

## **Hélios: Solar Tracker para Sistemas Fotovoltaicos Off-Grid baseado na plataforma Arduino**

### **Hélios: Solar Tracker for Off-Grid Photovoltaic Systems based on the Arduino platform**

DOI:10.34117/bjdv8n2-258

Recebimento dos originais: 07/01/2022

Aceitação para publicação: 16/02/2022

#### **George Alexandre da Silva Franco**

Mestrado Profissional em Ensino de Física – IFRN  
Instituto Federal da Paraíba – IFPB  
Rua Jader Medeiros, SN. Centro, Santa Luzia – PB  
E-mail: george.franco@ifpb.edu.br

#### **Victor Andrade Lima Ferreira.**

Mestrado em Processamento de Energia – UFPE  
Instituto Federal da Paraíba – IFPB  
Rua Jader Medeiros, SN. Centro, Santa Luzia – PB  
E-mail: victor.andrade@ifpb.edu.br

#### **Alexsandra Cristina Chaves.**

Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais - UFRN  
Instituto Federal da Paraíba – IFPB  
Rua Jader Medeiros, SN. Centro, Santa Luzia – PB  
E-mail: alexsandra.chaves@ifpb.edu.br

#### **Antonio Alexandre Moura Costa**

Doutorado em Ciência da Computação – UFCG  
Instituto Federal da Paraíba – IFPB  
Rua Jader Medeiros, SN. Centro, Santa Luzia – PB  
E-mail: costa.alexandre@ifpb.edu.br

#### **José Torres Coura Neto**

Mestrado em Sistemas Eletrônicos e Controle – UFPB  
Instituto Federal da Paraíba – IFPB  
BR-110, s/n - Alto da Tubiba, Patos - PB  
E-mail: jose.torres@ifpb.edu.br

#### **Igor Gomes de Meneses Cruz**

Mestrado em Ciência da Computação – UFCG  
Instituto Federal de Roraima– IFRR  
Rua Severino Verônica, 145, Conceição, Campina Grande - PB  
E-mail: igorcruz20@gmail.com

#### **Délis da Conceição Nascimento Gonçalves**

Concluinte do Curso Técnico Integrado Em Informática – IFPB  
Instituto Federal da Paraíba – IFPB

Rua Jader Medeiros, SN. Centro, Santa Luzia – PB  
E-mail: delisnasc@gmail.com

**Kaylane Kelly Santos de Araújo**

Concluinte do Curso Técnico Integrado Em Informática – IFPB  
Instituto Federal da Paraíba – IFPB  
Rua Jader Medeiros, SN. Centro, Santa Luzia – PB  
E-mail: kaylanekellysa@gmail.com

**RESUMO**

Dentre as formas de energias renováveis disponíveis, a solar se apresenta para o Brasil como uma das escolhas mais adequadas. Fato este que se dá principalmente pela alta incidência de radiação solar e pelas poucas variações climáticas sazonais, o que resulta em importantes vantagens técnicas e econômicas dos sistemas solares instalados nesta região, principalmente: os sistemas não geram poluição sonora nem resíduos; possibilidade de uso de sistemas off-grid em locais remotos e de difícil acesso, gerando economia em linhas de transmissão; longa vida útil dos sistemas; possibilidade de uso durante todo o ano sem grandes variações no rendimento dos sistemas e a manutenção necessária deste tipo de sistema é muito menor que em outros sistemas de conversão de energia em energia elétrica. A região Nordeste destaca-se, entre as regiões do Brasil, em número médio de horas de insolação. O índice de insolação diária, na média anual, da região alcança o valor de 8 horas diárias. Esses fatores, tornam o aproveitamento da energia solar viável em praticamente qualquer época do ano e abrem uma oportunidade para que o estudo de Física se aproxime da realidade dos alunos, ao se apropriar de situações cotidianas. A presente pesquisa pretende projetar e construir um seguidor solar (solar tracker), ou seja, um dispositivo utilizado para manter os painéis fotovoltaicos posicionados de modo a obterem a máxima conversão de energia solar em energia elétrica. A prototipagem é baseada na plataforma Arduino. A utilização deste recurso resulta em um aumento de até 40% no rendimento dos painéis solares. O projeto está sendo desenvolvido com alunos do curso Técnico em Informática, vislumbrando a promoção do desenvolvimento da Ciência e Tecnologia.

