

# Simulação do uso de bases automatizadas para placas solares em Scratch

Daiane A. Pereira

daianeaspe26@gmail.com

Joquepede F. Custódio

bedyfernandes18@gmail.com

Lucas G.S. Sousa

lucas.goncalves.dev@gmail.com

## Resumo

*A geração elétrica fotovoltaica tem crescido significativamente nos últimos anos, porém, há alguns obstáculos para que essa fonte se torne uma matriz energética com produção em larga escala, o principal obstáculo é a eficiência dos painéis e a área necessária para geração em larga escala. Aumentar a eficiência dos painéis é um dos principais objetivos de programas de pesquisa, um dos principais ligado ao U.S department of energy, conseguiu chegar a uma eficiência teórica de 40%, porém outras abordagens também podem ser utilizadas, uma delas, demonstrada no presente artigo, se propõe a criar bases capazes de rastrear a posição do sol no céu com a finalidade de extrair a máxima capacidade de geração elétrica possível.*

## Abstract

*Photovoltaic electrical generation has grown significantly in recent years, however, there are some obstacles for this source to become an energy matrix with large-scale production, the main obstacle is the efficiency of the panels and the area needed for large-scale generation. Increasing the efficiency of panels is one of the main objectives of research programs, one of the main ones linked to the US department of energy, managed to reach a theoretical efficiency of 40%, but other approaches can also be used, one of them, demonstrated in the present This article proposes to create bases capable of tracking the position of the sun in the sky in order to extract the maximum possible electrical generation capacity.*

## 1. Introdução

Um dos principais motivos para o não uso extensivo de painéis fotovoltaicos, como uma matriz energética industrial, é a baixa eficiência energética dos mesmos. “Apenas no território brasileiro a radiação solar é responsável por um potencial teórico de 115 milhões de terawatt/hora de capacidade de geração de eletricidade por ano.” Ereno, D., OLIVEIRA, M. D. (2011). eletricidade

do Sol. Pesquisa Fapesp, (184). Convertendo toda luz que chega na terra em eletricidade, chegam na terra a cada segundo aproximadamente  $1400\text{w/m}^2$ , porém, a maior eficiência teórica alcançada é de 40%, o que é um grande passo para transformar a tecnologia fotovoltaica em uma matriz energética real a nível industrial. Atualmente os painéis solares disponíveis no mercado tem uma eficiência de aproximadamente 20 a 23% comumente painéis de 340w. Como os painéis são instalados em bases fixas o potencial de geração cai com o decorrer do dia tendo um pico nos momentos em que o sol se encontra em ângulos perpendiculares próximos a  $90^\circ$ , decaindo conforme esse ângulo se distancia do ponto ótimo, uma forma de resolver esse problema é utilizar bases, controladas eletricamente. Este trabalho tem como objetivo revisar um protótipo de bases automatizadas com a finalidade de manter os painéis solares em um ângulo ótimo para geração, obtendo um estado de ótima geração na maior parte do dia, tal prática aumenta a eficiência e reciprocamente otimiza o espaço utilizado para instalação dos painéis. o presente artigo se propõe a revisar um protótipo de bases capazes de rastrear o sol no céu.

### 1.1. Efeito Fotovoltaico

O efeito fotoelétrico consiste na geração de pares elétron - buraco no interior de um material pela absorção de fótons incidentes. Uma das consequências desse efeito é o efeito de fotocondução, cargas elétricas livres são geradas pelos fótons da luz incidente, isso ocorre pela fotoionização interna dos átomos ou íons, os quais constituem o material semicondutor. O efeito fotovoltaico, por outro lado, pode ocorrer somente quando existir uma barreira potencial em um semi condutor iluminado, esta barreira é encontrada, por exemplo, na interface de duas áreas com diferentes tipo de condutividade.

OLIVATI, Clarissa de Almeida. Efeito fotovoltaico e fotocondutividade em dispositivos poliméricos, 2001.

