

ESTUDO, DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UM RASTREADOR SOLAR AUTÔNOMO COM O OBJETIVO DE MAIOR CAPTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM PAINÉIS FOTOVOLTAICOS.

LEONARDO FAJARDO GRUPIONI; PROF. DR. MARCO ANTONIO ASSIS DE MELO

Ciência da Computação/FCET/PUC-SP, São Paulo, Brasil – Aluno de IC (PIBIC-CEPE)
leofgrupioni@gmail.com, marcoamelo@pucsp.br

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a busca por fontes de energia renovável, como a energia solar, tem se intensificado devido à necessidade de mitigar os impactos ambientais e reduzir a dependência de combustíveis fósseis [1]. Embora os sistemas fotovoltaicos convencionais sejam limitados pela variação da posição do sol, os rastreadores solares surgem como uma solução eficaz para maximizar a captação de radiação solar [2]. Esses dispositivos permitem que os painéis ajustem seu ângulo de inclinação em tempo real, aumentando significativamente a eficiência na geração de energia, especialmente em regiões com alta incidência solar. Diferentes abordagens tecnológicas, desde sistemas de um eixo até mecanismos mais complexos de dois eixos, têm sido exploradas para garantir a rastreabilidade completa do sol.

Com isso, este projeto de pesquisa busca contribuir para o avanço do conhecimento tecnológico na área de energia solar. Nele, são abordadas as etapas de concepção, desenvolvimento e construção de um sistema de rastreamento solar autônomo, projetado para maximizar a eficiência na captação de energia elétrica proveniente da luz solar. Além de apresentar as técnicas e estratégias de rastreamento e controle, a pesquisa então discute os desafios enfrentados durante o processo de desenvolvimento, tal como as soluções implementadas para otimizar o desempenho do sistema. Deste modo, o trabalho em questão oferece ideias práticas e teóricas que podem orientar e auxiliar em futuras iniciativas que busquem desenvolver rastreadores solares mais eficientes, destacando a importância da inovação tecnológica na promoção de fontes de energia renovável.

METODOLOGIA E MATERIAIS

Neste estudo, foi adotada metodologias que combinaram o planejamento lógico e o desenvolvimento de modelos 3D para a criação e avaliação de um protótipo de rastreador solar autônomo. Inicialmente, propõe-se uma revisão bibliográfica para identificar as melhores práticas e os componentes mais adequados para o rastreador. Em seguida, o modelo lógico do circuito elétrico foi planejado utilizando softwares como Tinkercad e Wokwi, que permitiram simular e verificar o funcionamento dos componentes eletrônicos com maiores detalhes. Paralelamente, a estrutura física do protótipo foi desenvolvida e criada utilizando ferramentas de modelagem 3D, como o SketchUp e o Tinkercad 3D, para garantir a precisão no design e na montagem do dispositivo. Na etapa final, foram realizados testes da placa em escala maior para avaliar sua eficiência e o funcionamento do sistema solar off-grid, enquanto a rastreabilidade foi testada com a utilização de protótipos menores. Essa metodologia possibilitou o desenvolvimento de uma pesquisa aprofundada sobre rastreadores solares, buscando melhor entender o funcionamento dos mesmos, fundamentada em bases teóricas e práticas.