**Palavras-chave:** Energia Solar, Seguidor Solar, Fontes Renováveis, Sustentabilidade, Projeto de Ensino.

**ABSTRACT**

Among the forms of renewable energy available, solar energy presents itself as one of the most appropriate choices for Brazil. This is mainly due to the high incidence of solar radiation and the few seasonal climate variations, which results in important technical and economic advantages of solar systems installed in this region, mainly: the systems do not generate sound pollution or residues; possibility of using off-grid systems in remote locations with difficult access, generating savings in transmission lines; long useful life of the systems; possibility of use throughout the year without major variations in the performance of the systems and the maintenance required for this type of system is much lower than in other systems for converting energy into electricity. The Northeast region stands out among the regions of Brazil in terms of the average number of hours of insolation. The daily insolation index, in the annual average, of the region reaches the value of 8 hours a day. These factors make the use of solar energy feasible at almost any time of the year and open an opportunity for the study of Physics to get closer to the students' reality, by appropriating daily situations. The present research aims to design and build a solar tracker, that is, a device used to keep photovoltaic panels positioned in

order to obtain the maximum conversion of solar energy into electrical energy. The prototyping is based on the Arduino platform. The use of this feature results in an increase of up to 40% in the yield of the solar panels. The project is being developed with students from the Technical Computer Science course, aiming to promote the development of Science and Technology.

**Keywords:** Solar Energy, Solar Tracker, Renewable Sources, Sustainability, Teaching Project.

## 1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é uma das formas de energia que a humanidade mais utiliza na atualidade, apresentando facilidade de transporte e baixo índice de perda energética durante as conversões em outras formas úteis. Representa, assim, uma das principais manifestações da energia utilizada no cotidiano das pessoas. Tal fato se prova real visto que, mesmo em comunidades distantes de centros urbanos, onde se julgava haver maior dificuldade ao acesso desta, a energia elétrica se torna elemento chave na subsistência.

Este é um recurso com demanda crescente na sociedade contemporânea, seja para fins residenciais, comerciais ou industriais. Este crescimento gera a necessidade de fontes que possam suprir o mercado consumidor.

As energias renováveis são aquelas originadas em ciclos naturais de conversão da radiação solar e, por isso, são praticamente inesgotáveis, de outro modo, são formas de energia que se transformam ciclicamente, em uma escala de tempo reduzida (PACHECO, 2006).

Para um desenvolvimento duradouro de uma sociedade, é necessário que os recursos renováveis sejam utilizados de forma sustentável, ou seja, que possa atender às necessidades atuais sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades e que os recursos não renováveis sejam utilizados de forma racional, evitando desperdícios. Desse modo, conjugamos crescimento econômico com atitudes capazes de garantir que os recursos não sejam exauridos (DELUIZ, NOVICKI, 2018). Faz-se evidente então a necessidade social de mudar certos hábitos e costumes, tanto para consumo quanto para geração de energia no Brasil, a começar por situações pontuais, que possam pouco a pouco mudar o âmbito da sociedade brasileira, adaptando-a para o modelo de desenvolvimento sustentável.

A matriz energética brasileira, por exemplo, é composta majoritariamente por hidrelétricas, forma de geração de energia considerada renovável, desde que existam

grandes fontes de água, o que diverge da situação que constatamos atualmente, em que as agências reguladoras especularam a possibilidade de racionamento de energia devido a diminuição dos níveis dos reservatórios das hidrelétricas (CNN, 2021).

Por outro lado, devido a sua localização próxima ao equador, o Brasil conta com altos níveis de insolação, além de altas reservas naturais de quartzo, sendo um país considerado ideal para a implementação de outras fontes energéticas, como a energia solar e a eólica (BRASIL, 2017).

Especificamente ao potencial energético solar merece um destaque especial o Nordeste brasileiro, onde se localiza a cidade de Santa Luzia - PB, sede do *Campus* do IFPB onde está sendo realizado o presente trabalho na região do Seridó Ocidental paraibano em uma vasta planície. Essas características formam um cenário ideal para o aproveitamento da energia proveniente do Sol.

A cidade conta com iniciativas privadas que investem no aproveitamento do alto potencial energético. É comum a utilização de áreas destinadas para abrigarem usinas solares, ou mesmo estruturas de prédios e casas que contam com placas fotovoltaicas na matriz energética, provenientes das supracitadas iniciativas privadas (DUQUE, 2018).