### 1.2. Evolução

A possibilidade de conversão da radiação luminosa em eletricidade foi demonstrada em 1839 pelo físico francês Alexandre - Edmond Becquerel através dos seus

experimentos com radiação luminosa. Em 1883 a primeira célula fotovoltaica foi produzida através de uma placa de selênio revestida de ouro, pelo inventor Charles Fritts, essa primeira célula tinha uma eficiência de aproximadamente 1%. Já a primeira célula de mono-silício foi produzida apenas em 1948. O processo de dopagem do silício, que consiste em adicionar impurezas ao silício com a finalidade de torná-lo um semicondutor, foi desenvolvido em 1958 pelo químico Calvin Fuller. O uso efetivo de painéis fotovoltaicos se consolidou em 17 de março de 1958, com o lançamento do satélite Vanguard I, primeiro satélite usando eletricidade gerada a partir de painéis fotovoltaicos.

## 2. Metodologia

Tratando-se de um trabalho de revisão acadêmica, as etapas de desenvolvimento se deram por, compreender os pontos essenciais para o desenvolvimento do protótipo como:

### 2.1. Estudo a respeito do funcionamento dos painéis e do protótipo

Foi feita uma pesquisa com a finalidade de conhecer o funcionamento dos painéis, tal como o processo de produção, impactos da produção e uso, desenvolvimento histórico tecnológico e eficiência energética. Para o protótipo foi pesquisado o funcionamento do Arduino, plataforma utilizada para o desenvolvimento do protótipo, tal como modelos de hardware, linguagem de programação, componentes eletrônicos utilizados e o modelo de base utilizado para a confecção.

### 2.2. Simulação

A simulação foi realizada em scratch, ambiente voltado ao aprendizado de programação, com a finalidade de demonstrar o funcionamento do protótipo, o projeto mecânico desenvolvido e a variação de geração elétrica relacionada a variação da intensidade luminosa sobre os painéis.

## 3. Desenvolvimento

Pode-se dividir o desenvolvimento em: necessidade de compreender o funcionamento dos painéis, o funcionamento do ambiente de programação, a interação mecânica entre os componentes e a interação ambiental.

### 3.1. Ângulo solar

Para calcular o ângulo do sol e a intensidade luminosa sobre os painéis pode-se assumir o painel, ou a cadeia de painéis, como o centro do referencial, daí é definido uma reta perpendicular ao centro do painel e uma segunda reta tangente ao sol e o ângulo entre as retas é o ângulo solar.

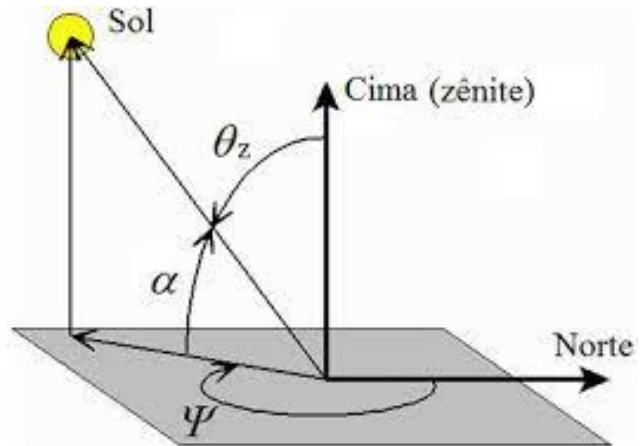


Figure 1. CAMPOS, Mayara Soares; ALCANTARA, LDS. 2013

O ângulo  $\alpha$  influencia o caminho da radiação solar na atmosfera. Se  $\alpha$  decresce, o percurso dos raios solares através da atmosfera aumenta e a radiação solar sofre maior absorção, reflexão ou espalhamento, o que reduz sua intensidade na superfície. Por fim determinamos o ângulo do azimute  $\psi$  que é ângulo, medido no plano da superfície da terra, entre a direção do pólo norte e a projeção da trajetória de incidência direta da irradiação solar na superfície terrestre. Este ângulo é positivo se medido no sentido horário a partir do pólo norte (veja a Figura 2). O ângulo de azimute solar é calculado por,

$$\cos\psi = \frac{-\sin\alpha.\sin\phi + \sin\varphi}{\cos\alpha.\cos\phi} \quad (1)$$

onde  $\psi$  é o ângulo do azimute. Um diagrama indicando os ângulos  $\psi$ ,  $\alpha$  e  $\theta_z$  é mostrado na FIGURA 1 (CAMPOS, Mayara Soares; ALCANTARA, LDS.2013).