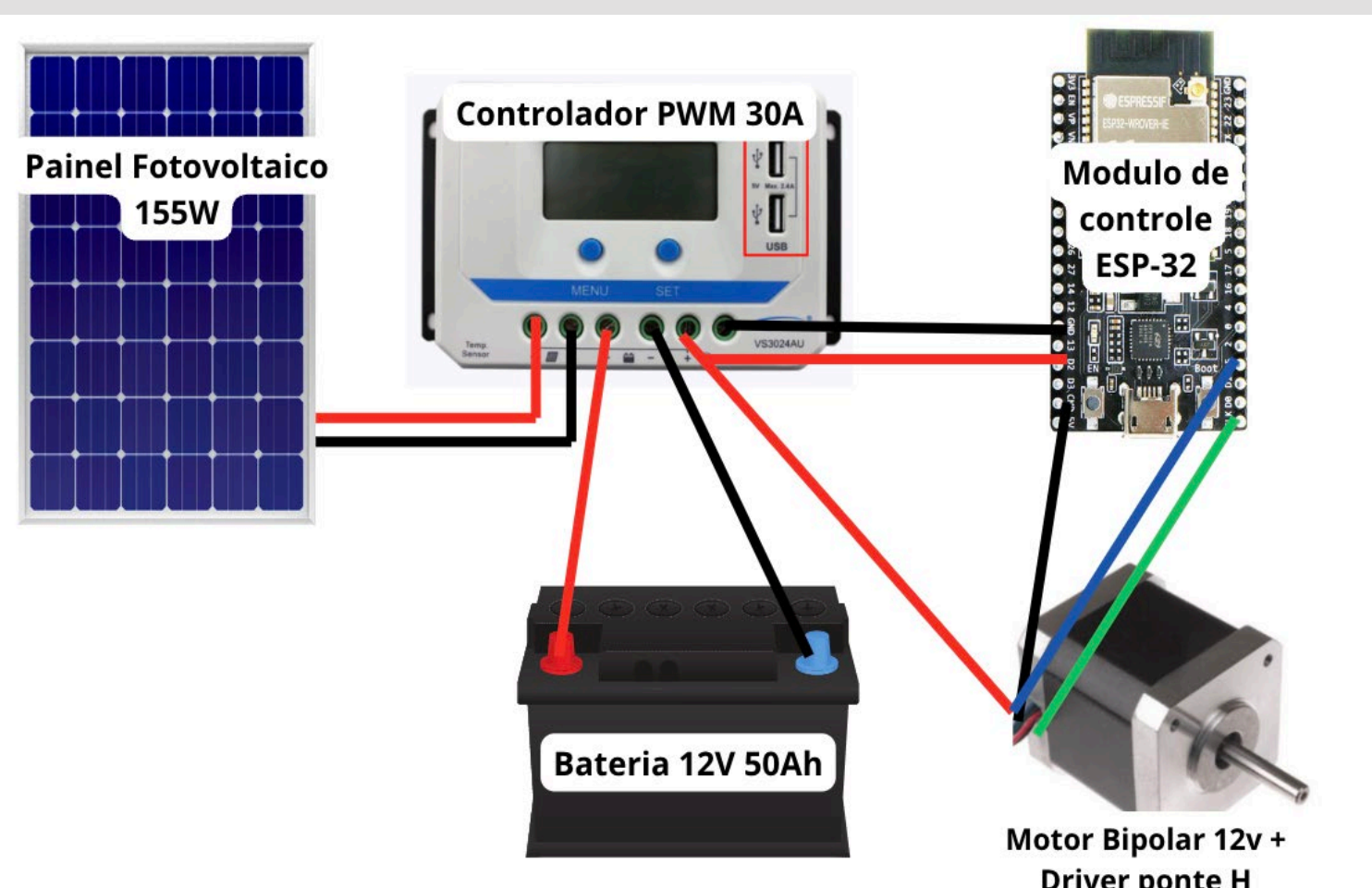


Figura 1 – Diagrama de Conexão dos Componentes.



Figura 2 – Materiais Utilizados.

MATERIAIS UTILIZADOS:

1. Painel Fotovoltaico de 155W da NeoSolar
2. Controlador PWM de 30 A da Epever
3. Bateria de 12 V 50 Ah da Freedom
4. Microcontrolador ESP-32
5. Motor Bipolar 12 V com Driver Ponte H
6. Canos de PVC e placas de Acrílico para a Estrutura

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto iniciou-se com a construção de um protótipo de rastreador solar utilizando peças de Lego (Figura 3). Este modelo permitiu testar diferentes estratégias de rastreamento de forma prática e acessível. Para avaliar o desempenho do rastreador, foi desenvolvido um simulador do sol (Figura 4), possibilitando criar condições controladas de iluminação. Nesta fase, compararam-se duas técnicas principais: o uso de sensores LDR e o rastreamento baseado em posições predefinidas. Os sensores LDR oferecem uma abordagem adaptativa, ajustando continuamente a posição do painel conforme a intensidade luminosa. Já o método de posições predefinidas segue um padrão programado, reduzindo o consumo energético dos motores ao minimizar a movimentação. Os testes mostraram que, embora os sensores LDR aumentem a precisão no rastreamento, eles também elevam o consumo energético devido à constante atividade do motor.