O presente trabalho trata sucintamente das experiências do projeto de pesquisa **HÉLIOS: Solar Tracker Para Sistemas Fotovoltaicos Off- Grid Baseado Na Plataforma Arduino** desenvolvido durante o ano de 2021, o projeto tem como objetivo uma reflexão sobre o uso da energia solar e da viabilidade da utilização em situações do nosso cotidiano, mais especificamente com a construção de um seguidor solar *off-grid* baseado na tecnologia de prototipagem Arduino para maximizar a geração de energia elétrica

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As atividades do projeto Hélios foram executadas seguindo a metodologia de projetos de ensino que, basicamente consiste na identificação de uma situação real que precisa da intervenção de um grupo em busca de uma solução, caso seja possível, ou no mínimo uma melhoria desta realidade. Para isso, os envolvidos se identificaram com o problema em estudo e tiveram interesse genuíno em resolvê-lo. (FRANCO, 2018).

As discussões iniciais do grupo foram importantes para a delimitar as especificações do projeto que apontaram para a necessidade do uso da plataforma de Arduino para o controle do seguidor solar.

É fundamental que esses dois aspectos, Projetos de Ensino e Arduino, sejam introduzidos com um pouco mais de detalhes para deixar claro a importância que tiveram no desenrolar das atividades da pesquisa.

### 3 PROJETO DE ENSINO

As atividades desta pesquisa estão sendo executadas seguindo a metodologia de projetos de ensino que, basicamente, consiste na identificação de uma situação real que precisa da intervenção.

O caminho metodológico de um projeto de ensino não é fechado, mas tem diretrizes que são indicadas como ponto de partida, são elas: Problematização, Desenvolvimento e Avaliação (BIN, 2012) (FRANCO, 2018).

A problematização representa a etapa em que as questões de um problema são elencadas e as possíveis soluções são discutidas com base no conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. Neste momento, é fundamental que os alunos se identifiquem com a questão central e, desse modo, se interessem pela resolução dela. Diante da questão central, a motivação para a pesquisa nasce da necessidade de resolver um desafio e não mais um exercício de fixação de um conteúdo da disciplina regular. Este aspecto não pode ser ignorado ou ter sua importância diminuída.

No desenvolvimento as ações são planejadas e executadas em busca de caminhos para as soluções possíveis para o problema enfrentado, sempre sob a supervisão do coordenador do projeto. Entre inúmeras possibilidades de caminhos e atividades, merecem destaque: montagens de maquetes, pesquisas bibliográficas e de campo, visitas, entrevistas e debates. Nesse processo cria-se um espaço propício para o aprimoramento de conhecimentos prévios dos alunos e principalmente para o aprendizado de novos conhecimentos, contribuindo no desenvolvimento de outras habilidades e competências.

Também podemos utilizar esta etapa para aproximar os alunos da comunidade local, visto que muitas atividades do projeto podem ser executadas fora do ambiente escolar. A extensão das fronteiras da escola é uma ferramenta poderosa para que os alunos reconheçam a importância do projeto que desenvolvem e as correlações da Física com o mundo cotidiano.

A conclusão representa a síntese e respectiva análise do que foi desenvolvido durante todo o projeto, sendo uma ocasião para a avaliação de todo o processo que foi construído. Nesta etapa, temos a oportunidade de verificar se o problema original

(situação problema) foi resolvido ou se é necessário que os procedimentos sugeridos no desenvolvimento sejam revistos para melhorar o resultado alcançado.

Para uma conclusão coerente, a avaliação dos participantes deve abranger os conhecimentos adquiridos, os procedimentos realizados e a postura durante todo o projeto. Portanto, a conclusão do projeto se estende desde o início até o fim de todas as atividades, não apenas aos momentos finais, uma vez que cada ação executada deve ser analisada e se possível avaliada.

#### 4 ARDUINO

Segundo Banzi e Shiloh (2015), “O Arduino é uma plataforma de computação física de fonte aberta para a criação de objetos interativos independentes ou em colaboração com software de computadores”.

A plataforma permite a execução de uma grande quantidade de projetos de baixo custo (*low-cost*) para as mais variadas áreas de ensino, tecnologias, ciência, saúde e engenharia, o que destaca a popularidade da mesma devido ao seu custo-benefício. Segundo Mourão (2018), a razão da popularidade do Arduino em várias partes do mundo se deve ao seu baixo custo para implementação e execução, dispensando equipamentos demasiadamente sofisticados, próprios dos centros de pesquisas de muitas empresas e Universidades. Com o Arduino, além de tipificar o projeto como *low-cost*, a qualidade dos dados obtidos são aceitáveis para fins didáticos.