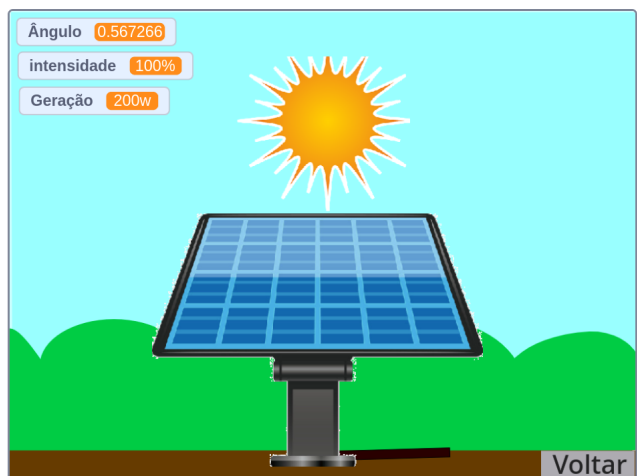


Figure 2. Dos autores, 2022

Como há variação luminosa em diferentes ângulos, existe também variação na geração. Pode-se calcular a

variação em diferentes ângulos, para simular essa variação no scratch definimos o angulo como o arco tangente da posição x/y,

$$[h]angulo = arctg \frac{x}{y} \quad (2)$$

e calculamos a intensidade luminosa usando o cosseno do angulo theta,

$$intensidade = \cos \theta \quad (3)$$

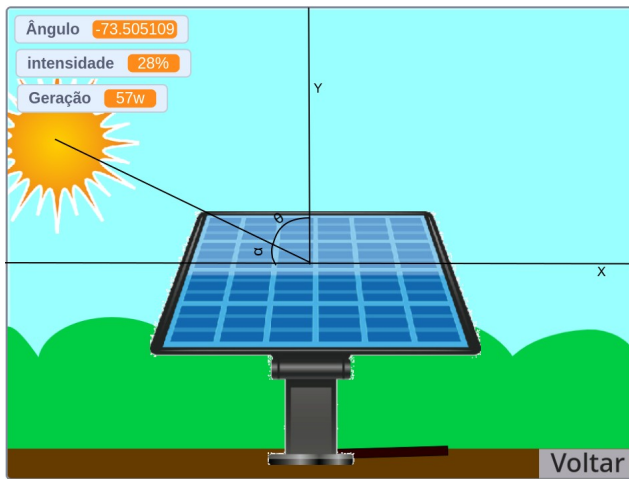


Figure 3. Dos autores, 2022

A estimativa de geração elétrica por sua vez é obtida através da razão entre a intensidade luminosa e a eficiência do painel, para a simulação foi pensado um painel genérico com uma eficiência total de 20%,

$$[h]g = \frac{c.20}{intensidade} \quad (4)$$

onde c e a quantidade de luz em watts que chega na terra, aproximadamente 1400w e g a geração elétrica.

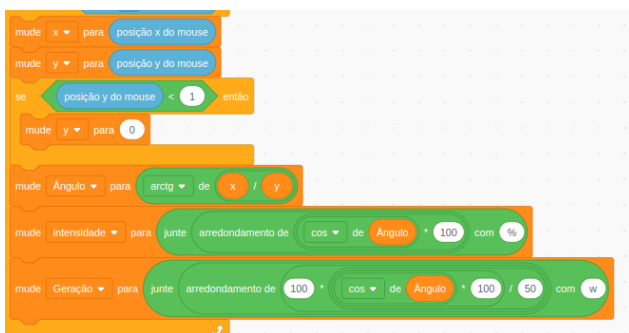


Figure 4. Trecho do código que demonstra o angulo solar, Osmar Ordiales Angulo Panel solar, 2018

