que cerca de 1 bilhão de pessoas do mundo vivem em assentamentos urbanos informais. Além disso, de acordo com o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas - UN-DESA, a maior parte do crescimento da população urbana contemporânea ocorre em regiões que ainda são consideradas socialmente e economicamente vulneráveis (Tacoli, 2012; IEA, 2011; Niu, 2013). Se as tendências atuais persistirem, estima-se que até 2050 as regiões menos desenvolvidas serão responsáveis por mais de 80% do crescimento da população urbana mundial, levantando preocupações sobre o aumento da pobreza urbana e a incapacidade dos governos nacionais e municipais de fornecer serviços básicos adequados aos residentes dessas regiões.

Nas últimas décadas, a maioria dos esforços relacionados as iniciativas de eletrificação concentraram-se quase que exclusivamente nas necessidades de energia em áreas rurais, ignorando em grande parte as famílias e os assentamentos urbanos informais. No entanto, dada a rápida urbanização mundial, a pobreza energética não é mais um fenômeno apenas rural.

De acordo com Singh *et al.* 2014, aproximadamente 40% das pessoas em situação de vulnerabilidade gritantes do mundo que vivem em favelas tem pouco ou nenhum acesso a serviços modernos de energia. As favelas crescem rapidamente e conseqüentemente sobrecarregaram a maioria dos municípios nos países em desenvolvimento, e muitos deixaram de tentar resolver o problema de fornecer conexões legais e seguras para essas áreas (Singh *et al.*, 2014).

Nas favelas eletrificadas, em muitos casos, as populações não conseguem arcar com os custos de energia devido ao fator renda que nessas áreas são mais escassas. Importante destacar que um olhar mais atento revela que a eletricidade que chega é na maioria das vezes roubada, o que resulta em serviço de má qualidade fornecido a preços muito altos e condições extremamente perigosas. Existe ainda as situações em que a fiação é defeituosa (e provavelmente ilegal) ou uso de alternativas de energia inflamável quando a energia é cortada pode causar incêndios devastadores, destruindo casas e deslocando, matando ou ferindo pessoas, dentre outras situações. Em 2019, a concessionária de distribuição de eletricidade de Uganda (Umeme Ltd) descobriu que 90% da eletricidade fornecida para a favela Kasokoso estava sendo perdida devido a furtos, o que sobrecarregava e danificava o sistema, assim foi necessário fazer uma desconexão em massa de mais de 10.000 residências (Yaguma, 2022). A pesquisa realizada pela Rede Global de Energia para o Desenvolvimento Sustentável (GNESD) realizou um diagnóstico sobre os problemas de eletrificação dentro de várias favelas em países como: Senegal, Quênia, África do Sul, Argentina, Brasil, Tailândia e Índia (The Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD, 2013) e destacou os furtos de energia que provocaram perdas no sistema e as dificuldades dos moradores em pagar as faturas de energia. O estudo paralelamente destacou que o acesso as alternativas modernas de energia podem impulsionar não apenas benefícios econômicos e ambientais, mas também benefícios sociais em que a energia pode promover a produtividade e melhorar a qualidade de vida desses usuários e assim resolver os problemas de eletrificação nessas áreas. Wesly *et al.*, 2022 fizeram uma pesquisa intitulada “Contextualization of Distributed Generation and Photovoltaic Solar Energy in Low-income Communities” sobre eletrificação e a inserção de sistema de geração distribuída solar na comunidade urbana de baixa renda “Pilar” em Duque de Caxias no Rio de Janeiro. Os autores indicaram problemas relacionados a ligações clandestinas, conhecidas como “gatos de energia”, necessidade de modernização da rede e a dificuldade de operação em área de conflitos.