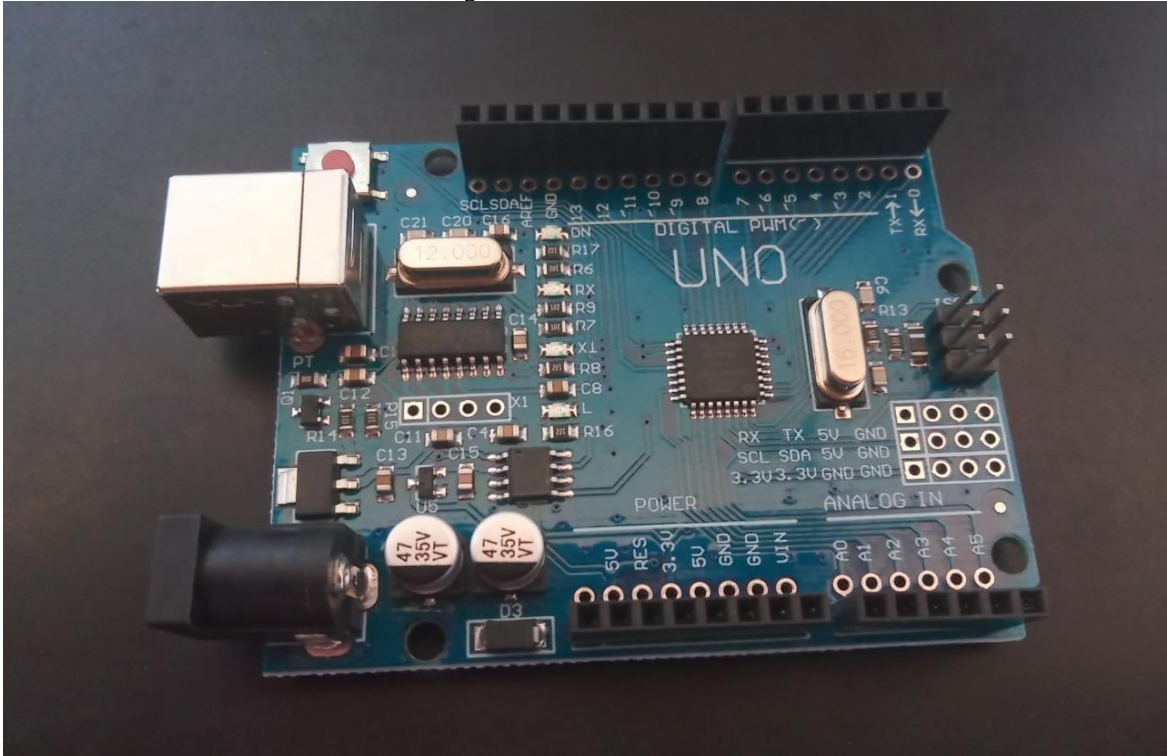
A plataforma Arduino oferece aos usuários uma grande possibilidade de execução de projetos de forma simples e intuitiva, proporcionando aos alunos conhecimento em programação na linguagem C/C++ e possibilitando o surgimento de novas ideias com o uso dela. É possível encontrar na Internet diversas informações e dados sobre projetos ou empresas que executam trabalhos semelhantes, contudo muitos itens não estão disponíveis para serem usados para divulgação ou até mesmo não podem ser utilizadas em sala de aula de forma acessível ou sem a necessidade de atribuir os direitos autorais.

O Arduino é caracterizado como uma plataforma *open-source*, ou seja, podemos programar, reprogramar, divulgar, compartilhar, editar e aplicar para fins didáticos e comerciais livremente, sem a preocupação de atribuir os direitos ao autor ou a alguma empresa, como afirmam Banzi e Shiloh (2015).

