

MARCOS SILVA ARAUJO  
GERMANO PINTO GUEDES

# SEGUIDOR SOLAR

GUIA DE ATIVIDADES PRÁTICAS COM SEGUIDORES SOLARES  
PARA O ENSINO PROFISSIONAL E SUPERIOR POR MEIO DA  
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NO MESTRADO PROFISSIONAL EM  
ASTRONOMIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA (MPASTRO-UEFS)

**GUIA DE ATIVIDADES PRÁTICAS COM  
SEGUIDORES SOLARES PARA O ENSINO  
PROFISSIONAL E SUPERIOR POR MEIO DA  
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

**Autor**

Marcos Silva Araujo

Curriculo Lattes:

<http://lattes.cnpq.br/5842036499427120>

E-mail: [prof.marcos2033@gmail.com](mailto:prof.marcos2033@gmail.com)

**Co-autoria e orientação**

Prof. Dr. Germano Pinto Guedes

Curriculo Lattes:

<http://lattes.cnpq.br/8080697890419252>

E-mail: [germano@uefs.com.br](mailto:germano@uefs.com.br)

**Diagramador**

Marcos Silva Araujo

**Ilustrador**

Marcos Silva Araujo

**Imagens**

<https://poweredtemplate.com>

<https://br.freepik.com/>

APOIO:



Pós-Graduação em **Astronomia**  
MESTRADO PROFISSIONAL  
UEFS



MARCOS SILVA ARAUJO  
GERMANO PINTO GUEDES

# SEGUIDOR SOLAR

GUIA DE ATIVIDADES PRÁTICAS COM SEGUIDORES SOLARES  
PARA O ENSINO PROFISSIONAL E SUPERIOR POR MEIO DA  
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS



SITE DO PROJETO





# AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que ajudaram direta ou indiretamente na aplicação do Seguidor Solar como ferramenta didática por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos, contribuindo para a construção e desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos professores e aos colegas da turma 9 (Sunset) do Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), cuja colaboração e parceria foram fundamentais. Agradeço também aos alunos do Centro Estadual de Educação Profissional Àureo de Oliveira Filho e da Universidade Salvador (UNIFACS-Campus Feira de Santana), que participaram ativamente da pesquisa e contribuíram de maneira significativa para o sucesso deste trabalho.

# SUMÁRIO

<b>Apresentação</b> -----	<b>06</b>
<b>1. Desvendando os Seguidores Solares</b> -----	<b>07</b>
<b>2. Explorando os Mistérios do Sol: Rastreamento seu Caminho no Céu.</b> -----	<b>20</b>
<b>3. Criatividade em Movimento: Aprendizagem Baseada em Projetos</b> -----	<b>26</b>
<b>4. Desbravando Energia e Astronomia com Seguidores Solares e ABP</b> -----	<b>32</b>
<b>5. Considerações Finais</b> -----	<b>49</b>
<b>Referências</b> -----	<b>50</b>

# APRESENTAÇÃO


O Guia de Atividades Práticas apresentado é o resultado de uma pesquisa intitulada "Ensino de Astronomia na Educação Profissional e Superior por meio de Kit didático baseado em Seguidor Solar". Concebido como um produto educacional dentro do curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, este guia visa preencher uma lacuna essencial na disseminação do conhecimento, promovendo a inserção de uma proposta de educação tecnológica centrada nos Seguidores Solares por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos.

Com uma abordagem teórica e prática, este documento oferece conteúdo sobre os conceitos fundamentais dos Seguidores Solares e suas aplicações práticas. Seu objetivo principal é equipar os professores com as ferramentas necessárias para implementar esses conceitos de forma eficaz em suas atividades e projetos, tanto no ensino profissional quanto no ensino superior.

Nos últimos anos, o autor tem empregado a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como estratégia pedagógica, integrando-a no desenvolvimento de projetos envolvendo Seguidores Solares. Essa abordagem não apenas visa superar os desafios tradicionais enfrentados pelos docentes, como o número limitado de aulas e as turmas numerosas, mas também busca instigar a curiosidade e o interesse dos alunos, promovendo uma aprendizagem duradoura e significativa.

Em suma, o Guia de Atividades Práticas contribui para a formação de profissionais qualificados e engajados no campo da Astronomia e da Engenharia e tecnologia, e será uma ferramenta preciosa para educadores e alunos. Dessa forma, as atividades e etapas propostas neste produto sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) contribuirá e auxiliará os professores para desenvolver o planejamento de suas atividades, levando os alunos a trabalharem de forma mais ativa e criativa.

# Desvendando os Seguidores Solares



Já imaginou como seria acompanhar o Sol automaticamente, aproveitando ao máximo sua radiação? Os seguidores solares fazem exatamente isso! Eles são usados em várias áreas, não apenas na captação de energia solar.

Em **painéis fotovoltaicos**, maximizam a captação de radiação solar para aumentar a geração de eletricidade. Em **sistemas heliotérmicos**, otimizam a posição dos coletores térmicos para melhor captação de energia. Na **Astronomia, telescópios e radiotelescópios** utilizam seguidores para rastrear o Sol e fontes de rádio.

Além disso, sensores como **piranômetros, pireliômetros e imageadores All Sky** desempenham funções interessantes, ajudando a estudar a radiação solar e as condições atmosféricas. Neste capítulo, vamos explorar como os seguidores solares funcionam e por que são importantes. Com atividades práticas, você poderá construir e testar seu próprio seguidor solar, aplicando conceitos de Astronomia, Engenharia, Física e tecnologia.

Prepare-se para descobrir como essa tecnologia está transformando diversas áreas e como você pode fazer parte dessa revolução. Vamos lá!





## **✚ O Sistema de Seguidores Solares: Uma Equipe de Super-Heróis Tecnológicos**

Imagine um time de super-heróis, cada um com uma missão específica. Os seguidores solares são exatamente assim! Eles são compostos por várias partes que trabalham juntas para garantir que algum equipamento esteja sempre voltado para o Sol. Vamos conhecer essa equipe:

- 1) Dispositivo de Rastreamento:** Dependendo do tipo de seguidor, pode atuar como os olhos do sistema, monitorando constantemente a posição do Sol (no caso dos eletro-ópticos), ou calcular a posição solar com base em algoritmos específicos da Astronomia.
- 2) Algoritmo de Rastreamento:** O cérebro que calcula os ângulos precisos para localizar e seguir o Sol.
- 3) Unidade de Controle:** O coordenador que assegura que todos os componentes trabalhem em harmonia.
- 4) Sistema de Posicionamento:** Os “braços” do sistema eletromecânico que ajustam os sensores e os painéis solares para a direção correta..
- 5) Mecanismo de Acionamento:** Os motores que realizam os movimentos físicos do conjunto de sensores e painéis solares.

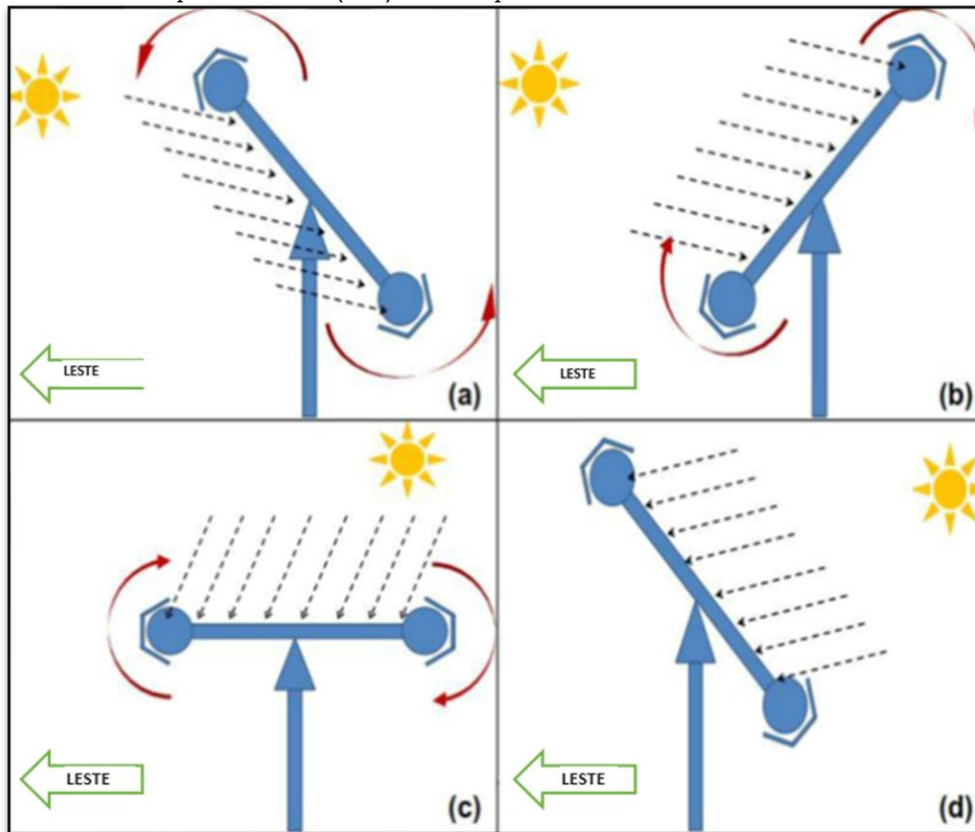
## **✚ Tipos de Seguidores Solares**

Existem dois tipos principais de seguidores solares: os passivos e os ativos.

- **Seguidores Solares Passivos:** Funcionam sem eletricidade, usando a propriedade da expansão térmica de materiais. Composto de dois recipientes com um fluido volátil (de baixo ponto de ebulição), como o gás Freon, que reage às diferenças de pressão causadas pela radiação solar. O desequilíbrio térmico entre os recipientes gera forças que ajustam a posição do dispositivo, mantendo-o orientado para a fonte de radiação. (Figura 1).

### Como funciona?

Figura 1- Diagrama esquemático de um Seguidor Solar Passivo. O conjunto gira em torno do ponto central (fixo) . Os recipientes são localizados nos extremos.



Fonte: Narendrasinh, Parmar e Parmar (2015)

1. **Calor do Sol:** Quando a radiação solar aquece os recipientes, o líquido dentro deles começa a evaporar, criando pressão.
2. **Equilíbrio em Ação:** Em condições normais, ambos os recipientes são aquecidos de maneira uniforme pelo sol, mantendo o sistema em equilíbrio.
3. **Desequilíbrio e Movimento:** Se um dos recipientes recebe mais calor que o outro, ocorre um desequilíbrio. Este desequilíbrio gera forças que fazem o seguidor solar se mover, ajustando sua posição para se alinhar novamente com o sol.

É como uma dança entre o Sol e o Seguidor Solar, sempre buscando a melhor posição para capturar a energia solar. Fascinante, não é?

**Seguidores Solares Ativos:** Dependem de eletricidade e são super precisos. Eles podem ser controlados por rastreadores eletro-ópticos, microprocessadores e computadores, ou células solares bifaciais que ajustam os painéis com base na intensidade da luz

## Como funciona?

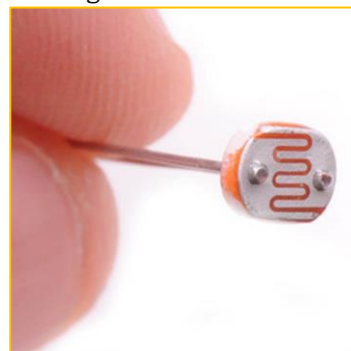
1. **Rastreadores Eletro-Óticos:** Usam fotoresistores ou células solares fotovoltaicas para manter o equilíbrio elétrico. Um circuito é ativado para ajustar os motores caso haja desequilíbrio na iluminação, garantindo um rastreamento preciso do sol.
2. **Controle por Microprocessadores e Computadores:** Calculam a posição do sol com base na data e hora atuais, gerando sinais de controle para ajustar o seguidor ao movimento aparente do sol ao longo do dia e do ano. São altamente precisos devido aos algoritmos específicos.
3. **Células Solares Bifaciais:** Ajustam os painéis solares com base na intensidade da luz recebida de ambos os lados. São extremamente precisos devido à capacidade sensorial das células, proporcionando um rastreamento eficaz do sol em diferentes condições de iluminação. A sonda Parker Solar Probe, lançada em 2018 pela NASA, estuda o Sol e sua atmosfera, utilizando sensores e células solares bifaciais para ajustar sua posição, garantindo uma orientação ideal para observações precisas da coroa solar e do vento solar.

Figura 5-Sonda Parker Solar Probe da NASA.



Créditos da imagem: NASA (2022).

Figura 2-Fotoreistor



Créditos: instituto Digital

Figura 3-ESP32



Créditos: Zerynth

Figura 4-Células Solare Bifaciais.