Dentre as alternativas do uso de energias renováveis está a energia solar que apresenta promissores resultados em seu uso no território brasileiro devido as altas irradiações solares e vastas áreas para implementação desse tipo de energia (Cornils *et al.*, 2020). Os sistemas fotovoltaicos já são consideradas consolidadas e apresenta soluções viáveis e de baixo custo e quando aplicadas junto a políticas públicas podem contribuir para melhorar a eletrificação dos assentamentos urbanos informais e dessa forma reduzir ou mesmo mitigar os problemas de eletrificação das favelas. Considera-se que os serviços modernos de energia poderiam melhorar as condições de vida e expandir as oportunidades econômicas dessas pessoas. Adicionalmente, a necessidade de definir uma estratégia de divulgação e de formação da comunidade em questão sobre os temas que envolvem os sistemas renováveis é de suma importância.

Assim, esse trabalho analisou uma ação realizada na comunidade de Pilar com o desenvolvimento de um kit solar e de maquetes solares para educar alunos da escola de ensino fundamental chamada de Cidade dos Meninos sobre o uso da energia solar e a respeito de ações realizadas junto à comunidade, o principal motivo ao trabalhar com a conscientização da juventude e das pessoas da comunidade em geral sobre a importância das energias renováveis e baseado na emergente expansão da Micro e a Minigeração Distribuída (MMGD) tendo em vista que a energia solar fotovoltaica representou 88,3% em 2021 na participação da geração de energia nacional (BEN, 2022). O kit solar foi desenvolvido por alunos das engenharias elétrica e automotiva da Universidade de Brasília e em seguida foi apresentado junto maquetes solares na escola por meio de oficinas e palestras. Essas ações estão incorporadas ao projeto denominado “Projeto Solar Pilar” que beneficiará 90 famílias da comunidade de baixa renda Pilar em Duque de Caxias, RJ, sendo 60 famílias serão alimentadas

por uma usina de mais de 160 kWp e 30 residências terão cada um sistema solar com bateria de 3,28 kWp instalado no seu telhado.

2. Kit Solar

Autores como Souza (2019) e Ribeiro (2016), confirmam que o uso de artifícios experimentais didáticos, incitam a criatividade e o entendimento de estudantes. No trabalho de De Araujo (2022), foi desenvolvido um kit solar para bombeamento de água utilizando energia solar para abastecimento de uma comunidade hipotética, e como resultado o autor afirma que foi possível:

“evidenciar a importância das ações educacionais realizadas para mitigar os atrasos educacionais do estado e fornecer uma formação complementar aos alunos para além do ensino regular em sala de aula, contribuindo tanto para a formação escolar geral como para o ensino de conteúdos extracurriculares à BNCC, essenciais ao desenvolvimento da tecnologia no século atual, colaborando dessa forma para diminuição das barreiras educacionais encontradas entre as diferentes instituições de ensino, e incentivando também a produção científica e o ingresso dos estudantes no ensino superior” (DE ARAUJO COSTA, 2022, p.9).

Desta forma, com o intuito de aperfeiçoar o aprendizado de conceitos básicos de eletricidade e instigar o interesse na área de energia limpa, produziu-se um protótipo solar a fim de mostrar na prática, os conceitos de corrente elétrica, tensão elétrica, potência elétrica, condutores/semicondutores e isolantes. Com o kit solar elaborado, a finalidade foi expor como os assuntos de eletricidade e energias renováveis estão relacionados.

O kit solar possui um voltímetro digital com amperímetro. O aparelho integra o microcontrolador 808HDFa que irá ler a tensão, compará-la com uma referência estável e exibir a tensão com uma acurácia de 0,1 V em uma faixa de 0 V a 100 VCC em um display de 7 segmentos e 3 segmentos. Em vermelho a medição de corrente também é contínua, até 10A, e é exibida em um display azul separado de 7 segmentos e 3 dígitos. As Figuras 1 a 3 mostram o kit solar e os seus principais componentes.

Os equipamentos inseridos para leitura no protótipo foram uma lâmpada LED, um miniventilador e uma bomba d'água, a fim de estimular os alunos a associar fenômenos do dia a dia com a funcionalidade da eletricidade.