Entre as versões disponíveis do Arduino foi selecionada a placa UNO, Figura 1, pela excelente relação entre custo/benefício



Figura 1 – Arduino Uno



Fonte: Autoria própria

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GERAL

- Otimizar o aproveitamento da energia solar por meio da construção de um seguidor solar baseado na plataforma Arduino.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

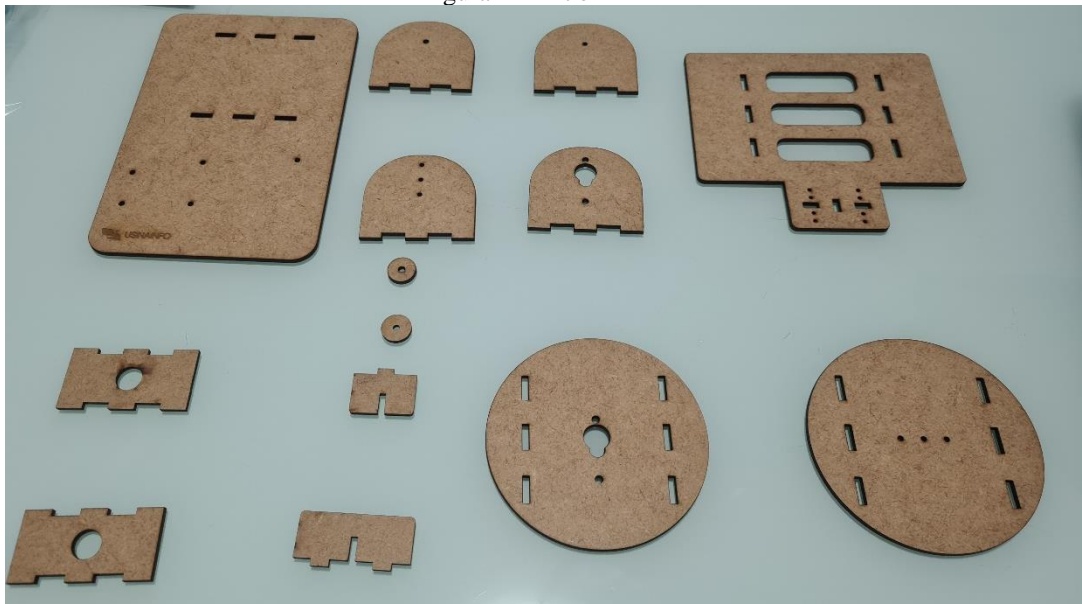
- Estudar qualitativo do efeito fotovoltaico a partir da visão da Física e da Química.
- Estudar do movimento aparente do Sol no céu.
- Analisar a demanda de energia elétrica de uma residência típica da comunidade local.
- Determinar do custo do uso da energia elétrica pelos aparelhos eletroeletrônicos nas atividades típicas da comunidade.
- Dimensionar da energia necessária elétrica que o Hélios deve fornecer.
- Definir os parâmetros dos elementos que constituirão o Hélios: Placas fotovoltaicas, baterias, controlador de carga e inversor.
- Desenvolver um sistema de monitoração de carga e descarga das baterias via Arduino e sensores adequados.
- Construir ferramentas para acompanhamento remoto do Hélios.

- Comparar o rendimento energético de um sistema fotovoltaico com seguidor e um sistema fixo.

## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas reuniões virtuais para o estudo da energia solar e para analisarmos circuitos em série e em paralelo utilizando painéis fotovoltaicos que permitiram aos membros grupo, principalmente as discentes, relacionar o comportamento da tensão elétrica, da corrente elétrica e da potência elétrica com a influência do ângulo relativo entre a placa fotovoltaica e os raios solares. A partir da consolidação destes conhecimentos, decidimos enfrentar um problema real: desenvolver o protótipo seguidor solar para o aproveitamento da energia solar.

Figura 2 – Kit em MDF



Fonte: Autoria própria

Para tanto desenvolvemos um circuito simples com base em um kit em MDF, Figura 2, (*Medium Density Fiberboard* ou Fibras de Média Densidade) com os seguintes itens:

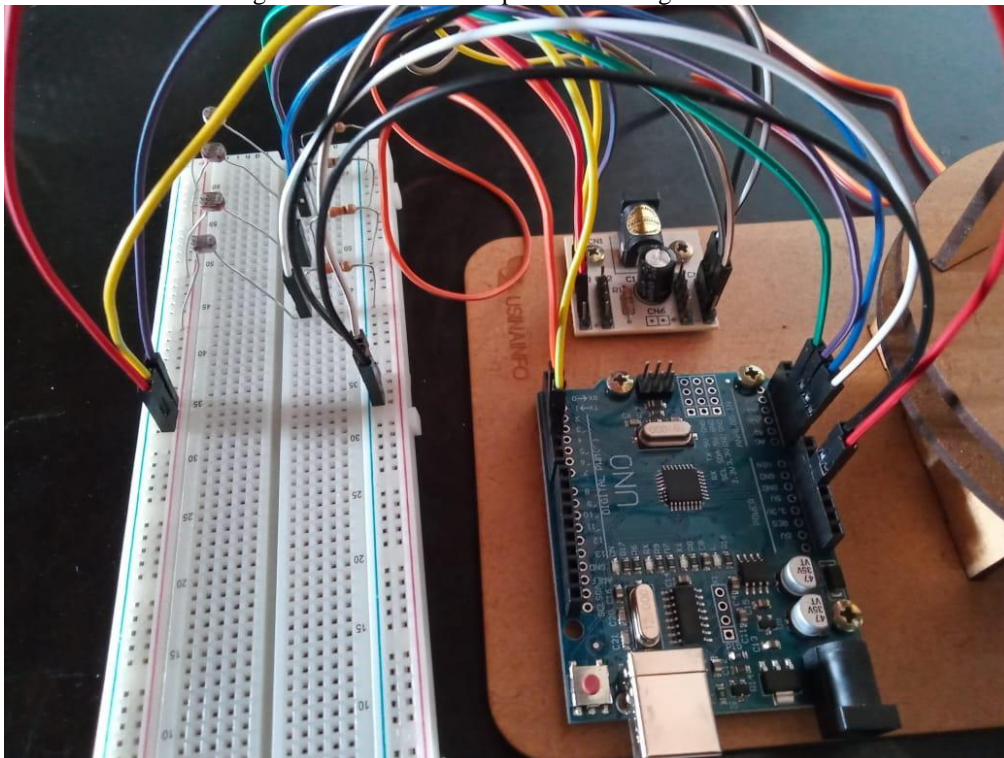
- Placa Fotovoltaica;
- Arduino Uno;
- Servos-motores;
- LDRs;
- Resistores;
- MDF para fixação;



- Fontes de 9V;
- Protoboard;
- Fios para conexões.

A estrutura do seguidor solar e os dispositivos utilizados para que para que o seguidor solar funcione foram testados em uma placa do tipo *Protoboard*, específica para prototipagem na qual verificamos os ajustes necessários ao projeto inicial, Figura 3.