### 3.2. Projeto mecânico

#### Sensores LDR

Para demonstrar o funcionamento mecânico do projeto e preciso entender o funcionamento dos resistores LDR (light dependent resistor) ou resistor de dependência luminosa, tais resistores são feitos a partir de semicondutores capazes de variar a resistência a partir da variação da intensidade luminosa, tal fato também é explicado pelo efeito fotoelétrico. Os materiais que compõe os resistores LDR, quando há incidência de luz, reduzem a resistência, de modo que a resistência é proporcional a intensidade luminosa do meio onde está instalado.

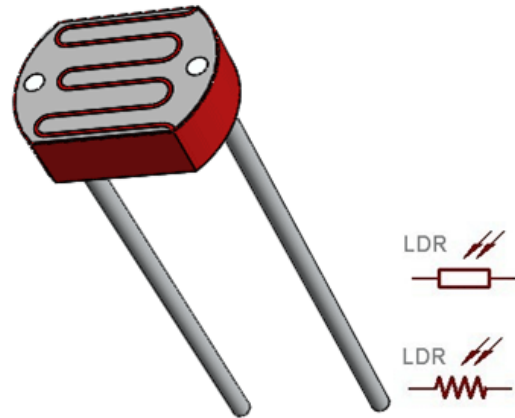


Figure 5. <https://medium.com/franzininho/sensor-de-luz-com-ldr-d974326aa65d>

Para obter a direção da fonte luminosa podem ser utilizados dois pares de resistores, sendo que um par determina o momento de parada do movimento e o segundo par determina a direção da fonte luminosa.

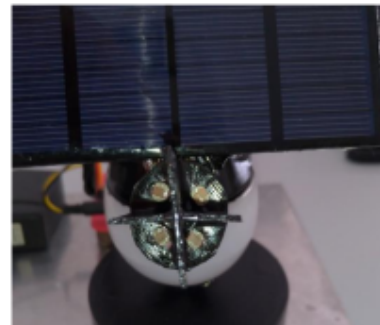


Figure 6. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PLACAS SOLARES COM O USO DE BASES AUTOMATIZADAS 2021

#### Motores

Existem diversos tipos de motores utilizados na eletrônica, para o protótipo em questão foram utilizados servo motores. Os servo motores são uma família de motores capazes de executar pequenos movimentos, seu uso é indispensável na robótica devido a a precisão do movimento. No projeto original, os motores executam



Figure 7. RoboCore, 2021

o movimento vertical e de rotação da base quando a resistência dos resistores aumenta, para exemplificar o movimento:

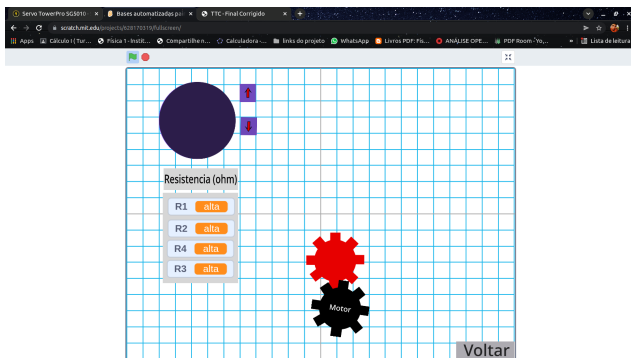


Figure 8. Momento em que todos os resistores estão em um ângulo não iluminado

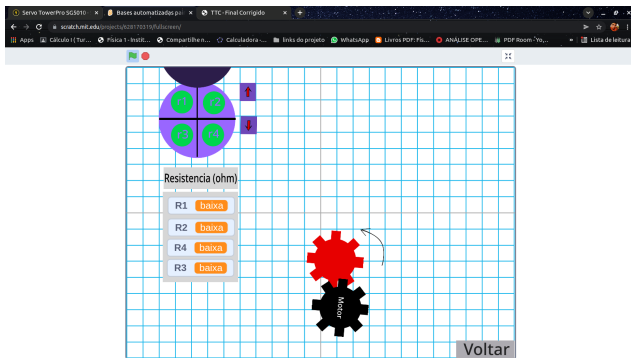


Figure 9. Momento em que todos os resistores estão em um ângulo iluminado

### 3.3. Revisão dos dados obtidos

Para a demonstração de comparação entre dois posicionamentos foi feito o uso de duas placas solares de modelos iguais. A primeira é uma base solar automatizada e a outra é fixa em um suporte no qual irá simular o posicionamento convencional das mesmas. No entanto para isso acontecer, é necessário saber o grau de inclinação no qual a placa é fixada e esse valor será obtida através do site da Cresesb (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito), no qual você indicará as coordenadas de longitude e latitudes do local que a placa está sendo colocada. Com os dados pedidos já colocados foi encontrado um valor de 15,669 graus de inclinação para instalar a placa solar convencional. Logo após as duas placas foram postas lado a lado para receberem incidência solar, para medição de diferença de potência que as duas conseguem fornecer. É utilizado um circuito eletrônico com base em um divisor de tensão e os valores de tensão são gerados pelos painéis fotovoltaicos são processados pelo controlador Arduino UNO sem danificar o microcontrolador caso aconteça alguma sobrecarga no circuito. Para o controle de informações foi utilizado o software PLX-DAQ, ele irá transmitir em tempo real as informações para um computador conectado ao sistema através de USB o software recebe os dados e adiciona na tabela do Excel, no qual é gerado um gráfico das grandezas elétrica e com isso poderá calcular a diferença de rendimento entre as placas. De acordo com os dados coletados através do gráfico conforme a potência gerada pelas placas, a convencional gerou uma potência de 3W durante um período de 08:33:00 horas totalizando aproximadamente 22,30W por dia. Já a automatizada gerou 3W durante um período de 10:14:00 horas totalizando aproximadamente 26,08W por dia.

### 4. Conclusão

Ao desenvolver este projeto, considerou-se apresentar uma visão geral acerca da energia solar e incentivar a busca por soluções alternativas que sejam acessíveis e que aumentem a produtividade das fontes renováveis, favorecendo assim, o mercado de energia limpa. O projeto teve como objetivo estudar, analisar e simular um projeto já existente, utilizando para simulação a plataforma scratch. Observando que a eficiência máxima que um painel solar tem atualmente é de 33%, significa que a maior parte das irradiações solares estão sendo desperdiçadas. Com os avanços tecnológicos na área visando diminuir esse desperdício, a proposta de automatização das bases apresenta um ganho médio de aproximadamente 17% em relação ao sistema convencional. Com a forte irradiação solar no Brasil e os custos reduzidos da tecnologia, fazem com que grandes indústrias e consumidores tenham interesse em investir nos sistemas fotovoltaicos. Há uma estimativa de que até o ano de 2030, a minigeração e a

microgeração distribuída tenham 3 milhões de adotantes no país, totalizando 25 GW de potência instalada, compondo assim, cerca de 4,6% da matriz elétrica brasileira. Neste momento crítico da economia brasileira e mundial, a tecnologia fotovoltaica torna-se uma importante aliada, proporcionando economia aos cidadãos, aliviando os orçamentos de governos e empresas, além de protegê-los contra o aumento das tarifas anuais.

[5] [4] [3] [1] [2]

## References

- [1] Eletricidade do sol.
- [2] A energia do sol.
- [3] M. S. Campos and L. ALCANTARA. Programa para o cálculo da variação da direção de incidência dos raios solares ao longo do ano. 2013.
- [4] C. d. A. Olivati. *Efeito fotovoltaico e fotocondutividade em dispositivos poliméricos*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2001.
- [5] T. B. Steuernagel and O. d. C. Calixto. Eficiência energética em placas solares com o uso de bases automatizadas. 2021.