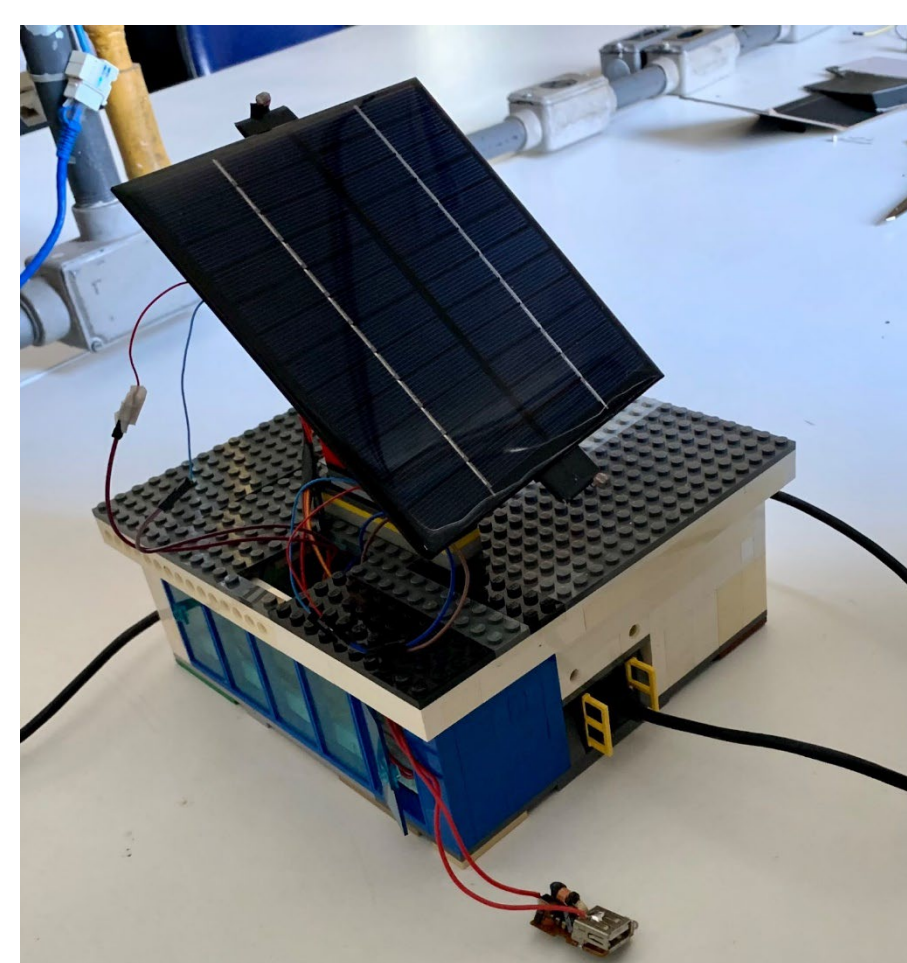


Figura 3: Protótipo do rastreador solar feito com Lego



Figura 4: Simulador do movimento do sol para pequenos protótipos

Avançando para aplicações em escala real, foi desenvolvido um modelo 3D de um rastreador solar equipado com um motor atuador linear e um painel fotovoltaico de 155W (Figura 5). Este modelo considerou a necessidade de uma estrutura robusta capaz de suportar o peso e as dimensões de um painel de grande porte, visando a implementação em sistemas solares reais e escaláveis. O atuador linear foi escolhido pela sua precisão e capacidade de movimentar cargas mais pesadas, essenciais para maximizar a eficiência energética em aplicações de maior escala.