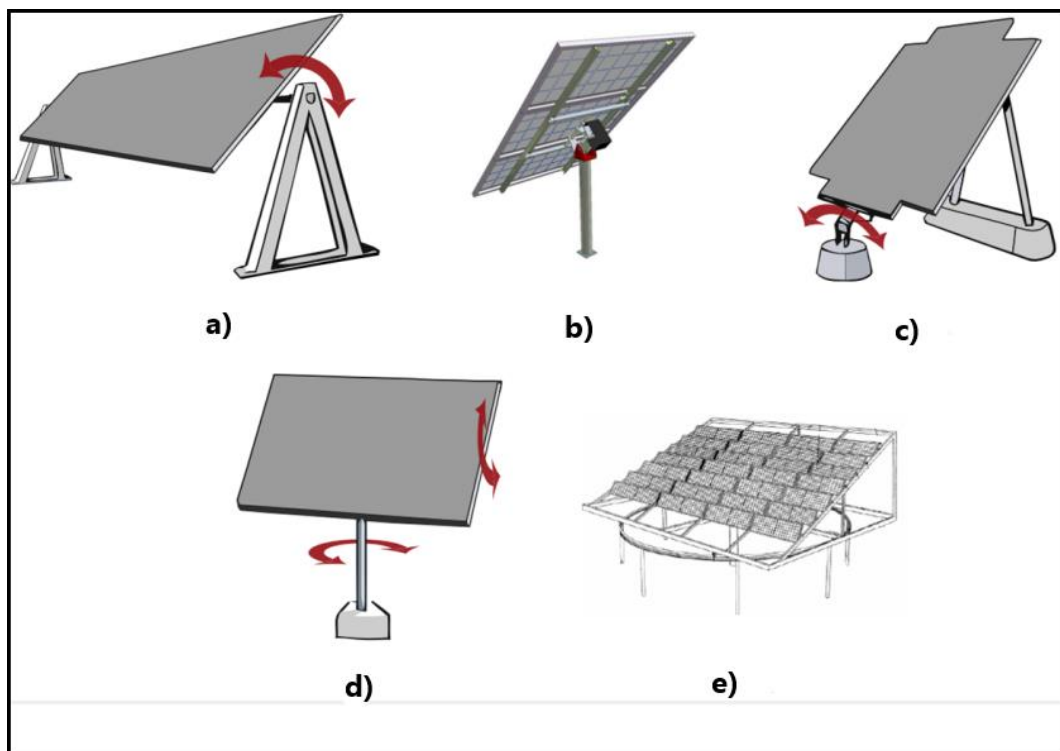


Créditos: NightHaw kInLight.

**Esses métodos conferem aos rastreadores solares ativos uma versatilidade considerável, permitindo sua implementação em diversas configurações. Utilizando estes recursos, eles podem operar em diferentes montagens estruturais, vamos conhecê-las!**

- a) **Rastreador de Eixo Horizontal ou de Zênite:** Este dispositivo possui um eixo de rotação paralelo à superfície da Terra, rastreando o sol de leste para oeste, ideal para regiões próximas ao equador (Figura 6a)).
- b) **Rastreador de Eixo Vertical ou de Azimute:** Possui um eixo de rotação no topo de uma base vertical fixa, otimizando o desempenho em latitudes elevadas (Figura 6b)).
- c) **Rastreador Polar de Eixo Único:** Caracteriza-se por um eixo de rotação perpendicular ao movimento do sol, orientado de norte a sul, eficaz em locais distantes do equador e em altas altitudes (Figura 6c)).
- d) **Rastreador de Dois Eixos:** Possui dois eixos de rotação, permitindo um rastreamento preciso e captação máxima da radiação solar em qualquer ponto da trajetória do sol (Figura 6d)).
- e) **Rastreador de Plataforma Rotativa de Dois Eixos:** Equipado com uma plataforma que gira para rastrear o sol de leste a oeste, enquanto um eixo hidráulico ajusta a inclinação para o rastreamento norte-sul (Figura 6e)).

Figura 6- Configurações de Seguidores Solares.

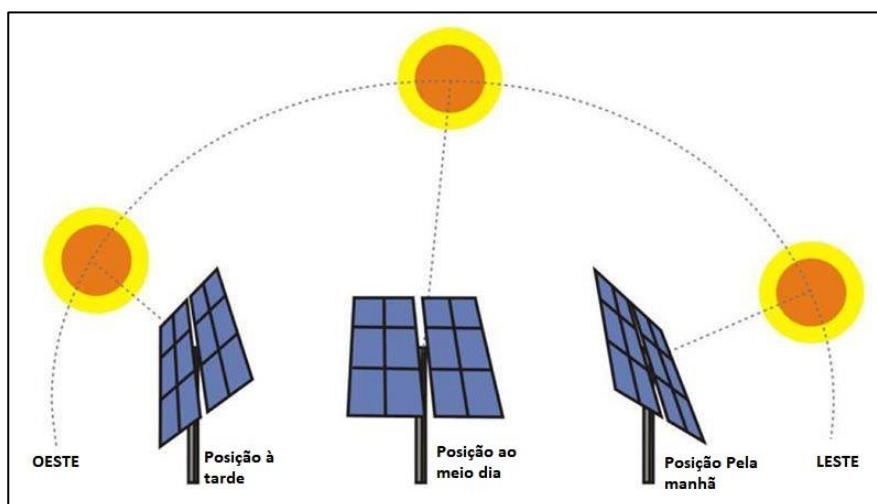


Fonte: Adaptado de Narendrasinh, Parmar e Parmar (2015)

## Ganho Fotovoltaico

Seguidores solares são cada vez mais comuns em usinas solares por aumentarem a produção de energia e a rentabilidade dos projetos. No inverno, a energia solar é reduzida devido à inclinação aparente do sol, enquanto no verão, a radiação solar é mais intensa, aumentando a eficiência.

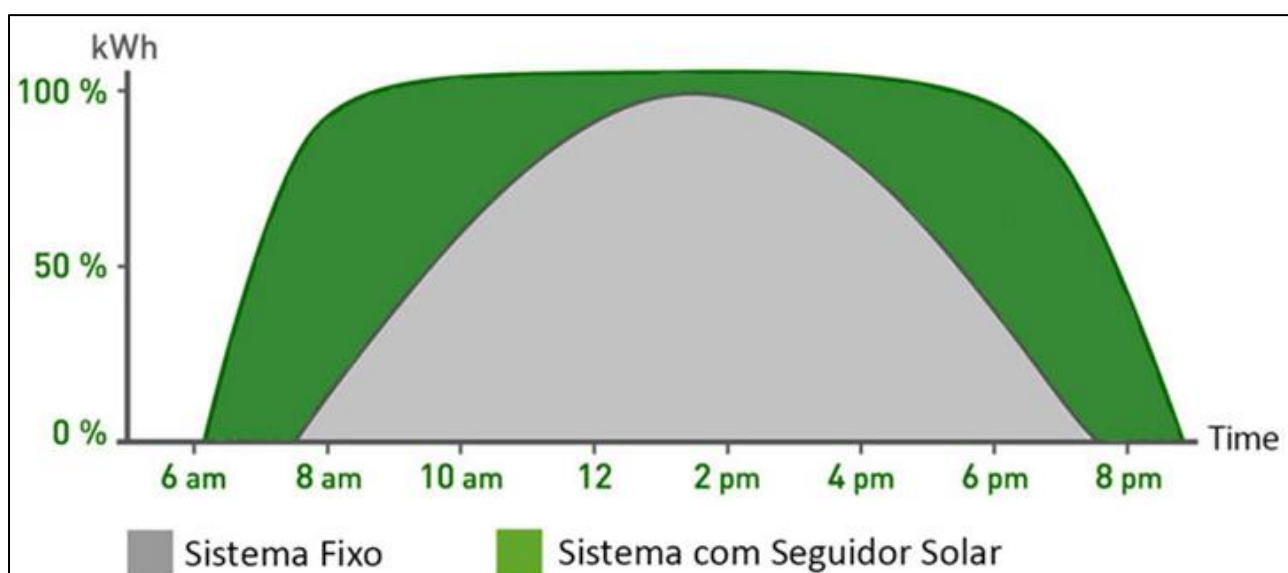
Figura 7-Seguidores solares utilizados em instalações fotovoltaicas.



Crédito da Imagem: Energia Solar Master

Na Figura 8, vemos a variação da energia ao longo do dia em instalações fixas e com seguidores de dois eixos para um mesmo tipo de painel. A curva verde mostra que seguidores solares captam mais radiação, aumentando a produção em cerca de 40%, segundo a Empresa Valldoreix Greenpower.

Figura 8-comparação do ganho fotovoltaico entre painéis fixos e painéis com seguidor solar.



Crédito da Imagem: Valldoreix Greenpower/

## Ganho Heliotérmico

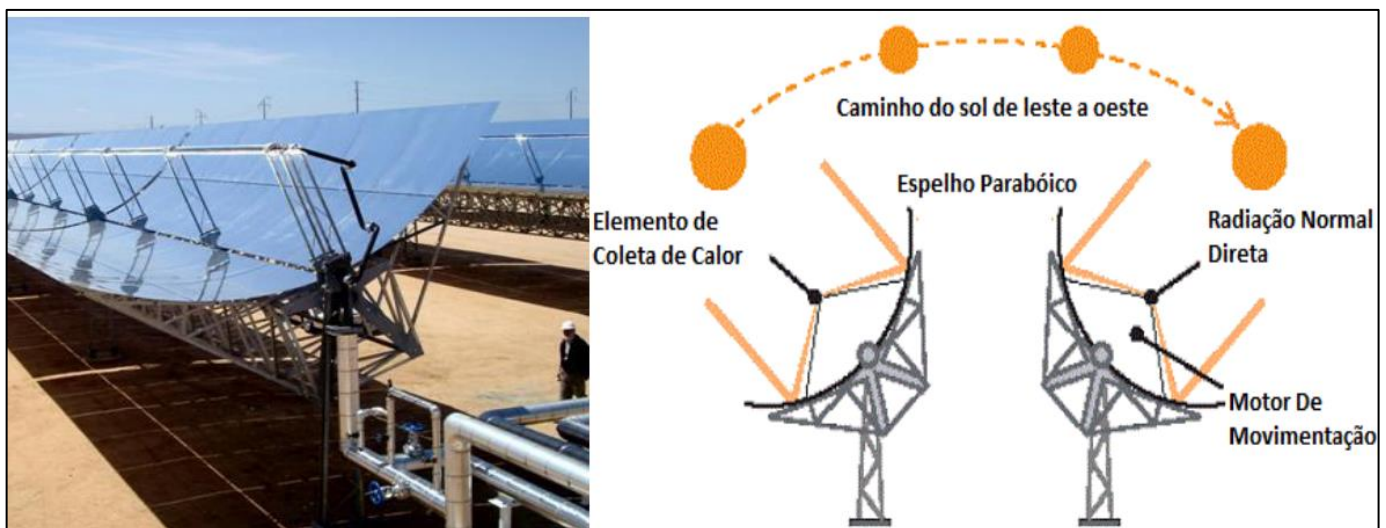
A energia solar concentrada, também chamada de sistemas heliotérmicos, utiliza espelhos ou lentes para focar a luz solar em uma pequena área. Essa luz concentrada é convertida em calor, acionando um motor térmico, como uma turbina a vapor, conectado a um gerador elétrico ou alimentando reações termoquímicas. Seguidores solares garantem o alinhamento dos coletores com o Sol, maximizando a captação de energia. Um exemplo comum é a calha parabólica, que concentra a radiação em um tubo com fluido térmico, geralmente óleo sintético, utilizado para gerar eletricidade ou calor industrial.

O uso de concentradores parabólicos com seguidores solares aprimora a eficiência desses sistemas. Essa combinação otimiza a captação de energia solar, aumentando a eficiência energética dos sistemas heliotérmicos e promovendo sua expansão.

O fluido térmico, geralmente óleo sintético, opera em temperaturas de 300°C a 400°C, sendo encapsulado para minimizar perdas térmicas. A energia térmica acumulada no fluido é utilizada tanto para gerar eletricidade quanto para processos industriais que requerem calor.

Essa tecnologia permite maior eficiência na geração de energia térmica e contribui para o desenvolvimento de novas formas de geração de energia sustentável.

Figura 9- Sistema Heliotérmico acoplado ao seguidor solar.



Créditos da Imagem: RENEWABLE POWER NEWS



A energia solar é uma das fontes de energia mais importantes e sustentáveis que temos. Para aproveitar ao máximo essa energia, precisamos medir com precisão a quantidade de radiação solar que chega à Terra. É aqui que entram em cena os instrumentos solarimétricos, que são essenciais para essa tarefa, especialmente quando combinados com seguidores solares. Vamos conhecer alguns deles!

- ✓ **Piranômetro:** Imagine o piranômetro como um detector super sensível que mede a quantidade total de luz solar,(radiação global = direta +difusa). Eles podem operar à base do efeito termoelétrico (termopares) ou com células fotovoltaicas de silício, que geram corrente elétrica quando expostas à luz.. Quanto mais intensa a luz, maior a corrente gerada. Existem também piranômetros termoelétricos que usam pilhas termoelétricas para medir a diferença de temperatura causada pela luz solar, convertendo essa diferença em um sinal elétrico.

Figura 11- Piranômetro



Crédito da Imagem: RecursoSolar

- ✓ **Pireliômetro:** Este é um instrumento mais especializado que mede apenas a radiação solar direta. Ele tem um colimador que direciona a luz solar diretamente para um sensor muito preciso. O sensor de termopilha dentro do pireliômetro gera uma tensão elétrica proporcional à quantidade de radiação solar que recebe.

✓

Figura 12-Pireliômetro



Crédito da Imagem: Kipp e Zonen



## Sombras Inteligentes

Para obter dados sobre a radiação solar difusa, é importante bloquear o feixe de radiação solar direta. Duas técnicas comuns são usadas para sombrear os sensores: o anel de sombreamento e o seguidor solar com esfera de sombreamento. O anel de sombreamento (Figura 13 a)) é uma cinta circular ou semicircular que é posicionada no suporte do piranômetro para que a sombra do anel cubra precisamente o sensor durante a trajetória aparente do Sol no céu. No entanto, é necessário ajustar o anel periodicamente para compensar a variação sazonal da posição do Sol ao longo do ano. Embora seja uma abordagem simples e econômica, essa técnica reduz a incidência da radiação solar difusa no sensor.