Os estudantes receberam uma base teórica por meio de palestras, para posteriormente em oficinas realizadas dentro do laboratório de ciências acompanhar uma demonstração expositiva do uso do kit solar. Na parte experimental, foi possível visualizar cada equipamento em medição por meio de baterias e posteriormente pelo painel solar.

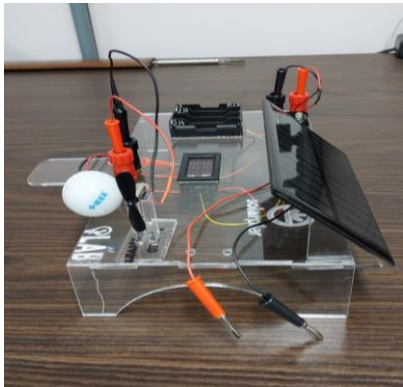


Figura 1: Kit Solar Pilar Fonte: Autores (2022).



Figura 2: Placa Solar utilizada no Kit. Fonte: Site HU infinito

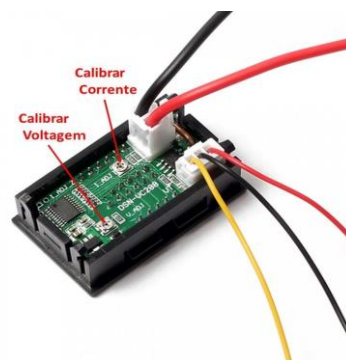
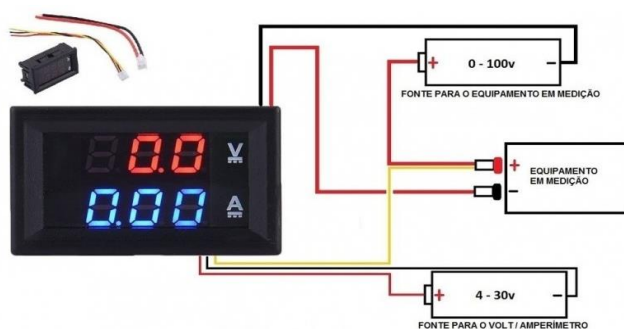


Figura 4: Demonstração do display. HU infinito

Figura 3: Demonstração da instalação do display site: HU infinito

O mini painel solar 5V - 1W (Figura 2) é utilizado para produzir energia sustentável. Por intermédio desse componente eletrônico, a eletricidade é convertida pelas células solares integradas no painel, que conseguem captar a luz do sol.

Conforme o seu datasheet, os painéis podem ser conectados em série ou paralelo com outros painéis para produzir tensões ou correntes mais altas, dependendo de como são montados e conectados eletricamente.

O voltímetro digital e o amperímetro são equipamentos que pode substituir o uso de um multímetro em mensurações de tensão e corrente, por exemplo, no setor automotivo, é ideal para monitorar a bateria ao usar o timbre do carro ou simplesmente para decoração de painel de carro ou motocicleta. Também pode ser utilizado para montagem de fontes de alimentação de bancada, permitindo monitorar e verificar a tensão e corrente do equipamento sob teste. O Mini Voltímetro possui as seguintes características: Tensão de alimentação: 4.5V ~ 28V DC; Faixa de medição Tensão contínua: 0V ~ 100V DC; Faixa de medição Corrente contínua: 0 a 10A; Comprimento dos fios: ~140mm; Tensão máxima de entrada: 120V DC (Não lê este valor, apenas suporta); Número de dígitos em cada display: 3; Cor do display: Vermelho/Azul; Margem de erro: +/- 1%; Tempo de atualização: 500ms; Consumo de corrente: Menos de 20mA, geralmente entre 5mA ~ 15mA; Temperatura de trabalho: - 10°C ~ 65° C; Dimensões: 48x28x22mm; Peso líquido: 18g. A Tabela 1 a seguir indica as especificações técnicas dos materiais usados no desenvolvimento do kit solar.

