

DESENVOLVIMENTO DE ESTRUTURA MECÂNICA DE ALTA PRECISÃO PARA RASTREAMENTO DE OBJETOS INTERESTELARES

Winnie Queiroz Brandão¹; Mirco Ragni²; Germano Pinto Guedes³

1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduanda em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: winnievine@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: mirco.uefs@gmail.com
3. Participante do Projeto, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: germano@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar, Sistema de Rastreamento, Instrumentação.

INTRODUÇÃO

Para localizar os astros no céu é preciso utilizar um sistema de rastreamento que permita seguir o seu movimento aparente. Um sistema mecânico apropriado para este fim precisa atuar mediante dois graus de liberdade, que são os ângulos Azimutal (A) e Elevação ou Altura (h). Esses dois ângulos representam um sistema de coordenadas solares locais, pois utiliza como plano fundamental o horizonte, como mostrado na Figura 1. O ângulo azimutal pode ser contado a partir do Norte ou do Sul geográfico, enquanto o segundo ângulo h determina a altura do astro. A medida da altura deve ter origem no horizonte e extremidade no astro. O ângulo complementar da altura é chamado de distância zenital (z) e é medido a partir do zênite (BOCZKO, 1984). Existem na literatura diversos algoritmos (BLANCO-MURIEL *et al*, 2001; GRENA, 2008; MICHALSKY, 1988) que calculam as coordenadas dos astros com diferentes graus de precisão.

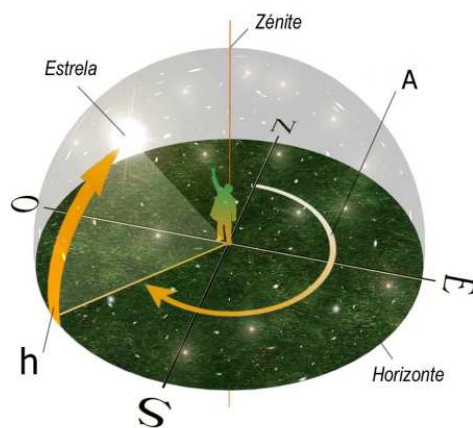


Figura 1: Representação das coordenadas locais (Altura e Azimute).

O objetivo deste trabalho é obter um sistema de rastreamento solar eletromecânico autônomo para seguir o movimento relativo do Sol, com a finalidade de realizar medidas de radiação solar direta. O estudo das coordenadas solares é importante para construir este rastreador, onde um sensor será instalado e direcionado para o círculo solar com o objetivo de aproveitar ao máximo a radiação solar direta e também filtrar (bloquear) a radiação espalhada. O rastreador deve seguir o movimento do Sol para garantir a incidência sempre normal ao sensor. Em seguida será apresentado o processo de fabricação das peças e a montagem da

estrutura mecânica do rastreador solar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho estudamos os conceitos básicos que estão ligados ao movimento relativo do Sol. Baseando-se sobre uma revisão de livros e artigos, escolhemos a rotina computacional proposta no artigo *Computing the Solar Vector* (BLANCO-MURIEL *et al*, 2001), que apresenta o Algoritmo da Posição Solar (PSA). Este algoritmo permite calcular as coordenadas locais do Sol para qualquer instante do dia e consiste de uma sequência lógica de equações das coordenadas solares para fazer a transformação das coordenadas celestes em coordenadas locais. A entrada (*input*) do programa é a latitude e a longitude do lugar de interesse, bem como a data atual. A rotina computacional foi adaptada a fim de calcular as coordenadas solares no Hemisfério Sul.

- **Fabricação e montagem das peças do Rastreador Solar**

A construção das peças do rastreador solar foi realizada no Laboratório de Energia Solar e na oficina mecânica do Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana. Os materiais utilizados na fabricação incluem tubos retangulares de alumínio, roldanas, tubos de alumínio maciço, rebites e instrumentos disponíveis no laboratório, como serra, furadeira, rebidadeira, dentre outros. A seguir será apresentada a metodologia aplicada para a construção das peças do instrumento, desde a base até a estrutura onde será fixado o sensor de radiação:

1. Base: O processo de montagem da base do rastreador é mostrado na Figura 2. A base é composta de um trilho e uma peça octogonal. Para a fabricação do trilho utilizamos três roldanas fixas em um pedaço de madeira (Figura 2.a), em seguida inserimos o tubo de alumínio maciço, de modo que o mesmo passasse entre as roldanas formando um círculo de 60 cm de diâmetro, como mostrado na Figura 2.b, até obter o formato de um arco (Figura 2.c). A peça octogonal foi feita utilizando tubos retangulares de alumínio. Para dar a forma de um octógono, cortamos o tubo de alumínio retangular em oito partes com um ângulo de $22,5^\circ$ nas extremidades (Figura 2.d). Estas peças foram montadas, como ilustrado na Figura 2.e, usando dezesseis placas de junção (Figura 2.f), sendo oito para o perímetro externo e oito para o interno. Estas placas foram obtidas a partir de chapas cortadas, furadas e sucessivamente dobradas com um ângulo interno de $157,5^\circ$. Com o objetivo futuro de acoplar outros instrumentos que também necessitem de rastrear o Sol, construímos dois suportes (Figura 2.g) e fixamos em direções opostas na base do rastreador (Figura 2.h). Finalizando a fabricação da base, fixamos quatro roldanas na parte inferior do octógono (Figura 2.i). A configuração final da base do rastreador pode ser vista na Figura 2.j.