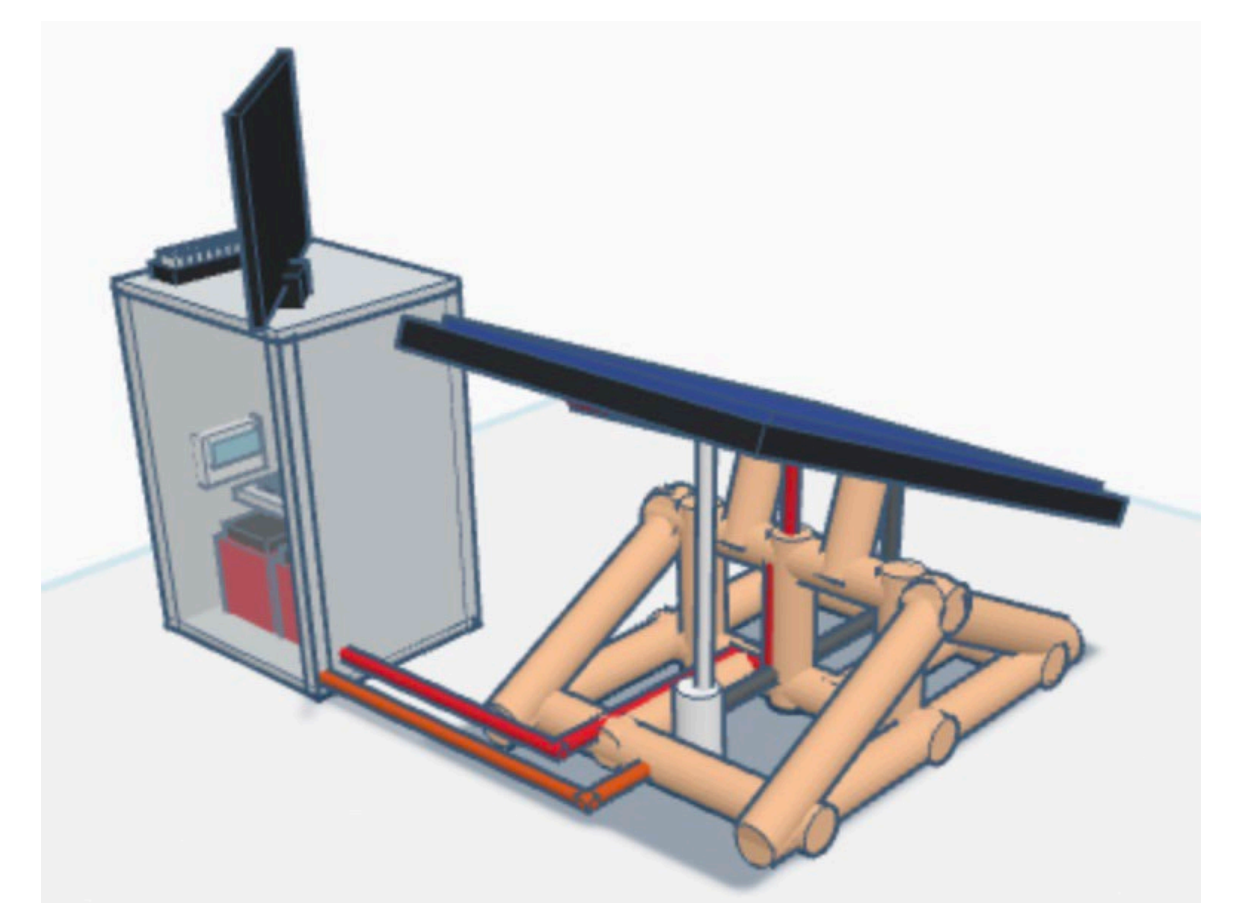


Figura 5: Modelo 3D do rastreador utilizando um atuador linear

Em seguida, desenvolveu-se um modelo 3D de um rastreador solar com dois eixos de movimentação (Figura 6). A inclusão do segundo eixo permite que o painel siga o sol tanto horizontal quanto verticalmente, aumentando significativamente a captação de energia ao longo do dia e em diferentes épocas do ano. Contudo, essa complexidade adicional implica em desafios de engenharia, como maior consumo energético dos motores e a necessidade de sistemas de controle mais sofisticados. Assim, os resultados demonstram que a escolha da técnica de rastreamento deve equilibrar eficiência energética e consumo dos motores. O uso de sensores LDR maximiza a captação em tempo real, mas pode não ser ideal quando o consumo energético é uma preocupação. O rastreamento por posições predefinidas, embora menos responsivo a variações instantâneas de luminosidade, oferece uma solução energeticamente mais econômica.