Uma alternativa mais moderna e precisa é o uso da esfera de sombreamento com o seguidor solar (Figura 13 b)). Nesse caso, a esfera, pintada de preto, é acoplada ao seguidor solar e projeta a sombra exatamente sobre o sensor, evitando o problema de encobrimento parcial do céu causado pelo anel de sombreamento. O seguidor solar permite o uso de várias esferas para sombrear simultaneamente diversos radiômetros, incluindo o piranômetro para medir a radiação difusa e o pirgeômetro para medir a radiação de onda longa.

Figura 13- Sistemas de sombreamento para piranômetro usados na aquisição de dados de radiação difusa: anel de sombreamento (a) e esfera de sombreamento com rastreador solar (b).



Crédito da Imagem: Martins *et al.* (2017)).

- ✓ **Espectrorradiômetros:** Os espectrorradiômetros são avançados instrumentos semelhantes a supercâmeras que capturam a luz solar em comprimentos de onda que nossos olhos não conseguem perceber, como o infravermelho e o ultravioleta (UV). Estes dispositivos são projetados para medir o espectro da radiação solar, separando a luz em diferentes tipos de energia com alta precisão. Essa capacidade é fundamental para compreender como a luz solar interage com a Terra, fornecendo dados detalhados sobre a distribuição de energia em várias partes do espectro.

À medida que a luz solar atravessa a atmosfera da Terra, ela pode ser absorvida, refletida ou dispersada pelos diversos gases presentes. A atmosfera atua como uma espécie de filtro, influenciando a luz que atinge a superfície terrestre. Gases específicos desempenham papéis cruciais nesse processo. Por exemplo, o ozônio ( $O_3$ ) na estratosfera absorve a maior parte da radiação ultravioleta (UV), protegendo assim os organismos vivos da exposição a esses raios nocivos. Por outro lado, gases como o vapor d'água ( $H_2O$ ) e o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) têm um impacto significativo no clima global, contribuindo para o efeito estufa e influenciando as condições meteorológicas e climáticas.

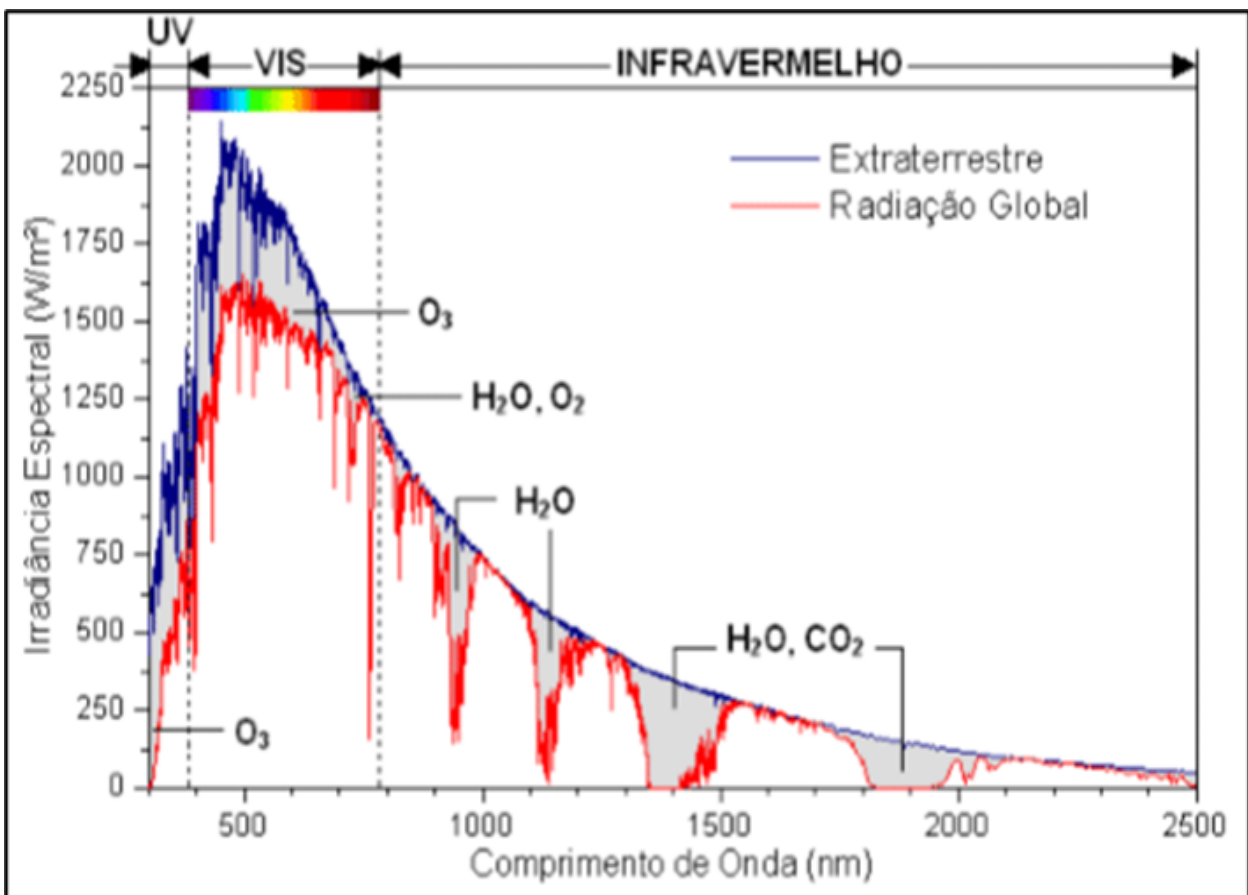
Figura 14-Espectrorradiômetro



Crédito da Imagem: ASTRO34 (2020).

Na Figura 15, é possível visualizar como a energia solar se distribui ao longo do espectro, tanto no topo da atmosfera quanto na superfície terrestre. As áreas sombreadas na figura destacam os pontos onde os gases atmosféricos absorvem a energia solar. Essas absorções variam com a presença e concentração dos diferentes gases, o que pode ser observado em condições ideais, sem a interferência de poluentes. Assim, os espectrorradiômetros ajudam a criar um panorama detalhado da interação entre a luz solar e a atmosfera, essencial para a pesquisa climática e ambiental.

Figura15-Distribuição espectral da energia solar na superfície terrestre (radiação global) e acima da atmosfera (radiação extraterrestre), incluindo os principais gases que absorvem a radiação solar.



Fonte: Dornelles (2008).

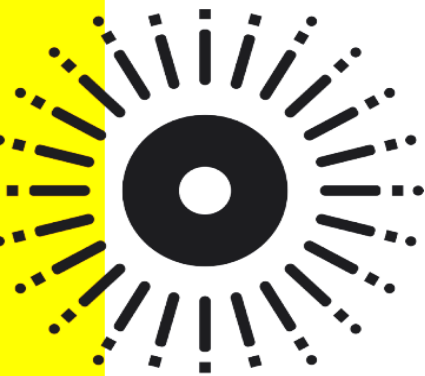
- ✓ **Imageador All Sky:**. Para monitorar a cobertura de nuvens de uma determinada região, existem duas abordagens principais. A primeira é a observação visual por especialistas treinados, seguindo padrões da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Eles escolhem locais com visão desobstruída do céu para estimar a cobertura de nuvens em frações como oitavos (octas) ou décimos.

Para aumentar a precisão e reduzir a subjetividade, foram desenvolvidas câmeras all sky. Estas câmeras capturam imagens do céu em curtos intervalos de tempo, usando modelos para combinar múltiplas exposições e minimizar distorções. Apesar da utilidade dos satélites geostacionários, que capturam dados a cada 15 a 60 minutos, eles não conseguem monitorar variações rápidas das nuvens, especialmente sobre sistemas de geração solar.

Figura 16-Imageador All Sky.

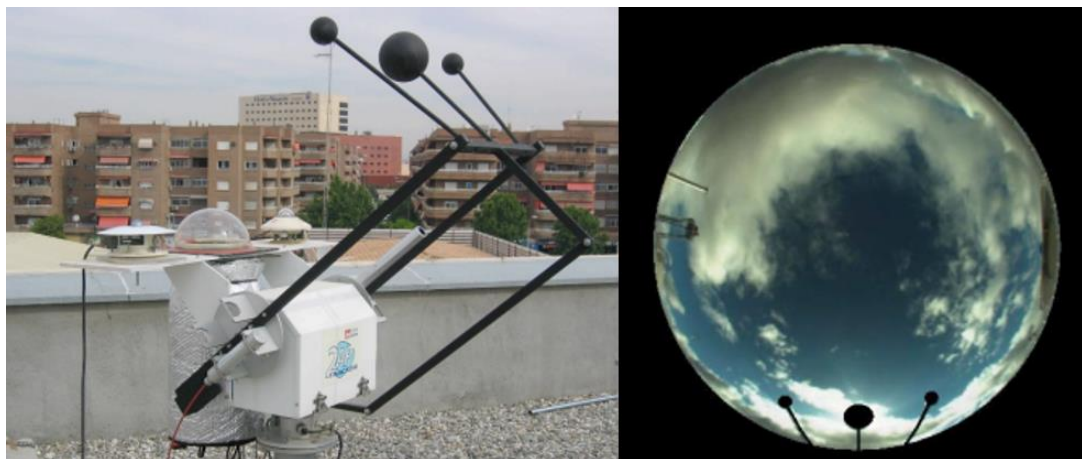


Fonte: EKO Instruments (2023).



O Imageador All Sky é integrado a seguidores solares para capturar imagens contínuas da cobertura de nuvens. Uma esfera de sombreamento no seguidor solar protege a câmera da luz solar direta, permitindo a observação do céu e das nuvens ao longo do dia, incluindo imagens infravermelhas durante a noite.

Figura 17-Imageador All Sky acoplado a um seguidor solar.



Crédito da Imagem: Cazorla Cabrera et.al. (2010)



## **Explorando os Mistérios do Sol: Rastreando seu Caminho no Céu.**

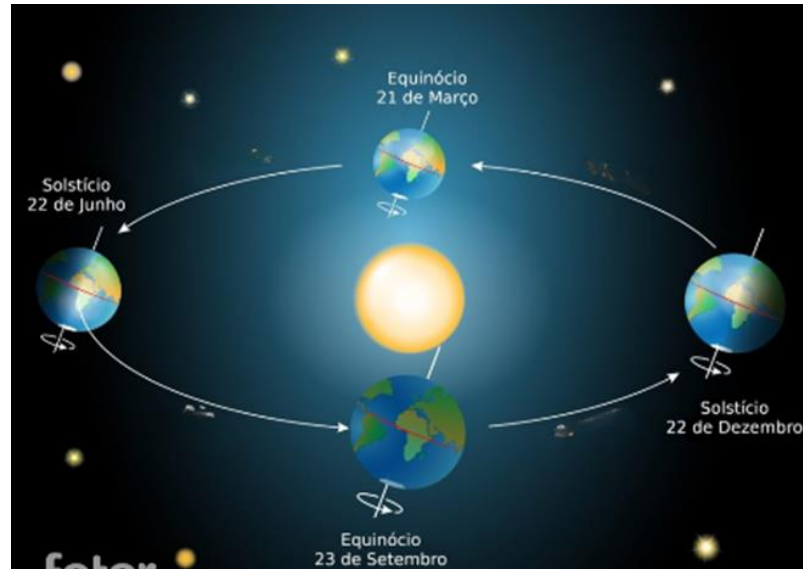
# 2

Para compreender o movimento do Sol e sua importância, é essencial saber que a Terra se move ao redor do Sol em uma trajetória elíptica, inclinada em relação ao equador devido à inclinação do eixo terrestre. Esse movimento causa as estações do ano e eventos como equinócios e solstícios.

Os equinócios ocorrem em março e setembro, quando o dia e a noite têm a mesma duração. É como se a Terra fizesse uma pausa na sua inclinação, marcando o início do outono e da primavera no hemisfério sul. Já os solstícios, em junho e dezembro, são os momentos quando a inclinação da Terra em relação ao Sol atinge seu máximo, iniciando o verão e o inverno no hemisfério sul.



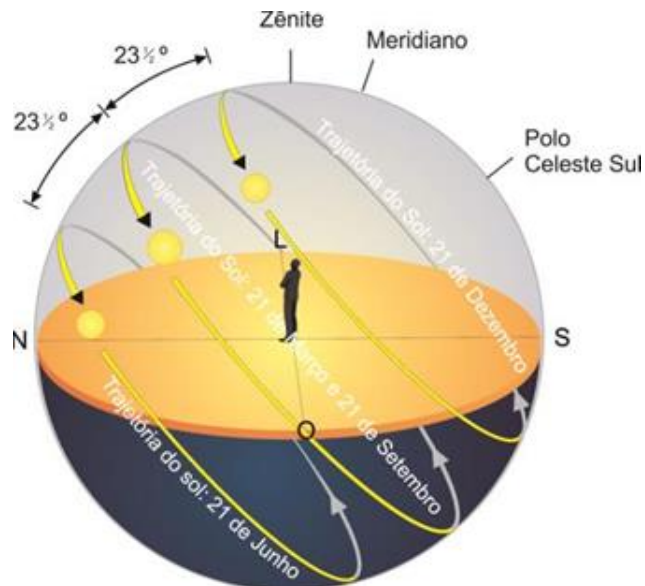
Figura 18-Movimento de revolução da Terra em torno do Sol.



Fonte: IF-UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2023)

A rotação da Terra nos dá a impressão de que o Sol se move no céu. Este movimento aparente muda ao longo do ano. No solstício de verão, o Sol nasce e se põe mais ao sul, ficando mais tempo no céu. Nos equinócios, ele nasce exatamente no leste e se põe no oeste. No solstício de inverno, o Sol nasce e se põe mais ao norte, fazendo um trajeto mais curto no céu.