Tabela 1. Custos no primeiro semestre de 2022 3 e especificações técnicas dos materiais unidades utilizadas para desenvolvimento do Kit Solar (Autor,2022)

Descrição	Quantidade	Especificações Técnicas
CONECTOR BORNE BANANA 4MM(11x33mm) Cor: vermelho	20	Resistência de Isolamento:> 300.000 Mohm a 500 Vcc 25 °C - 70 % U.R. Resistência de Contato Inicial máx.: 1m ohm Rigidez Dielétrica Típica: 2000 VRMS Corrente Nominal: 20 A
PLUG PINO BANANA PB-661 – Vermelho	20	Resistência de Isolamento:> 300.000 M ohm a 500 Vcc 25 °C 70 % U.R.; Resistência de Contato Inicial máx.: 1m ohm; Rigidez Dielétrica Típica: 2000 VRMS; Corrente Nominal: 15 A.
PLUG PINO BANANA PB-661 – Preto	20	Resistência de Isolamento:> 300.000 M ohm a 500 Vcc 25 °C 70 % U.R.; Resistência de Contato Inicial máx.: 1m ohm; Rigidez Dielétrica Típica: 2000 VRMS; Corrente Nominal: 15 A.
TUBO TERMO-RETRATIL 5 MM Cor: PRETO	6	

TUBO TERMO-RETRATIL 5 MM Cor: Vermelho	6	
FIO WW 22WG Vermelho	5	
FIO WW 22WG Preto	5	
Mini Voltímetro Digital com Amperímetro 10A/0 a 100VDC de 3 Dígitos de 0,28" (Vermelho+Azul)	5	
Micro Motor DC-615 com Hélices (3V-43000rpm)	5	Tamanho: 15,0 x 6,0 milímetros; Formato: 180 graus; Diâmetro externo do eixo: 0,76 mm; Comprimento do eixo: 3,8 mm; Tensão de operação: 3V; Velocidade a 3V (sem carga): 43.000rpm; Corrente a 3V (sem carga): 30mA; Peso: 1,8g.
SUPORTE PARA 02 PILHAS AA - CANOA	5	
SUPORTE PARA 04 PILHAS AAA - CANOA	5	
Mini Painel Solar Fotovoltaico 5,0V 1,0W (100x70mm)	5	Tensão de trabalho: 5,0V; Corrente elétrica de trabalho: 200mA; Dimensões (CxLxE): 100x70x3mm; Peso: 8g.
Mini Bomba de Água Submersível 3V-5V	5	
CHAVE MINI ALAVANCA ON- OFF-ON (DP3T-180°)	5	Chave Mini compatível com MTS-203 (180°). Possui 2 pólos e 3 posições: ON-OFF-ON (DP3T), com trava em todas as posições. (6A - 125V ou 3A - 250V).
Pilha AA 1,5V (Recarregável ou não)	10	
Pilha AAA 1,5V (Recarregável ou não)	10	

3. Palestras e oficinas

No dia 01 de agosto de 2022, 8 oficinas no turno matutino e vespertino foram realizadas e desenvolvidas diretamente pelos alunos de graduação da Universidade de Brasília (UnB) que tem atuação no projeto de extensão Solar Pilar. Sendo realizadas na escola Municipal Cidade dos Meninos, na comunidade de Pilar, no município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil. Com a atuação focada na comunidade de baixa renda, alunos de escola pública do ensino fundamental 2. Com o objetivo de demonstração teórica dos conceitos aplicados ao kit solar entrelaçando os conceitos básicos de eletricidade e validação do mesmo, através da demonstração do Kit solar e das maquetes.