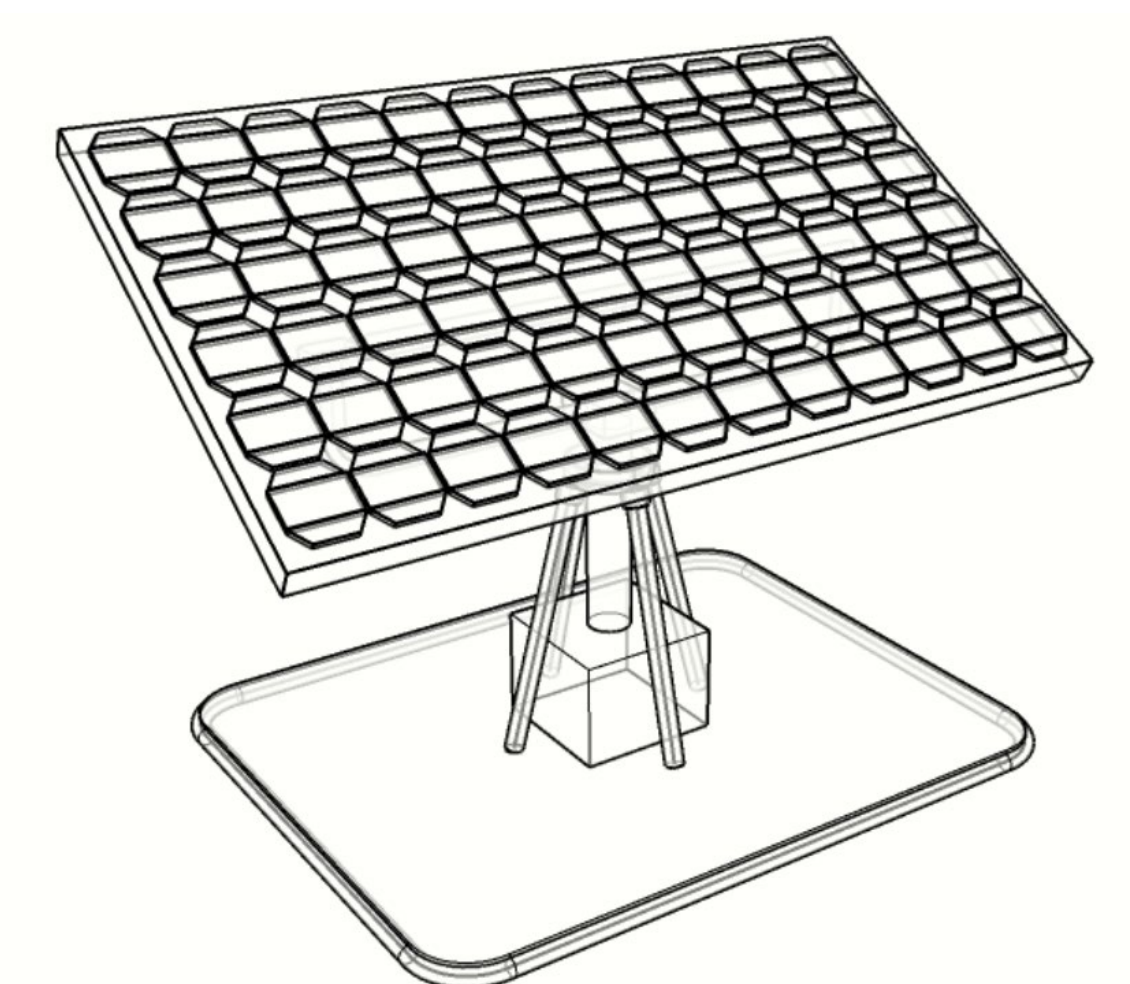


Figura 6: Modelo 3D da estrutura de rastreamento com 2 eixos

CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste trabalho permitiu uma compreensão aprofundada sobre a importância e a eficácia dos rastreadores solares na otimização da captação de energia solar. Desde a fase inicial de planejamento e modelagem até a construção e testes do protótipo, foi possível identificar os principais desafios e vantagens associados ao uso de rastreadores solares, especialmente em sistemas de eixo único. A modelagem 3D e os testes realizados demonstraram que o rastreamento solar preciso pode aumentar significativamente a eficiência energética, justificando os esforços e investimentos na pesquisa e desenvolvimento desses sistemas. Além disso, o estudo proporcionou a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos em um contexto prático, resultando na formulação de uma hipótese sobre a otimização do uso de painéis fotovoltaicos em combinação com rastreadores solares. A análise dos resultados obtidos, aliada à revisão da literatura, reforça a viabilidade e a relevância de sistemas de rastreamento solar para maximizar a produção de energia em diversas aplicações.

REFERÊNCIAS

- [1] GAYEN, D.; CHATTERJEE, R.; ROY, S. A review on environmental impacts of renewable energy for sustainable development. International Journal of Environment Science and Technology, 2023.
- [2] ALVES, Gabriel de Oliveira. Estudo sobre Rastreador Solar Controlado por Arduino. 2020. Monografia Doutorado em Engenharia de Energias – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2020.