Figura 19- Movimento aparente do Sol observado por um espectador no hemisfério sul.



Crédito da Imagem: IF-UFRGS (2023)



Para estudar a trajetória solar, usamos a esfera celeste, que é como um mapa imaginário do céu. A partir do plano do horizonte, onde você está, definimos os pontos cardeais: norte, sul, leste e oeste. O ponto diretamente acima de você é o zênite. A trajetória aparente do Sol, chamada eclíptica, está inclinada em  $23,5^\circ$  em relação ao Equador celeste.

Entender a posição e a trajetória do Sol é super importante para otimizar a captação de energia solar. Isso ajuda a posicionar os painéis solares na melhor direção e inclinação, maximizando a eficiência na geração de energia e garantindo um uso mais sustentável dos recursos solares.

Gostaria de apresentar algumas informações importantes sobre como os algoritmos calculam a posição solar. Existem diversas variáveis e cálculos envolvidos nesse processo, mas vamos simplificar para facilitar o entendimento:

O **Dia Juliano (DJ)** é uma ferramenta fundamental na Astronomia para calcular eventos celestes com precisão. Vamos simplificar como os astrônomos organizam datas e tempos: No calendário gregoriano que usamos hoje, houve uma correção em 1582 para resolver erros do calendário anterior, o juliano. Isso levou à confusão, pois algumas datas foram puladas!

Em 1583, um estudioso chamado Joseph Scaliger teve uma ideia brilhante: o **Período Juliano**. Este período é um ciclo de 7.980 anos que começa em 1º de janeiro de 4713 a.C. e vai até 31 de dezembro de 3268 d.C. Esse sistema ajuda os astrônomos a manterem as datas organizadas para seus cálculos.

Agora, os astrônomos usam o Dia Juliano (DJ) para contar os dias e frações de dias desde o ano -4712. Por que começar em -4712? Esse ponto inicial, escolhido para facilitar os cálculos astronômicos, o dia 1º de janeiro de 4713 a.C., que é representado como -4712 em anos antes de Cristo. Essa escolha permite que os astrônomos realizem cálculos precisos e mantenham uma consistência ao longo da história. As datas no calendário civil começam à meia-noite UTC, o que pode ser complicado para eventos celestes que ocorrem perto da meia-noite. Por isso, o Dia Juliano começa ao meio-dia solar aparente UTC, o que facilita o acompanhamento desses eventos que podem cruzar diferentes dias.

Entender o Dia Juliano é como ter uma chave especial para explorar o tempo na Astronomia. Ele permite que os astrônomos calculem e registrem eventos celestes com muita precisão e clareza.

Calcular a posição do Sol no céu envolve conceitos e cálculos importantes que podemos compreender com um pouco de prática. Vamos explorar esses conceitos.

✓ **Anomalia Média:**

- **O que é?** A anomalia média representa a posição do Sol em sua órbita ao redor da Terra, assumindo que ele se move a uma velocidade constante. É uma forma simplificada de calcular a posição do Sol.
- **Por que é útil?** Ajuda a prever a posição do Sol em um dado momento, desconsiderando as variações na velocidade orbital.

✓ **Anomalia Verdadeira:**

- **O que é?** A anomalia verdadeira é a posição real do Sol em sua órbita, levando em conta as variações na velocidade do Sol ao longo de sua trajetória elíptica.
- **Por que é importante?** Fornece uma localização mais precisa do Sol, ajustando as previsões feitas pela anomalia média.

✓ **Longitude Média:**

- **O que é?** A longitude média do Sol calcula sua posição em relação a um ponto fixo de referência no céu ao longo do tempo.
- **Uso prático:** Ajuda a ter uma ideia geral de onde o Sol deve estar, ignorando pequenas variações.

✓ **Longitude Verdadeira:**

- **O que é?** Ajusta a longitude média, levando em conta a excentricidade da órbita da Terra (ou seja, o quão não circular é a órbita) e a obliquidade da eclíptica (a inclinação do eixo da Terra).
- **Uso prático:** Dá a posição exata do Sol, corrigindo qualquer desvio causado pela forma e inclinação da órbita da Terra.

•

✓ **Excentricidade da Órbita da Terra:**

- **O que é?** Descreve o quão a órbita da Terra se desvia de um círculo perfeito, sendo essencial para determinar a posição precisa do Sol.
- **Por que é importante?** Uma órbita elíptica significa que a distância entre a Terra e o Sol varia mais, afetando a posição do Sol no céu.

✓ **Obliquidade da Eclíptica:**

- **O que é?** É o ângulo entre o plano da órbita da Terra e o seu equador.
- **Impacto:** Afeta como vemos o movimento aparente do Sol no céu, influenciando as estações do ano e a duração dos dias e noites.



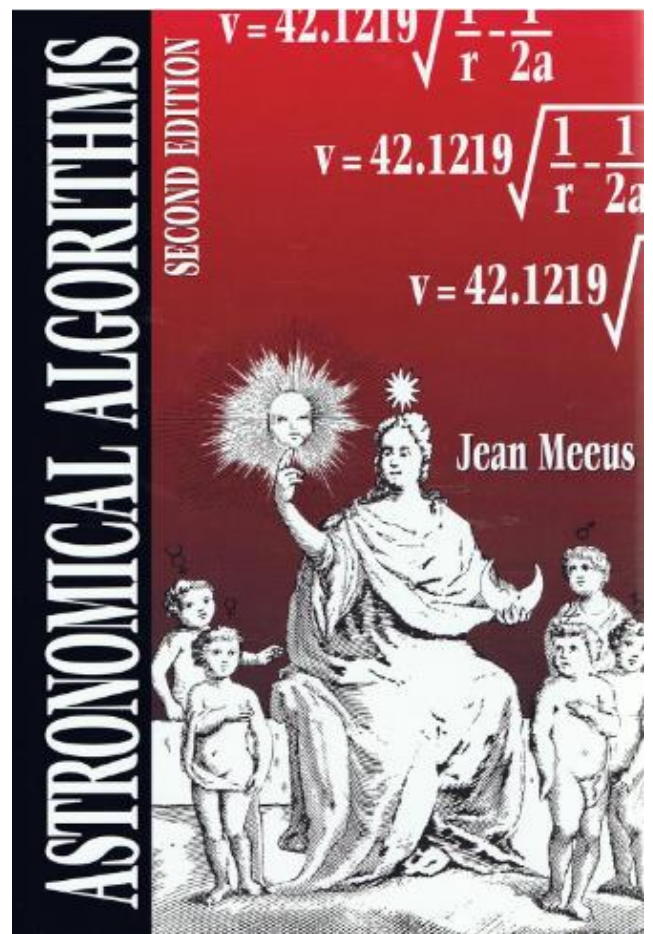
## 🚀 Trajetória Solar: Algoritmos que Iluminam o Caminho do Sol

Na Astronomia e em diversas aplicações tecnológicas, calcular com precisão a posição do Sol é fundamental. Para isso, são utilizados diferentes algoritmos baseados no renomado livro "The Astronomical Algorithms" de Meeus (1998). Estes algoritmos variam em termos de precisão e período de validade.

Blanco-Muriel e sua equipe desenvolveram um algoritmo especialmente eficaz para sistemas que concentram energia solar, enquanto Reda e Andreas criaram o SPA (Solar Position Algorithm), conhecido por sua precisão ao longo de um vasto intervalo de tempo. Por fim, os "Cálculos Gerais de Posição Solar" da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) garantem acurácia usando as equações clássicas de Meeus.

Esses métodos não apenas permitem prever com exatidão a posição do Sol em qualquer momento, mas também são essenciais para aplicações que dependem de informações precisas sobre a posição solar, como energia solar, navegação e estudos climáticos. O algoritmo implementa essas equações para calcular a posição solar em um determinado local e momento. Ao fornecer as coordenadas geográficas (latitude e longitude), a data e o horário, o algoritmo usa as equações para calcular com precisão a posição do Sol no céu em relação ao observador. Os resultados incluem a elevação solar, que é o ângulo de elevação do Sol acima do horizonte, e o azimute solar, que é o ângulo horizontal medido a partir do Norte no sentido horário até a direção do Sol.

Figura 2010- Livro-Astronomical Algorithms do Jean Meeus.



. As expressões para o cálculo da posição solar em linguagem C++ utilizando as equações do NOAA segue abaixo:

```
1 // Calculo do Dia Juliano (DJ) para a data fornecida
2 DJ = CalcularDiaJuliano (ano , mes , dia);
3
4 // Calculo da fracao do dia correspondente a hora , minuto e segundo fornecidos
5 DJ_frac = (hora + minuto / 60.0 + segundo / 3600.0) / 24.0 - 0.5;
6
7 // Calculo do valor T (intervalo em seculos desde a data de referencia)
8 T = DJ - 2451545;
9 T = (T + DJ_frac ) / 36525.0;
10
11 // Calculo de LO , a longitude media do Sol em radianos
12 LO = GRAU_PARA_RAD * fmod(280.46645 + 36000.76983 * T, 360);
13
14 // Calculo de M, a anomalia media do Sol em radianos
15 M = GRAU_PARA_RAD * fmod(357.5291 + 35999.0503 * T, 360);
16
17 // Calculo da excentricidade da orbita da Terra
18 excentricidade = 0.016708617 - 0.000042037 * T;
19
20 // Calculo de C, a equacao de centro, que ajusta a anomalia media para obter a verdadeira
21 C = GRAU_PARA_RAD * ((1.9146 - 0.004847 * T) * sin(M) + (0.019993 - 0.000101 * T) * sin
    (2 * M) + 0.00029 * sin (3 * M));
22
23 // Calculo da anomalia verdadeira f
24 f = M + C;
25
26 // Calculo da obliquidade da ecliptica em radianos
27 obliquidade = GRAU_PARA_RAD * (23 + 26 / 60.0 + 21.448 / 3600.0 - 46.815 / 3600.0 * T);
28
29 // Calculo de DJx , a diferenca entre o Dia Juliano calculado (DJ) e o Dia Juliano de
    referencia (2451545)
30 DJx = DJ - 2451545;
31
32 // Calculo do angulo horario do meridiano de Greenwich
33 AngHorario = 280.46061837 + fmod(360 * DJx, 360) + 0.98564736629 * DJx + 360.98564736629
    * DJ_frac;
34
35 // Normalizacao para o intervalo [0, 360] graus
36 AngHorario = fmod(AngHorario , 360.0);
37
38 // Calculo da longitude verdadeira do Sol
39 L_VERD = fmod(C + LO , 2 * PI);
40
41 // Calculo da distancia entre a Terra e o Sol
42 distancia = 1.000001018 * (1 - excentricidade * excentricidade) / (1 + excentricidade *
    cos(f));
43
44 // Calculo da ascensao reta do Sol (AR)
45 AR = atan2(sin( L_VERD ) * cos( obliquidade ), cos( L_VERD ));
46
47 // Calculo da declinacao do Sol
48 declinacao = asin(sin( obliquidade ) * sin( L_VERD ));
49
50 // Calculo do angulo horario (AngHorario)
51 AngHorario = GRAU_PARA_RAD * AngHorario + Long - AR;
52
53 // Calculo da elevacao solar corrigida para refracao atmosferica
54 elevacao = asin(sin(Lat) * sin( declinacao ) + cos(Lat) * (cos( declinacao ) * cos(
    AngHorario )));
55
56 // Calculo do azimute solar (0 graus e o Norte)
57 azimute = PI + atan2(sin( AngHorario ), cos( AngHorario ) * sin(Lat) - tan( declinacao )
    * cos(Lat));
58 azimute_solar = azimute / GRAU_PARA_RAD;
59 elevacao_solar = elevacao / GRAU_PARA_RAD;
```

# 3

## Criatividade em Movimento: Aprendizagem Baseada em Projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) tem se destacado cada vez mais como uma estratégia educacional ao longo dos anos. Esta metodologia não apenas prepara os alunos para o futuro, mas também os engaja no presente, transformando-os em protagonistas do seu próprio aprendizado. Nesse contexto, o papel do professor transcende o de mero transmissor de conteúdos, assumindo a importante função de mediador e orientador, facilitando o desenvolvimento das habilidades dos alunos através da realização de projetos práticos e desafiadores.





Essa metodologia de ensino pode ser multidisciplinar, envolver uma ou várias turmas e até mesmo engajar a comunidade ao abordar questões contemporâneas e locais, de interesse. Um dos pilares da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é o trabalho colaborativo na resolução de problemas, essencial em praticamente todos os setores da sociedade. O trabalho cooperativo é uma das características dessa abordagem, atendendo às demandas do mercado de trabalho do século XXI. Bender (2014) define as principais características da ABP como:

- ✓ **Trabalho em equipe cooperativo:** Fundamental para o sucesso das experiências em ABP.
  - ✓ **Feedback e revisão:** O professor oferece assistência e orientação aos alunos.
  - ✓ **Investigação e inovação:** Os grupos precisam explorar questões adicionais específicas do projeto proposto.
  - ✓ **Oportunidade e reflexão:** A ABP cria momentos para os alunos refletirem sobre o trabalho realizado.
  - ✓ **Processo de investigação:** A metodologia incentiva os alunos a pesquisarem para concluir o projeto e criar artefatos.
  - ✓ **Resultados apresentados publicamente:** Os resultados podem ser compartilhados através de sites, jornais e exposições.
- Voz e escolha do aluno:** Os alunos têm autonomia e poder de decisão no desenvolvimento do projeto.