Figura 3 – Teste dos componentes do seguidor solar

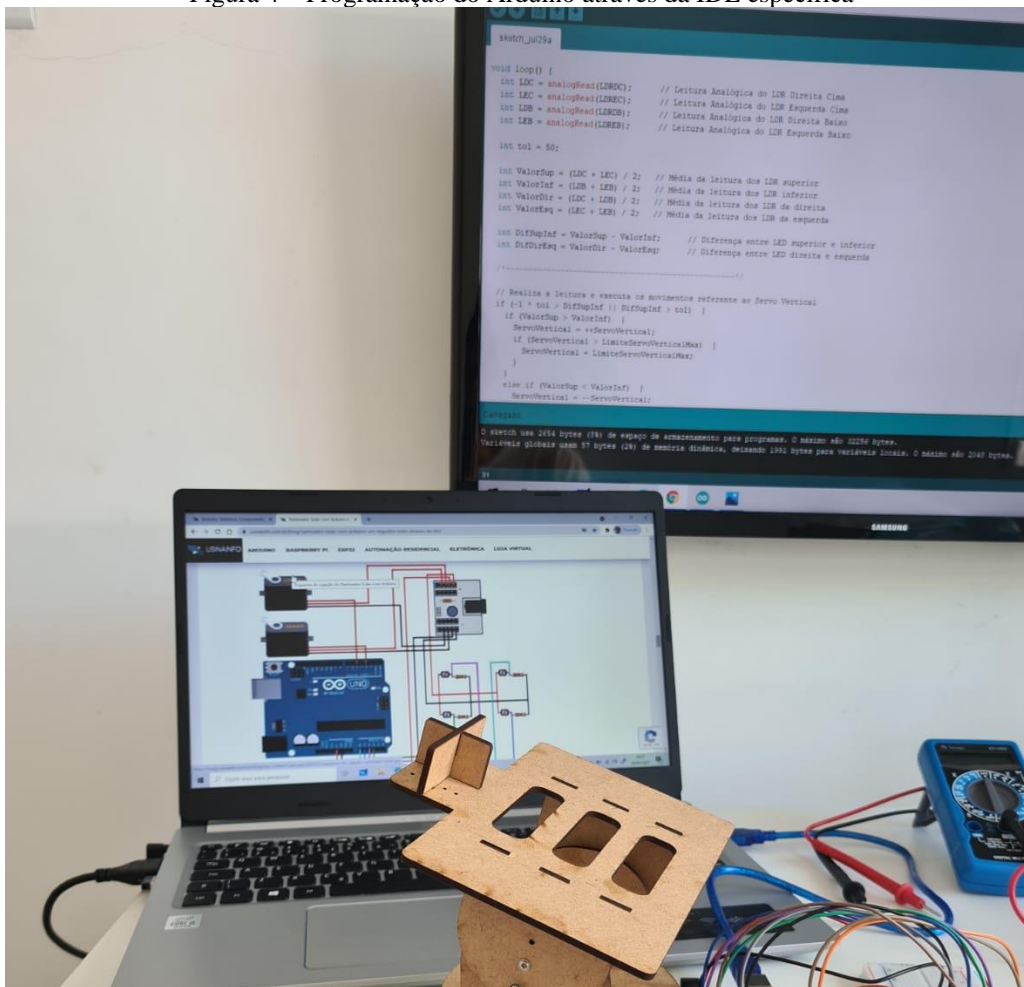


Fonte: Autoria própria

Também foi necessário a programação do Arduino via o ambiente específico disponibilizado pelos desenvolvedores em que se utiliza a linguagem de programação C/C++.

O código/lógica inicial passou por algumas etapas de depuração, Figura 4, até se alcançar o que foi considerado pelos pesquisadores como um código viável para implementação em situações reais.

Figura 4 – Programação do Arduino através da IDE específica



Fonte: Autoria própria

## 7 RESULTADOS

Este trabalho está em fase de desenvolvimento, portanto, ainda não foram obtidos todos os resultados desejados, mas podemos ressaltar que um primeiro protótipo de seguidor solar funcional foi elaborado e o código para o Arduino foi desenvolvido e depurado chegando a uma lógica que atende as especificações do projeto. Além disso, os alunos puderam ter um contato com os avanços tecnológicos possibilitados pela ciência e os relacionando com os conteúdos abordados em sala de aula.

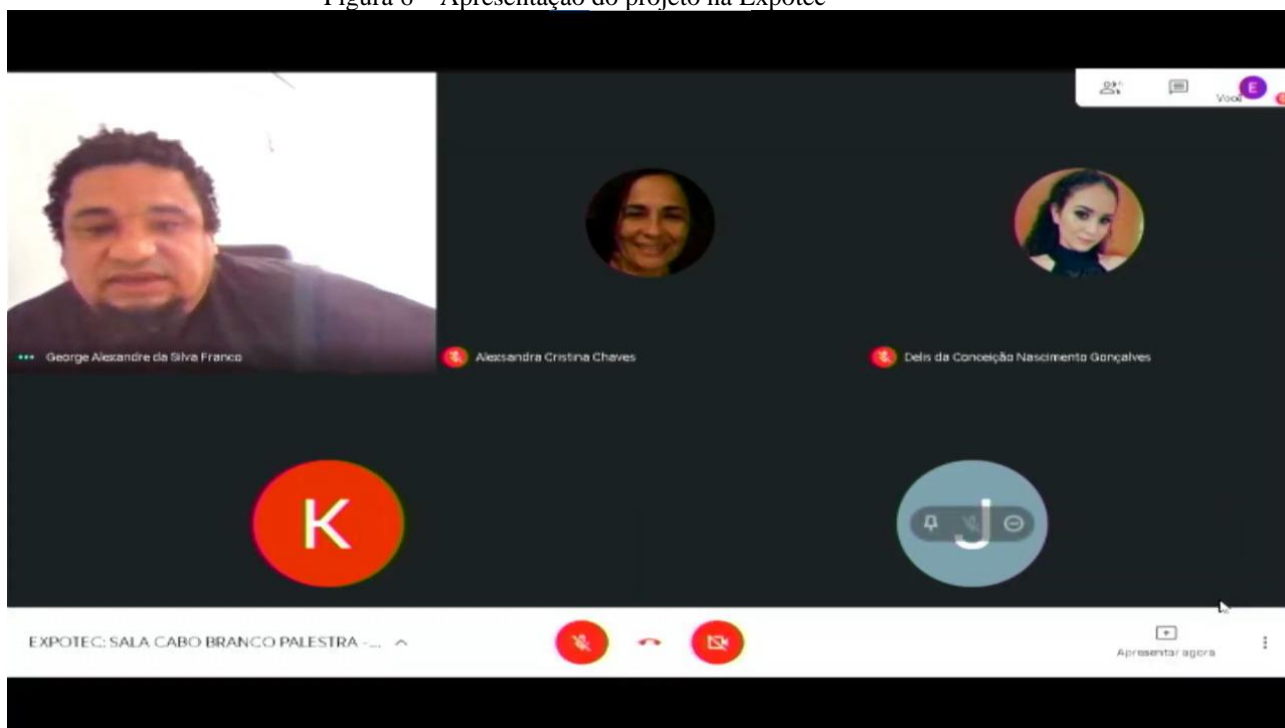
Mesmo com as limitações, foi possível fazer a divulgação das ações do projeto para a comunidade acadêmica do *Campus* e em um evento estadual a EXPOTEC de forma virtual, Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Apresentação do projeto na Expotec