3.1 Conceitos Básicos de Eletricidade

Foi apresentada oficinas de conceitos básicos de eletricidade, a fim de instigar os alunos de 6º ao 9º ano compreenderem alguns conceitos de ciências, são esses: O que é o átomo, condutores, semicondutores, diferença de eletricidade e energia, corrente, tensão, potência, os tipos de produção de energia como: hidrelétricas, eólica, solar, nuclear, térmica e biomassa. Anteriormente, foi formulado um vídeo para apresentação aos investidores do projeto, deste surgiu a base teórica para apresentação na escola.

Para facilitar os conceitos fundamentais de Física 3 (Haliday, 2009), foi abordado, conforme o roteiro de apresentação do kit solar de forma lúdica, trazendo conceitos do dia a dia.

- **Energia elétrica:** Energia é um conceito importante para a Física, pois ela está envolvida na maioria dos fenômenos físicos que ocorrem na natureza. Um corpo está dotado de energia sempre que uma força não nula atuando nele for capaz de realizar um determinado trabalho. No protótipo foi abordado de forma a desenvolver as principais características e como podemos ver isso na prática, pois faz parte do nosso dia a dia. Exemplo: Como carregar um celular? Como ligar a luz? Como a geladeira pode funcionar? Todos estes questionamentos, foram respondidos entrelaçando o conceito de energia elétrica e eletricidade.
- **Corrente elétrica:** Corrente elétrica é o movimento ordenado, isto é, com direção e sentido preferenciais, de portadores de cargas elétricas, porém, esse conceito não é fácil de ser assimilado pela maioria dos estudantes, então, com o objetivo de facilitar o entendimento esse conceito foi abordado de forma didática. No caso do kit foi discutido através da observação da lâmpada acendendo ou o ventilador girando e os valores calculados pelo dispositivo chamado multímetro. Dessa forma o assunto é mais bem assimilado por alunos das séries iniciais.
- **Condutores elétricos:** Os condutores elétricos e os principais tipos, são de suma importância para a fabricação de materiais elétricos, com isso, foi citado de forma sucinta, as principais características dos condutores, isolantes e semicondutores. Condutores são aqueles que levam energia de um local para o outro, isolantes são aqueles que bloqueiam a entrada de energia e os semicondutores, são elementos que são o meio termo entre isolantes e condutores.
- **Tensão elétrica:** Pode ser exemplificado fazendo analogia com um reservatório de água. Um reservatório de água tem um ponto muito mais alto do que o ponto onde está uma residência. Quanto mais alto estiver o reservatório, maior será a força com a qual a água irá fluir em direção a residência. O potencial elétrico funciona do mesmo modo. O reservatório seria o ponto onde haveria a maior concentração de elétrons, e o ponto onde a resistência está é onde há menor concentração de elétrons. Quanto maior for essa diferença de elétrons entre os dois pontos, maior será a diferença de potencial (d.d.p.). Foi utilizada a analogia da cachoeira, correlacionando a queda d'água.
- **Potência elétrica:** Usou-se uma lâmpada LED para demonstrar a transformação da energia elétrica em energia luminosa. Em seguida, discutiu-se que a potência elétrica é definida como a taxa de energia que é transformada ou transferida em um determinado tempo. Uma lâmpada, por exemplo, ao ser ligada em um circuito elétrico, haverá um consumo de energia elétrica por unidade tempo. Essa rapidez de transformação é o que se denomina de potência elétrica. A unidade de potência no Sistema Internacional de Medidas é denominada watt (W), valor de 1 Watt é equivalente a 1 joule por segundo.
- **Bateria:** No Kit foi utilizado as pilhas como baterias (acumuladores), no qual possui um conjunto de átomos que irão percorrer o circuito, através da diferença de potencial (ddp) possibilitando de ver na prática a luz acender, a hélice do ventilador girar e a bomba d'água funcionar. Os elementos também são ligados à fonte (placa fotovoltaica), para demonstrar o funcionamento por meio da incidência solar. Neste momento, conduziu-se os alunos para colocarem a mão perto da placa solar, para terem ideia de como funcionam as nuvens, caso não tenha um acumulador.