O uso da tecnologia é outra característica marcante da ABP, pois é essencial que os alunos utilizem recursos tecnológicos para desenvolverem seus projetos. Computadores, tablets e smartphones são alguns dos dispositivos que podem ser empregados. Mesmo em escolas com acesso limitado a tecnologias de informação e comunicação, muitos estudantes têm acesso à internet via smartphones, permitindo maior interação com o projeto por meio de sites, aplicativos e até jogos digitais.

## Explorando o Universo da ABP: Conceitos e Termos

Para mergulhar no universo da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), é fundamental conhecer alguns termos essenciais, definidos por Bender (2014), que irão guiar sua jornada:

- a) **Âncora:** Serve como ponto de partida e inspiração para o projeto. Pode ser um vídeo, um artigo de jornal, ou qualquer recurso que introduza e contextualize o tema a ser explorado.
- b) **Questão Motriz:** É a pergunta central que orienta todo o projeto. Define o problema ou o objetivo principal que os alunos deverão resolver ou alcançar.
- c) **Brainstorming:** Uma dinâmica de grupo utilizada para gerar o máximo de ideias possíveis, incentivando a criatividade e colaboração para resolver a questão motriz.
- d) **Expedições/Visitas Técnicas:** Atividades práticas e exploratórias realizadas durante o projeto, que proporcionam experiências reais e enriquecedoras.
- e) **Web 2.0:** Refere-se ao uso ativo de tecnologias para criar conhecimento. Os alunos não são apenas consumidores, mas criadores de conteúdo e soluções.
- f) **Webquest:** Uma metodologia estruturada que orienta a pesquisa dos alunos na internet, ajudando-os a encontrar informações relevantes e confiáveis.
- g) **Roteiros de Aprendizagem:** Documentos que guiam os alunos passo a passo, proporcionando uma estrutura clara para o desenvolvimento das atividades do projeto.
- h) **Artefatos:** Representam as soluções criadas pelos alunos para responder à questão motriz. Podem ser vídeos, maquetes, portfólios, podcasts, websites, entre outros.



Esses termos são fundamentais ao longo do projeto, que geralmente começa com a âncora para contextualizar o tema, seguida pela questão motriz, que apresenta o problema a ser resolvido. Para buscar soluções, são realizadas atividades como brainstorming, mini lições, oficinas, expedições, ou visitas técnicas.

As atividades variam de acordo com a realidade e o tempo disponível para o projeto. Os alunos também realizam estudos guiados pelos roteiros de aprendizagem, que podem incluir webquests para direcionar a pesquisa na internet.

Ao final do projeto, os alunos devem apresentar um artefato que demonstre a solução proposta para a questão motriz, além de fazer uma apresentação para compartilhar o aprendizado e o desempenho alcançado durante o projeto.

## **Trilhando o Caminho da ABP**

Antes de embarcar na jornada da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), o professor precisa planejar bem cada etapa. Isso inclui definir os objetivos de aprendizagem, os recursos necessários, o tempo para cada atividade, e preparar materiais de pesquisa e roteiros de aprendizagem. Vamos detalhar as fases desse processo de aprendizagem:

### **1. Introdução e Planejamento em Equipe**

Nesta fase inicial, os alunos são introduzidos à ABP e participam do planejamento em equipe. Atividades iniciais incluem:

- I. **Apresentação da ABP:** Explicar brevemente o conceito e dinâmica da ABP.
- II. **Análise da Âncora:** Utilizar recursos como vídeos ou artigos para contextualizar o tema.
- III. **Discussão da Questão Motriz:** Definir a pergunta central que guiará o projeto.
- IV. **Roteiro de Estudo Inicial:** Fornecer um guia para iniciar as pesquisas.
- V. **Estabelecimento do Cronograma:** Planejar as etapas e prazos do projeto.

## **2. Pesquisa Inicial: Coleta de Informações**

Após a introdução, os alunos realizam um estudo inicial e participam de brainstorming para gerar ideias. Atividades incluem:

- I. Brainstorming:** Gerar e discutir ideias em grupo.
- II. Estabelecimento de Metas e Prazos:** Definir objetivos e dividir tarefas entre os membros da equipe.
- III. Roteiros de Aprendizagem:** Guiar a pesquisa com questionários e webquests.
- IV. Mini Lições e Oficinas:** Aprofundar o conhecimento sobre o tema.
- V. Palestras e Entrevistas:** Interagir com especialistas para obter informações adicionais.

## **3. Criação e Desenvolvimento de Artefatos**

Nesta fase, os alunos começam a desenvolver e construir o artefato final. Etapas incluem:

- I. Organização:** Planejar a construção e dividir tarefas.
- II. Construção e Montagem:** Executar a criação do artefato.
- III. Experimentação:** Testar protótipos e fazer ajustes necessários.

## **4. Pesquisa Adicional**

Com base no feedback do professor, os alunos realizam uma segunda fase de pesquisa para aprimorar os artefatos e refinar soluções propostas.

## **5. Preparação para a Apresentação Final**

As equipes fazem os últimos ajustes e se preparam para a apresentação. Atividades incluem:

- I. Revisão do Artefato:** Finalizar detalhes e melhorar a apresentação.
- II. Preparação da Apresentação:** Ensaiar a apresentação oral e preparar recursos adicionais como slides ou banners.

## **6. Publicação do Produto**

Um dos diferenciais da ABP é a publicação dos trabalhos dos alunos, seja em blogs, vídeos, artigos ou outras formas, para compartilhar descobertas com a comunidade.

Fase de pesquisa inicial.

Segunda fase da pesquisa.

Publicação do produto ou dos artefatos.

01

02

03

04

05

06

Criação, desenvolvimento, avaliação inicial da apresentação e de artefatos prototípicos.

Desenvolvimento da apresentação final.

## Avaliação

Ao longo do projeto, os alunos podem ser avaliados por meio de autoavaliação, avaliação pelos colegas, e avaliações formativa e somativa. A avaliação formativa orienta o desenvolvimento do projeto, enquanto a somativa analisa os resultados finais.

Ao final, os alunos compartilham seus aprendizados e desafios enfrentados, compartilhando a sua experiência e conhecimentos adquiridos durante o projeto.

No próximo capítulo, vamos explorar como a Aprendizagem Baseada em Projetos pode ser aplicada para despertar o interesse dos estudantes, de cursos de formação profissional de ensino médio ou superior, pelo ensino e pesquisa da Astronomia e tecnologias associadas. O foco será no projeto, construção e calibração de protótipos eletromecânicos de seguidores solares.



# 4



## **Desbravando Energia e Astronomia com Seguidores Solares e ABP**

Agora, caro leitor, você aprenderá a construir seu próprio seguidor solar ou, se for professor, a orientar a construção em sala de aula, combinando o estudo da Astronomia com outras disciplinas, seja no ensino superior ou no Ensino Profissional. Vamos explorar as fases da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), desde o planejamento até a construção e calibração dos protótipos. Este projeto não só envolve Astronomia, mas também disciplinas como Física, Matemática, Engenharia Geografia, Eletrotécnica e Eletromecânica proporcionando uma experiência educacional rica e interdisciplinar. Prepare-se para uma jornada de descoberta e inovação, onde cada passo do projeto abrirá novas portas para o conhecimento e o desenvolvimento de habilidades práticas essenciais.



## **Introdução e Planejamento em Equipe**

Nesta fase, é essencial criar ambientes de aprendizagem que permitam aos alunos explorar e adquirir conhecimentos sobre o tema em questão. Para isso, é fundamental elaborar um **Plano de Projeto** detalhado, que descreva as etapas do desenvolvimento junto aos alunos, o planejamento das aulas, e a identificação das necessidades de materiais e suportes essenciais para o projeto. Entre essas necessidades, destacam-se:

- a) Desenvolvimento de **roteiros de práticas** para guiar os alunos ao longo do processo;
- b) Produção ou pesquisa de textos e vídeos que sirvam como **âncora** e fundamentem a **questão motriz** do projeto;
- c) Criação de um site dedicado ao projeto, destinado à compilação de materiais sobre o tema e informações sobre o progresso do trabalho;
- d) Realização de um **diagnóstico da turma** para compreender as necessidades específicas dos alunos envolvidos.

## Âncora Para o Projeto do Seguidor Solar

Como mencionado anteriormente, o termo "**âncora**" é utilizado para se referir a um material que introduz o projeto do Seguidor Solar, destacando o tema a ser abordado e buscando despertar o interesse dos alunos. Este recurso não deve ser muito extenso, podendo ser um vídeo (criado ou existente), um artigo de revista, uma matéria de jornal, ou parte de um documentário, entre outros formatos

Para introduzir o tema "Seguidores Solares em contextos educacionais, vídeos como "A instalação do rastreador solar Kipp & Zonen SOLYS 2", disponível no canal da Kipp & Zonen no YouTube, são recursos interessantes para motivar os alunos.

Este vídeo oferece um guia passo a passo detalhado sobre a instalação do rastreador solar SOLYS 2, desde a montagem do tripé até a configuração de radiômetros como piranômetro, pirômetro, pirheliômetro, entre outros componentes essenciais. O foco principal é criar uma estação de monitoramento solar completa, capaz de medir com precisão a irradiação solar global, difusa e direta.

Outro vídeo é "A gravação do SOLYS 2 em uma usina solar " que captura todo o ciclo solar diário, monitorando continuamente o movimento solar para maximizar o rendimento da energia.

Utilizando estes vídeos como referência, principalmente nos cursos de Engenharia, educadores podem iniciar discussões sobre os princípios técnicos e práticos dos seguidores solares, incentivando os alunos a explorar aplicações práticas da tecnologia solar.

Figura 21-Vídeos da Kipp e Zonen utilizados como âncora no projeto do Seguidor Solar.



Para integrar disciplinas como usinagem e eletromecânica na construção das bases dos seguidores solares, uma abordagem eficaz é utilizar vídeos práticos de montagem. Por exemplo, o vídeo "Rastreador Solar DIY: Como construir um rastreador solar off grid profissional" oferece um passo a passo sobre como montar um rastreador solar eficiente, que funciona de forma independente da rede elétrica.

Figura 22-Vídeo de montagem eletromecânica de um base de Seguidor Solar.

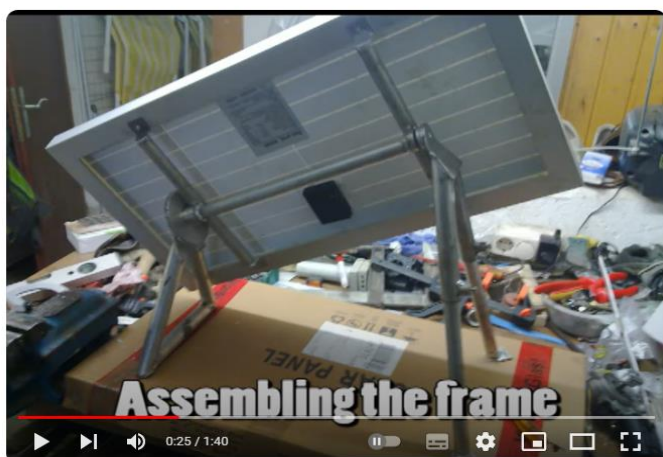


DIY solar tracker (Part 2). How to build a professional off grid solar tracker for \$120. Step by step

Outro recurso é o vídeo sobre a utilização de sensores LDR, que mostra de forma clara e prática como esses componentes podem ser incorporados ao sistema de rastreamento solar para aumentar a precisão e eficiência.

Além disso, o vídeo "Sistema de Rastreamento Solar DIY Inspirado na NASA" apresenta uma abordagem usando células bifaciais, trazendo uma perspectiva sobre as possibilidades de

Figura 23-Vídeos de rastreadores solares eletro-óticos.



Homemade / DIY solar tracker 2/2



DIY Solar Tracking System Inspired by NASA (Parker Solar Probe)

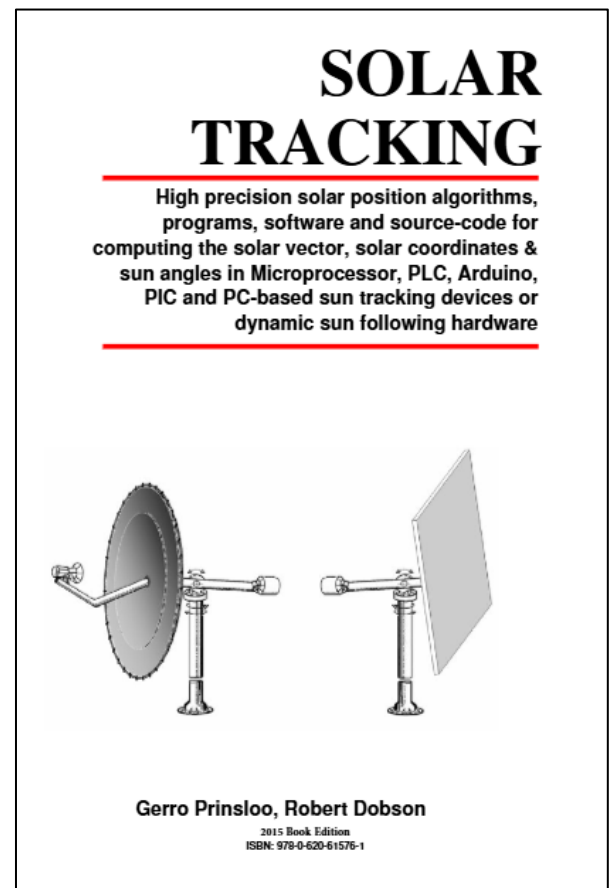
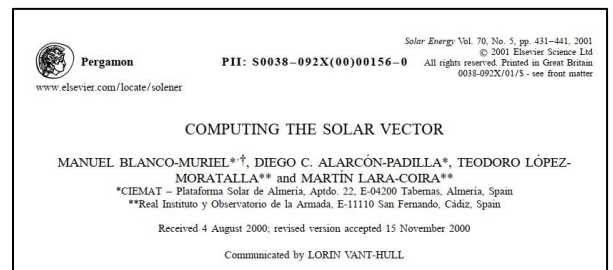
## Pesquisa Inicial: Coleta de Informações

Sugere-se que os alunos realizem a coleta de informações iniciais utilizando roteiros de aprendizagem entregues durante os encontros. Após essa primeira pesquisa direcionada, uma dinâmica de grupo conhecida como “Brainstorming” ou tempestade de ideias pode ser organizada. A intenção dessa atividade é permitir que os alunos discutam o tema entre si, trazendo o máximo de ideias para reflexão. Publicações como artigos científicos são recursos didáticos que podem ser utilizados para fornecer uma base de informações.