Fonte: Autoria própria

Figura 6 – Apresentação do projeto na Expotec



Fonte: Autoria própria

Para além dos aspectos quantitativos e qualitativos da pesquisa, vale ressaltar algo mais que foi propiciado pelas atividades desenvolvidas que foi a melhora da saúde mental com a diminuição da ansiedade e do estresse causados pelo afastamento social devido a pandemia que enfrentamos. Estas condições negativas de saúde mental acometem de forma preocupante os jovens em idade escolar e para remediar tal situação novas estratégias de ação docente serão fundamentais (NETO, *et. al.*, 2021)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a todas as limitações impostas pela pandemia do Coronavírus (Covid-19) o Grupo de Pesquisa Tecnologia e Meio Ambiente do *Campus Santa Luzia* desenvolveu uma rotina de ações que se mostrou adequada para que fosse respeitado o isolamento social adaptando a metodologia aos novos meios de comunicação para que o projeto fosse realizado da melhor maneira possível.

Espera-se que este projeto possa contribuir para a formação dos discentes bolsistas que se tornarão futuros pesquisadores, ao aproximá-los dos avanços tecnológicos atuais possibilitados pela ciência, em especial a Física, e ainda para o desenvolvimento de práticas sustentáveis relacionadas ao consumo da energia elétrica.

Por fim, esta pesquisa abre espaço para que outras mais específicas possam sucedê-la no intuito de aprimorar o seguidor solar e possivelmente o desenvolvimento de um dispositivo com viabilidade comercial.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal da Paraíba – IFPB, em especial a todos que fazem o *Campus Santa Luzia*, por nos disponibilizar laboratórios e materiais para pesquisa e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação do IFPB pelas bolsas de estudos aos alunos de iniciação científica.

## REFERÊNCIAS

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. Primeiros Passos com o Arduino–2ª Edição: A plataforma de prototipagem eletrônica open source. Novatec Editora, 2015.

BIN, Ana Clara. Concepções de conhecimento e currículo em W. Kilpatrick e implicações do método de projetos. 120 f. 2012. - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2012.

BRASIL, Portal. Matriz energética. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em: 28 jun. 2017.

CNN. Racionamento de energia é necessário, diz perito em planejamento energético | CNN Brasil. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/racionamento-de-energia-e-necessario-diz-perito-em-planejamento-energetico/>. Acesso em: 20 dez. 2021.

DELUIZ, Neise; NOVICKI, Victor. Trabalho, meio ambiente e desenvolvimento sustentável: implicações para uma proposta de formação crítica. Boletim Técnico do SENAC, v. 30, n. 2, p. 18-29, 2018.

DUQUE, Abdias. Sousa: a capital da energia solar da Paraíba - Diário do Sertão. Disponível em: <<https://www.diariodosertao.com.br/noticias/cidades/269259/sousa-a-capital-da-energia-solar-da-paraiba.html>>. Acesso em: 8 jun 2019.

FRANCO, George Alexandre da Silva. Carregador solar para smartphones/celulares: aprendizagem mediada por projetos. 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado de ensino de Física, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MOURÃO, O. de S. Uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Vale do Acaraú.

NETTO, Thomaz Soubhia *et al.* Covid-19 – Alterando a Vida Das Pessoas Em Diversos Âmbitos. Brazilian Journals of Development, [s. l.], v. 7, n. 10, p. 96207–96224, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-100>

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. Conjuntura e Planejamento, v. 149, p. 4-11, 2006.