3.2 Apresentação do Kit Solar

Após a oficina sobre conceitos básicos, os alunos foram divididos em subgrupos para terem acesso ao kit solar pilar, descrito no tópico anterior. Assim compreendendo o funcionamento e desfrutando da prática de um kit de bancada, no laboratório de ciências que a escola foi presenteada.

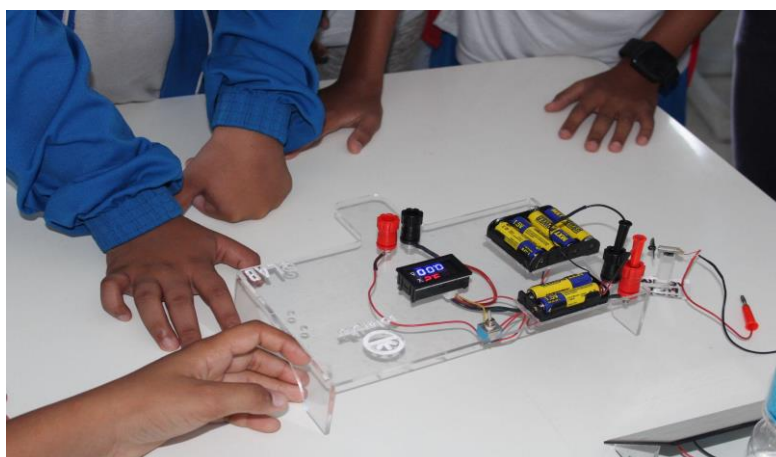


Figura 6. Apresentação do kit solar na bancada do laboratório de ciências na escola Cidade dos Meninos. Fonte: Do Autor (01 de Agosto de 2022).

3.3 Apresentação da Maquete

Foi desenvolvida uma maquete modelo para demonstrar o consumo energético de uma casa, em todos os horários, principalmente o de pico. O quanto cada elemento consome e como o sistema fotovoltaico atua na residência



Figura 7. Maquete modelo.

4. Conclusões

Como observado a relação entre o uso de energia e a pobreza já foi tema de publicações científicas, e uma das possibilidades para esse problema seria educar as novas gerações para o uso de energias renováveis, que além de atender as demandas das populações que tem necessidade, pode evitar os impactos ambientais indesejáveis.

Esse trabalho apresentou o desenvolvimento de um kit solar para formação de alunos de uma comunidade do Rio de Janeiro com equipamentos inseridos para leitura no protótipo foram uma lâmpada LED, um miniventilador e uma bomba d'água, a fim de estimulá-los a associar fenômenos do dia a dia com a funcionalidade da eletricidade proveniente do sol.

Além disso foram desenvolvidas palestras para ensinar para crianças e jovens sobre o uso de energias renováveis, nessas palestras foram esclarecidos os conceitos de energia elétrica, corrente elétrica, condutores elétricos, tensão elétrica, potência elétrica e baterias.

Também foram realizadas oficinas nas quais os alunos puderam compreender o funcionamento do kit solar e da maquete de fornecimento de energia elétrica para residência.

3. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido pelo Projeto de P&D financiado pelo Programa Energia Brasil (BEP) e pelo fundo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ANEEL da Light. Os autores agradecem aos financiadores: BEP, Distribuidora de Energia Elétrica LIGHT S.A, Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI) e Hubz.