Blanco-Muriel et al. (2001), "Computing the Solar Vector", apresenta um modelo matemático preciso para calcular a posição do sol no céu, essencial para o desenvolvimento de seguidores solares eficazes. O artigo fornece a base teórica necessária para construir algoritmos de rastreamento solar, que podem ser implementados em linguagens como Python, C++, e MATLAB, adequadas para cálculos matemáticos complexos e simulações.

Reda & Andreas (2004), "Solar Position and Intensity Data Sets", fornece dados detalhados sobre a posição e a intensidade do sol ao longo do ano. Inclui algoritmos para calcular elevação, azimute e irradiância solar. Os alunos podem validar seus modelos e protótipos usando Python e R para análise de dados científicos.

Prinsloo e Dobson (2015) discutem algoritmos de alta precisão para cálculo da posição solar, abordando programas e códigos-fonte para vetores solares, coordenadas solares e ângulos solares em dispositivos de rastreamento solar baseados em microprocessadores, PLCs, Arduino, PIC, ESP32 etc. Este trabalho é fundamental, fornecendo as bases teóricas e práticas para o desenvolvimento de dispositivos de rastreamento solar.

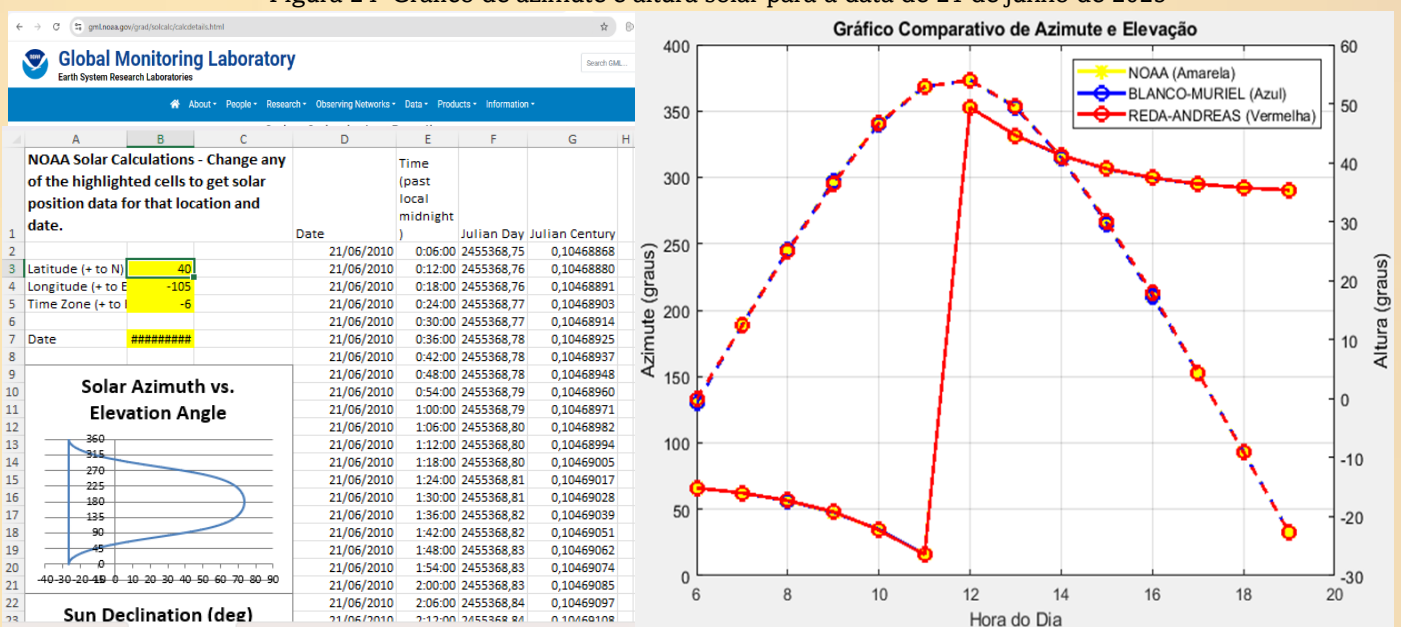


As planilhas do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) oferecem dados detalhados sobre a posição solar, como elevação e azimute, para várias localizações e datas ao longo do ano. Esses dados são fundamentais para os alunos validarem seus protótipos em diferentes condições. Ferramentas como Excel são úteis para manipulação inicial dos dados, enquanto linguagens como Python, C++, MATLAB e JavaScript são ideais para criar interfaces de usuário e visualização de dados.

Na figura 14, podemos visualizar o gráfico de azimute e altura solar para o data de 21 de junho de 2023, solstício de inverno no hemisfério sul, na latitude 12,27° S e longitude 39,9° W, na cidade de Feira de Santana-BA. Os dados foram coletados de três fontes: NOAA, Blanco-Muriel et al. (2001) e Reda & Andreas (2004).

Os gráficos mostram padrões semelhantes ao longo do dia. O salto do azimute ao meio-dia solar é uma característica importante, pois indica que o Sol muda sua posição em azimute no céu, passando de leste a oeste quando o sol está ao norte da localização geográfica. Esse comportamento é fundamental para o rastreamento solar, pois os sistemas de rastreamento precisam ajustar suas posições para acompanhar esse movimento e manter equipamentos direcionados para o Sol.

Figura 24- Gráfico de azimute e altura solar para a data de 21 de junho de 2023

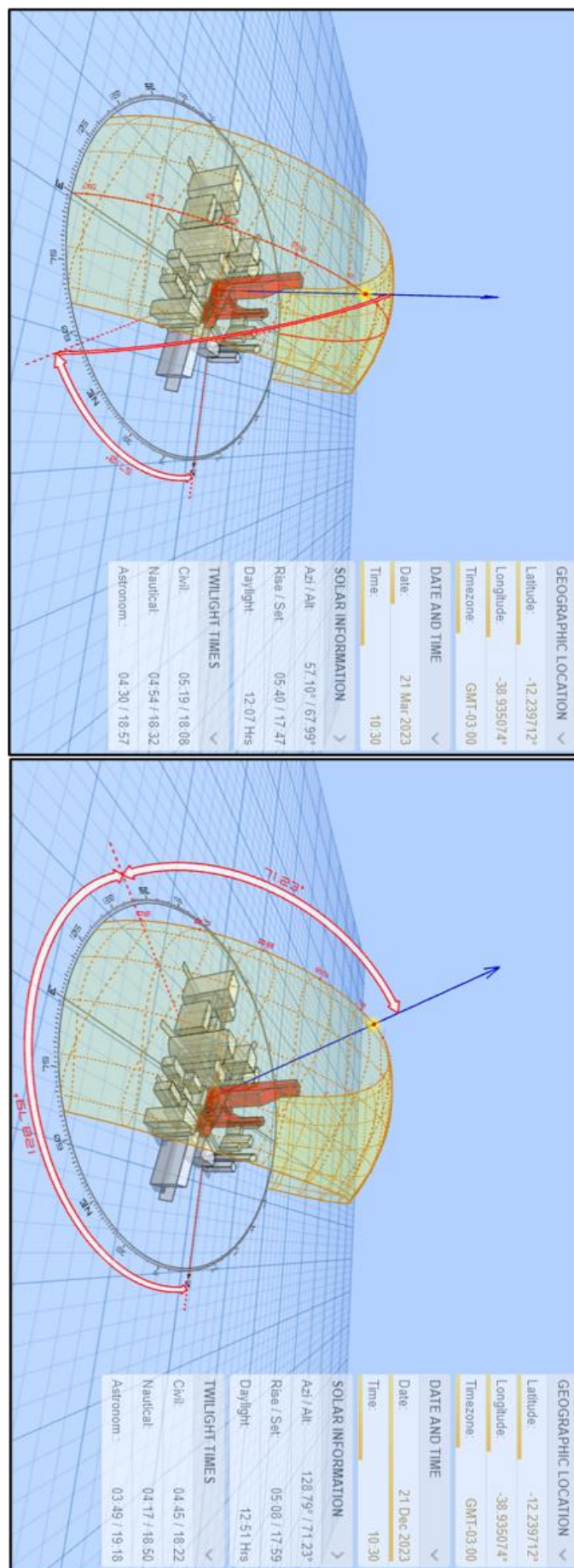


O aplicativo interativo 3D Sun Path, desenvolvido por Dr. Andrew Marsh, é uma ferramenta essencial para visualizar a relação entre localização geográfica e a trajetória do Sol ao longo do ano. Esta aplicação permite que os usuários explorem, de maneira dinâmica, o diagrama do caminho solar, as projeções de sombra e as variações do comprimento do dia com base na localização escolhida. Com uma interface intuitiva, é possível ajustar a data e hora para observar como essas variáveis afetam a posição solar em tempo real.

Integrando a Web 2.0 no processo de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), o 3D Sun Path serve não apenas como um recurso didático poderoso, mas também como uma plataforma colaborativa. Através do uso desse aplicativo, os alunos podem experimentar diretamente as implicações da localização geográfica na trajetória aparente do Sol, analisando dados específicos para suas regiões e períodos do ano.

A Figura ao lado ilustra a visualização da trajetória solar para Feira de Santana-BA nas datas de 21 de março e 21 de dezembro de 2023, às 10h30, exemplificando a utilidade prática desta ferramenta. Além disso é possível simular a movimentação aparente do Sol ao longo do ano para qualquer localidade o que ajuda no entendimento da movimentação ao longo do eixo norte-sul e a posição solar nos equinócios e solstícios.

Figura 25-Trajétória Solar no applet 3D Sun Path para a localização em Feira de Santana-BA.

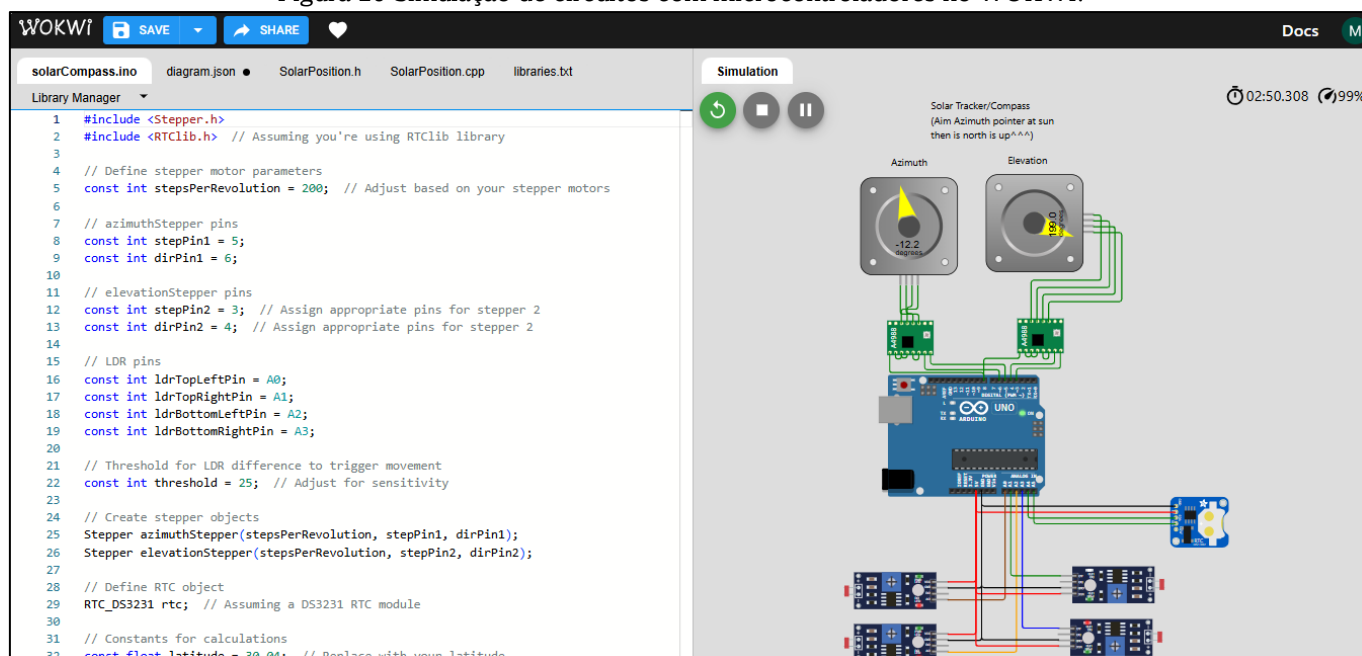




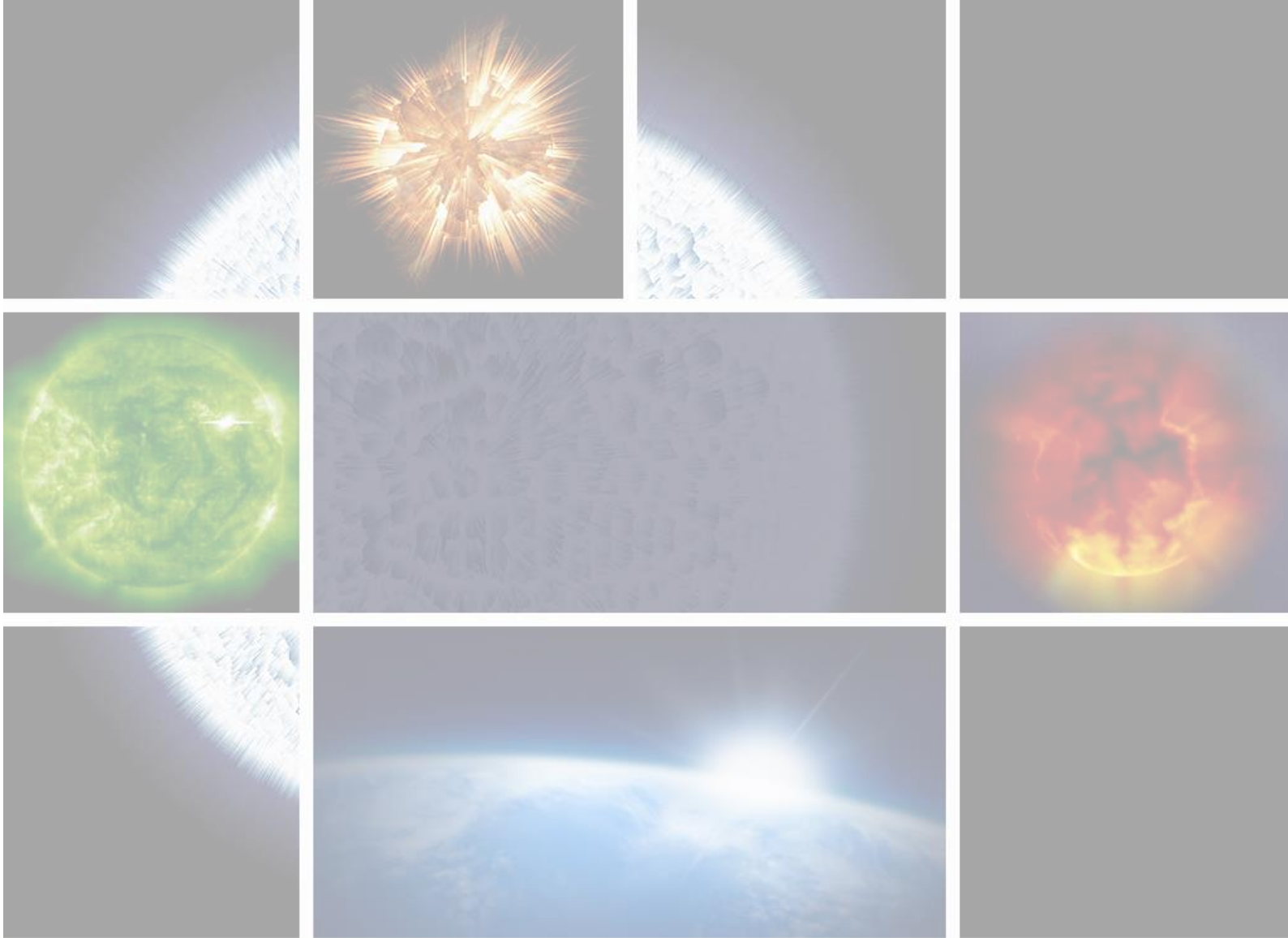
Simuladores gratuitos e online como **Tinkercad e Wokwi** permitem a simulação e teste de dispositivos eletrônicos, suportando placas de desenvolvimento como Arduino Uno, Nano, Mega, ESP32, STM32, ATtiny85 e Raspberry P. Esses simuladores aceitam linguagens como C++, Micropython, CircuitPython e Rust, proporcionando um ambiente flexível para desenvolvimento e teste. Para iniciantes em robótica educacional, a programação em blocos é recomendada inicialmente e aos poucos utilizar linguagens de programação tradicionais.

Por exemplo, ao simular um Seguidor Solar, você pode configurar um circuito com, RTC( Relógio de Tempo Real), drivers, LDRs (resistores dependentes de luz) conectados a um Arduino Uno ou ESP32 virtual. Esses sensores detectam a intensidade da luz solar e enviam dados para o microcontrolador, que ajusta a posição de um motor servo ou motor de passo para alinhar a placa solar com a posição do Sol. Utilizando simuladores, os alunos se familiarizam com microcontroladores, linguagens de programação e periféricos, entendendo as interações entre sensores e atuadores facilitando o uso posterior do hardware físico.

Figura 26-Simulação de circuitos com microcontroladores no WOKWI.







## **Criação e Desenvolvimento de Artefatos**

No estágio de desenvolvimento dos protótipos, os alunos utilizam os dados e gráficos coletados na etapa anterior para testar e calibrar os motores dos seguidores solares. Cada equipe é responsável pela execução prática de seus projetos, sendo supervisionada e orientada pelo professor ao longo do processo.

Durante o desenvolvimento dos artefatos, os alunos colaboram, discutem problemas e encontram soluções em equipe, reforçando o aprendizado técnico e desenvolvendo habilidades de trabalho em grupo e resolução de problemas.

Nessa etapa, a prática guia os alunos para o ambiente do laboratório. Com o conhecimento adquirido nas aulas anteriores, os estudantes realizam experimentos previamente simulados em computador com microcontroladores e dispositivos de entrada e saída. Os alunos têm a oportunidade de manusear ativamente os componentes, desenvolvendo habilidades práticas essenciais para o sucesso nas próximas fases do projeto.

O laboratório se torna um campo onde os estudantes podem testar teorias e ganhar confiança na manipulação de tecnologias específicas. Nesta etapa, os alunos dão início à realização de experimentos práticos em laboratório.

Para a montagem das bases comerciais Pan/Tilt, os alunos devem reunir todos os componentes necessários, incluindo micro servos motores, a base Pan/Tilt e as ferramentas básicas. Primeiro, fixam os dois servos motores na base. Em seguida, conectam os cabos de alimentação e controle dos servos à fonte de alimentação. A configuração do sistema deve ser realizada utilizando os dados solares coletados, programando os ângulos de rotação necessários para os motores.

Na imagem ao lado, podemos observar três tipos de bases para montagem de seguidores solares. A primeira base é feita de plástico e é projetada para montagem com micro servos de 9g, oferecendo uma solução leve e acessível para projetos iniciais. A segunda base é fabricada em MDF e foi cortada a laser, também adaptada para micro servos de 9g, proporcionando uma estrutura mais rígida e personalizada. Por fim, a terceira base é de metal e equipada com DSSERVOS, que são servos mais potentes com maior torque, adequados para suportar cargas mais pesadas e oferecer maior robustez e estabilidade ao sistema. Cada tipo de base tem suas próprias características e aplicações, permitindo uma ampla gama de opções para a montagem e ajuste dos seguidores solares.



Figura 28-Base em MDF com microservos 9g.

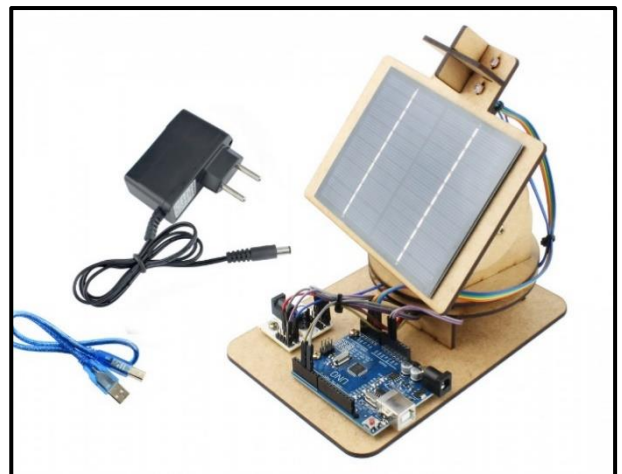


Figura 29-Base em metal com DSSERVOS 20kg.



Os alunos do curso de Engenharia da Computação da UNIFACS, campus Feira de Santana, apresentaram diversos protótipos desenvolvidos em equipes.

A Equipe 1 criou uma árvore de Natal conectada a uma bateria alimentada por um seguidor solar, destacando uma maquete detalhada com placas solares, sensores LDR e LEDs para iluminação.

A Equipe 2 projetou um mini fogão solar integrado a um sistema heliotérmico com um seguidor solar. Utilizando materiais reciclados, a equipe construiu um fogão com um braço robótico e outros componentes, assegurando que o fogão se mantivesse sempre voltado para o sol.

A Equipe 3 trabalhou com painéis solares fotovoltaicos, empregando o ESP32 para coordenar e controlar o sistema. Utilizando as equações da Astronomia para posição solar, controlador de carga, wattímetro e um servo motor, a equipe ajustou a posição da placa solar para maximizar a captação de energia ao longo do dia.

Figura 30-Protótipo de seguidor solar com painel solar alimentador de bateria.



Figura 31-Protótipo de fogão solar acoplado a seguidor solar.



Figura 32-Protótipo de minissistema fotovoltaico acoplado a seguidor solar.



A Equipe 4 desenvolveu um radiotelescópio amador montado sobre um seguidor solar. O sistema incluiu uma antena de televisão, um detector de sinal e um localizador de satélite, com foco em materiais de baixo custo e simplicidade na montagem para captar e exibir sinais de rádio.

A Equipe 5 criou um imageador solar, projetado para capturar e analisar imagens do sol. Este protótipo integrou uma câmera com um sistema de rastreamento solar, permitindo a captura de imagens precisas da superfície solar ao longo do dia.

Figura 33-Protótipo de radiotelescópio acoplado a seguidor solar.



Figura 34-Protótipo de imageador all sky.

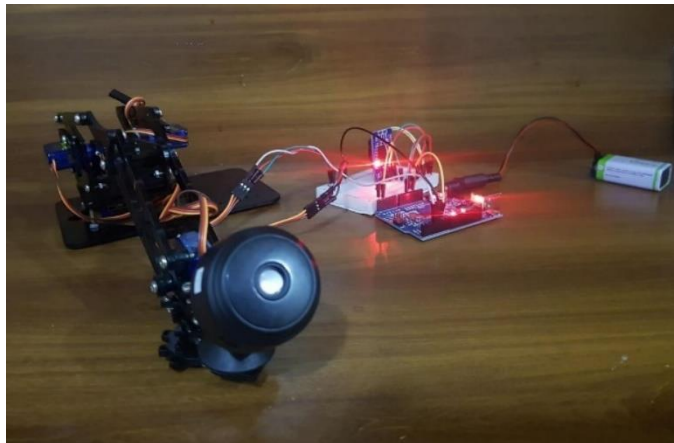
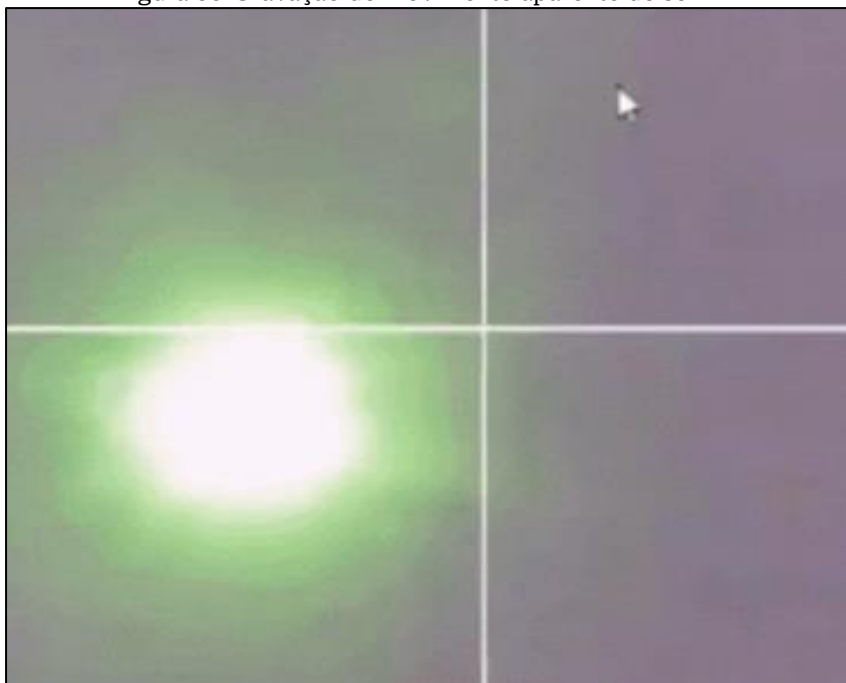


Figura 35-Gravação do movimento aparente do sol





Os alunos do curso técnico em Eletromecânica do Centro Estadual de Educação Profissional Àureo de Oliveira Filho (CEEP) desenvolveram a base para um seguidor solar utilizando uma abordagem prática na oficina da escola, começando com o desenho técnico em CAD para facilitar a fabricação das peças. Esse desenho detalhado permitiu a visualização precisa da estrutura e das dimensões necessárias para cada componente.

Figura 36-Desenho da base do Seguidor Solar em software Cad.