4. REFERÊNCIAS

1. Aziz, S. A.; Tajuddin, M. F. N.; Adzman, M. R. Feasibility Analysis of PV/Wind/Battery Hybrid Power Generation: A Case Study. INTER. J. of REN. ENE. RES., Vol.8, No.2, June, 2018.
2. de Araújo Costa, G. C., de Moraes, A. M., Sales, H. B. C., da Silva Junior, P. C., Nunes, M. O. F., & Lira, M. A. T. (2022, August). DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA ENSINO E APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CONTEXTO ESCOLAR: PROJETO ESCOLAS SOLARES NO PIAUÍ. In Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS (pp. 1-10).
3. Cornils, E., A. Brasil, and O. Gaidos. "Experimental approach of photovoltaic system in operation for performance prediction of natural convection." IEEE Latin America Transactions 18.04 (2020): 652-658.
4. Hu Infinito Componentes Eletrônicos Disponível em: <https://www.huinfinito.com.br/ferramentas-instrumentos/1395-mini-voltmetro-digital-com-ampermetro-10a0-a-100vdc-de-3-digito-de-028-vermelhoazul.html> Acesso em :Julho de 2022.
5. International Energy Agency. Energy for all: financing access for the poor. Special Early Excerpt of the World Energy Outlook. Paris, 2011, 48.

6. JEAN, W. et al. A GIS for Rural Electrification Strategies in the Brazilian Amazon. *Papers in Applied Geography*, v., n. 3, p. 239-255, 2021.
7. Jean, W., Brasil Junior, A. C. P., Solar model for Rural Communities: Analysis of Impact of a Grid-Connected Photovoltaic System in the Brazilian semi-arid region, *J.sustain. dev. energy water environ. syst.*, 10(3), 1090405, 2022, DOI: <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d9.0405>
8. Jean, W.; Brasil Junior, A. C. P.; Kawata, L. C.; Pimentel, P. E. O.; Neto, J. L. B.; Viana, J. C. F.; Barbosa, L. T.; Santa Rosa, R. C. O. and dos Santos, S. R. V. Contextualization of Distributed Generation and Photovoltaic Solar Energy in Low-income Communities in the 3rd Latin American Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – LA SDEWES, held online from July 24 – 28, 2022 in São Paulo, Brazil.
9. Niu S, Jia Y, Wang W, He R, Hu L, Liu Y. Electricity consumption and human development level: a comparative analysis based on panel data for 50 countries. *Int J Elec Power* 2013, 53:338–347.
10. Ribeiro, P. N., da Silva, F. R. V., & Souza, P. H. (2016, June). Kit de eletricidade e eletromagnetismo para Auxiliar o Processo de Ensino-Aprendizagem. In *Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão 2008*.
11. Singh, R.; Wang, X.; Mendoza, J. C. and Ackom, E. K. Electricity (in)accessibility to the urban poor in developing countries, *WIREs Energy Environ*, 2014.
12. Souza, E. S., & Demetino, G. (2019, April). Desenvolvimento de um kit didático para experimentos de fundamentos de eletricidade. In *Anais da XIX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe* (pp. 83-88). SBC.
13. Tacoli C. Urbanization, gender and urban poverty: paid work and unpaid carework in the city. *Urbanization and Emerging Population Issues Working Paper 7*. London: IIED-UNFPA; 2012, 48.
14. The Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD) Country report (Thailand). *Energy poverty in developing countries' urban poor communities: assessments and recommendations. Urban and Peri-urban energy access III. The Asian Institute of Technology (AIT)*, 2013.
15. Tracking SDG7: The Energy Progress Report 2022. Disponível em: << https://cdn.who.int/media/docs/default-source/air-pollution-documents/air-quality-and-health/sdg7-report2022-052622-final_web.pdf?sfvrsn=e93a8386_5&download=true>> e Acessado em 02/01/2022
16. Wesly, J.; Brasil, A.C.P.; Frate, C.A.; Badibanga, R.K. Techno-economic analysis of a PV-wind-battery for a remote community in Haiti. *Case Stud. Chem. Environ. Eng.* 2020, 2, 100044.
17. Yaguma, P.; Parikh, P. and Mulugetta, Y. Electricity access in Uganda's slums: multi-stakeholder perspectives from Kampala, *Environ. Res. Commun.* 4, (2022) 125008.
18. Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl. *Fundamentos de Física. Vol. 3: Eletromagnetismo*. Editora LTC, 2009

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.