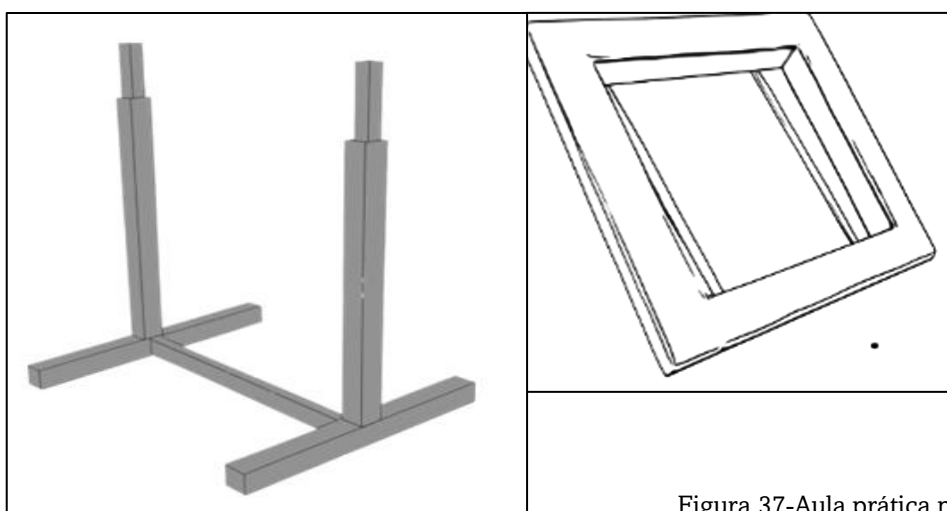


Figura 37-Aula prática na oficina do CEEP.

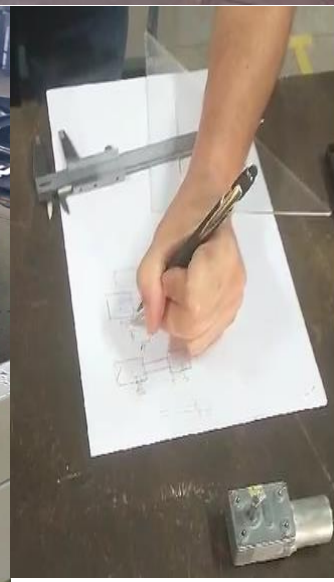
Com o desenho CAD em mãos, os alunos procederam à confecção da base, utilizando uma série de ferramentas e equipamentos como torno, fresa, esmeril, serra policorte, solda e instrumentos de medição. O material escolhido para a construção da base foi o metalon, conhecido por sua resistência e durabilidade. As peças foram cortadas nas dimensões exatas usando a serra policorte, conforme especificado no desenho CAD.



Figura 38-Confecção da base do Seguidor Solar.

A usinagem foi realizada com precisão no torno e na fresa, garantindo que todas as peças se encaixassem perfeitamente e seguissem a geometria correta. Após a usinagem, as peças foram ajustadas e soldadas para formar a estrutura da base. O esmeril foi utilizado para suavizar as arestas e remover rebarbas, assegurando um acabamento adequado.

Durante todo o processo, os alunos utilizaram instrumentos de medição para verificar as dimensões e garantir que a base atendesse às especificações do projeto. Essa experiência prática, aliada ao uso do CAD, permitiu que os alunos aplicassem seus conhecimentos teóricos em um contexto real, desenvolvendo habilidades essenciais para a carreira em Eletromecânica, como a precisão na usinagem, a técnica de soldagem e o uso de ferramentas de medição.





## **Pesquisa Adicional e Apresentação Final**

Após a construção dos seguidores solares, os alunos passaram para a fase dos ajustes finais, essenciais para garantir o bom funcionamento e a estética dos protótipos. Nesta etapa, foram realizados testes para verificar a precisão dos movimentos e a estabilidade das bases. Além dos testes funcionais, os alunos dedicaram-se à pintura das estruturas. Utilizando técnicas apropriadas para metais e outros materiais, as bases dos seguidores solares receberam acabamentos que não apenas melhoraram a aparência, mas também proporcionaram uma camada adicional de proteção contra corrosão e desgaste. A escolha das cores e o cuidado na aplicação da pintura refletiram o profissionalismo e a atenção aos detalhes dos estudantes.

Os alunos do curso técnico em Eletromecânica do CEEP, junto ao professor, criaram um site para facilitar o acesso ao material de pesquisa e apresentar o projeto de seguidores solares. Disponível em <https://profmarcos2033.wixsite.com/seguidor-solar-conec>, o site facilita a divulgação do projeto, permitindo que alunos de outras escolas, professores e interessados externos possam entender e acompanhar o progresso e os resultados alcançados.

Figura 39-Ajustes finais da base confeccionada.



Figura 40-Criação do site do projeto para divulgação.

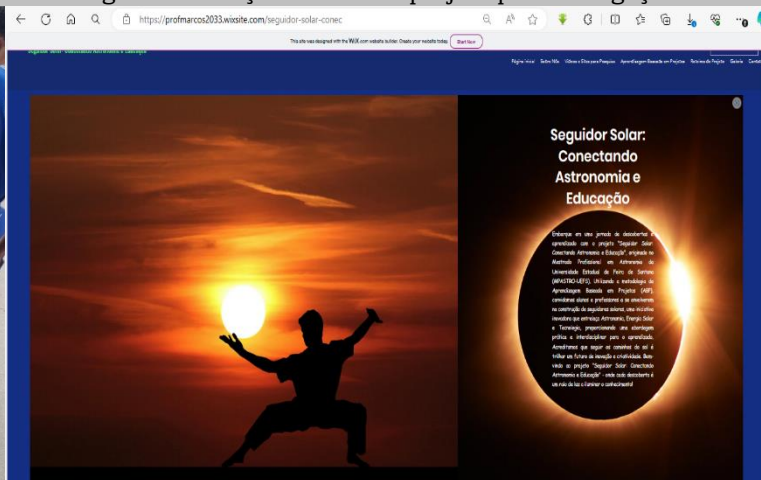


Figura 41-Acoplamento do motor e testes de controle de velocidade de rotação

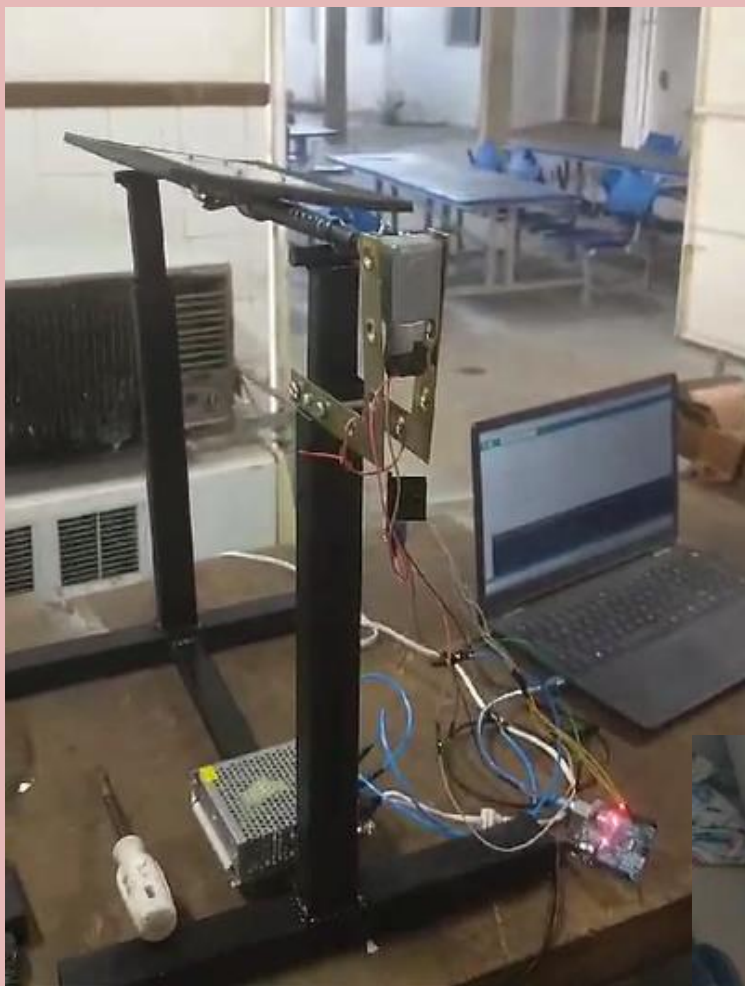


Figura 42-Acoplamento do painel fotovoltaico





A apresentação dos projetos é uma necessidade fundamental da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Esta fase permite que os alunos compartilhem suas descobertas e inovações. Os alunos da UNIFACS, campus Feira de Santana, exibiram seus trabalhos na Semana de Inovação da faculdade. Esta ocasião reuniu estudantes de diversos cursos, professores, funcionários e público externo, proporcionando uma excelente oportunidade para os alunos compartilharem suas inovações e conhecimentos adquiridos ao longo do projeto.

Simultaneamente, os alunos do CEEP participaram da 11ª Feira de Ciências da Bahia (FECIBA). Este evento foi uma vitrine para a criatividade e dedicação dos estudantes, atraindo a atenção de alunos de várias escolas, professores e avaliadores do Núcleo Territorial do Sertão (NTE 19). Durante a FECIBA, os alunos do CEEP apresentaram seus seguidores solares com destaque, demonstrando a eficácia e o impacto dos dispositivos desenvolvidos.

A apresentação detalhada e prática dos seguidores solares chamou a atenção dos avaliadores e do público presente, resultando em um reconhecimento significativo: os alunos do CEEP conquistaram o 3º lugar na etapa territorial. Esta premiação destacou não apenas a excelência técnica dos projetos, mas também a habilidade dos alunos em comunicar e demonstrar seus conhecimentos de forma segura.

Figura 43-Apresentação dos projetos dos alunos da UNIFACS na semana de inovação



Figura 44-Apresentação e premiação dos projetos dos alunos do CEEP na XI FECIBA.



## **5. Considerações Finais**

A implementação da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) no ensino de Astronomia demonstrou ser uma abordagem desafiadora, mas altamente gratificante tanto para o professor quanto para alunos. Para os docentes, a ABP exige um investimento considerável em pesquisa, criação de planos de trabalho, desenvolvimento de materiais de estudo, e na orientação contínua das equipes, além do acompanhamento do progresso dos projetos. Esse esforço inicial, no entanto, transforma a dinâmica de ensino, tornando-a mais interativa e estimulante.

Para os alunos, a ABP representa uma mudança significativa em relação ao aprendizado passivo tradicional. Ao serem desafiados a sair de suas zonas de conforto, os estudantes desenvolvem habilidades para buscar conhecimento de forma ativa, solucionar problemas reais e trabalhar colaborativamente. Essas competências são fundamentais, especialmente em cursos profissionalizantes, onde a aplicação prática e a preparação para o ambiente de trabalho são essenciais.

A importância do ensino de Astronomia é ampliada pela integração de tecnologias práticas, como os seguidores solares, que conectam conceitos astronômicos com aplicações reais. Este tipo de projeto proporciona uma compreensão dos temas estudados, preparando os alunos para desafios futuros e destacando a relevância da tecnologia no aprendizado. O impacto positivo da ABP é evidente no engajamento dos alunos e na qualidade dos projetos apresentados, como demonstrado nas apresentações na Semana de Inovação da UNIFACS e na 11ª Feira de Ciências da Bahia (FECIBA), onde os alunos do CEEP foram premiados.

Em suma, a Aprendizagem Baseada em Projetos transforma a educação, tornando-a mais dinâmica e relevante. Ao incorporar a ABP no ensino de Astronomia, estamos preparando nossos alunos não apenas para exames de conhecimento, mas para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo com confiança e competência.



## Referências

A BLANCO-MURIEL, A.; ALARCÓN-PADILLA, D. C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, F.; CASTAÑO, F. J. **Computing the solar vector**. Solar Energy, v. 70, n. 5, p. 431-441, 2001.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Brasília: MEC, 2018. Acesso em: 11/11/2022. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf).

BENDER, Willian N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Penso Editora, 2015.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Monserrat. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. Penso Editora, 2017.

IF-UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Movimento Anual do Sol e Estações do Ano**. 2023. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula3-141.pdf>. Acesso em: 07 de março de 2023.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. **Energia Solar**: Estimativa e Previsão de Potencial Solar. [S.l.]: Editora Appris, 2020.

MEEUS, J. **Astronomical Algorithms**. Second. Richmond: Willmann-Bell, Inc., 1998.

NOGUEIRA, Nilbo Ribeiro. **Pedagogia dos projetos**: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências. Érica, 2007.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration Solar Calculator. Disponível em: <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>. Acesso em: 29 jul. 2023.

REDA, I.; ANDREAS, A. **Solar position algorithm for solar radiation applications**. Solar Energy, v. 76, n. 5, p. 577-589, 2004.



## TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atestamos para os devidos fins que o produto educacional abaixo especificado foi aplicado com 24 estudantes do 3º ano do Ensino Profissional (Integrado em Eletromecânica e Subsequente em Eletrotécnica), no Centro Estadual de Educação Profissional Áureo de Oliveira Filho (CEEP), e com 28 estudantes do 4º e 8º semestre do curso de Engenharia da Computação, na Universidade Salvador (UNIFACS), em Feira de Santana - BA.

- ✓ SEGUIDOR SOLAR - GUIA DE ATIVIDADES PRÁTICAS COM SEGUIDORES SOLARES PARA O ENSINO PROFISSIONAL E SUPERIOR POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Feira de Santana, 19 de agosto de 2024

Presidente da Banca de Avaliação:  
Prof. Dr. Germano Pinto-Guedes (DFIS-UEFS)

Membro Interno do Mestrado Profissional em Astronomia:  
Prof. Dr. Nazareno Getter Ferreira de Medeiros (DFIS-UEFS)

Membro Externo – Convidado:  
Prof. Dr. Kilder Leite Ribeiro (UFRB)