2. Suporte de apoio: A peça responsável pelo movimento de elevação (ângulo h) é fixada na parte superior de um suporte construído a partir de um perfil de alumínio do tipo L. Este perfil foi moldado como mostra a Figura 3. Para proporcionar a dobradura dos perfis, foram feitos quatro pequenos cortes de $22,5^\circ$ em cada perfil L (Figura 3.a). A Figura 3.b representa o perfil já dobrado. Os dois suportes de apoio foram montados na base de forma a ficar um paralelo ao outro (Figura 3.c e 3.d).

3. Suporte de Rotação: O suporte de rotação vertical onde será fixado o sensor de radiação é composto por um aro de alumínio com 60 cm de diâmetro (Figura 4.a), junções de tubos retangulares de alumínio (Figuras 4.b e 4.c) e seis roldanas montadas nas extremidades dos tubos. As junções dos tubos foram fixadas no aro, como representado na Figura 4.d.

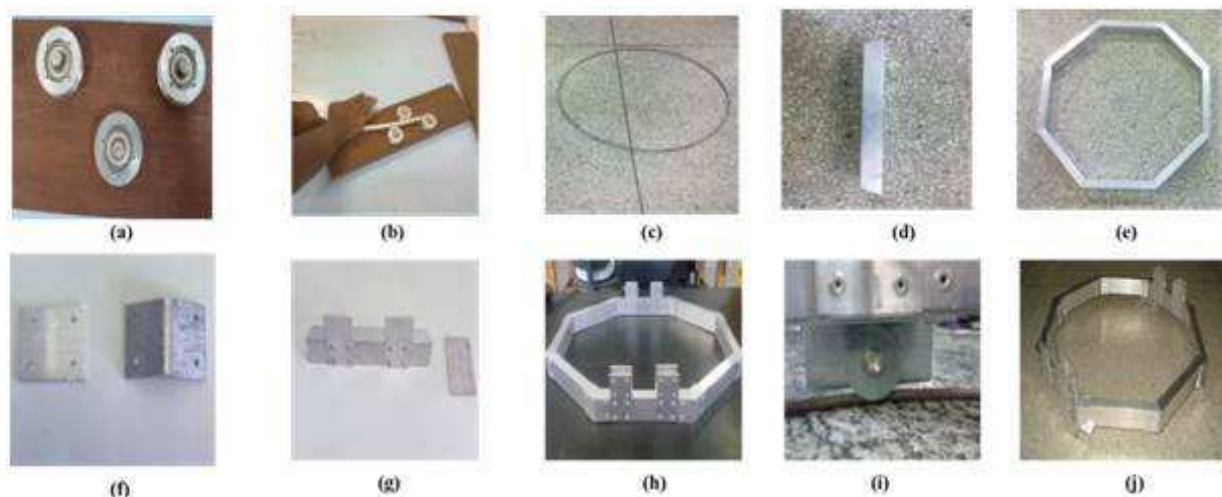


Figura 2: Base do sistema de rastreamento.

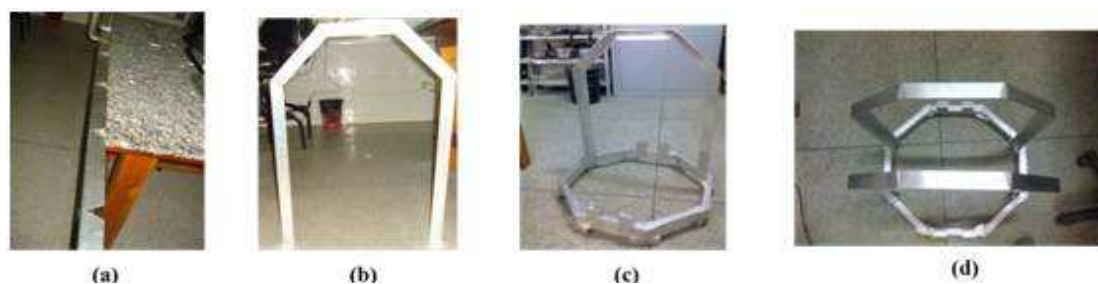


Figura 3: Processo de montagem do suporte de apoio.

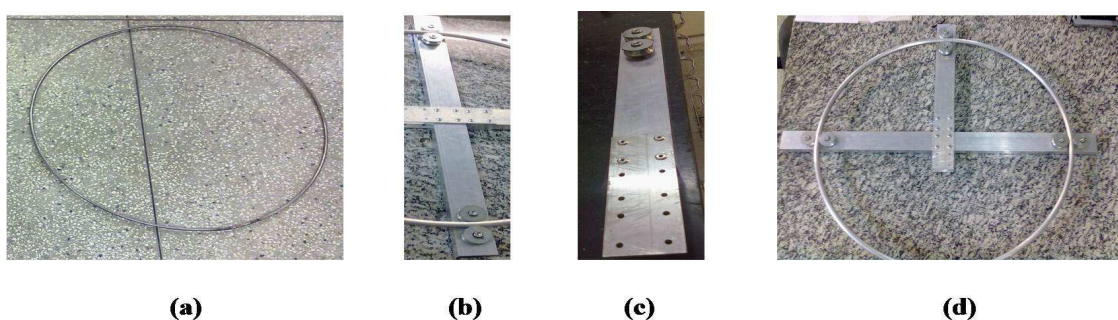


Figura 4: Peças do suporte de Rotação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A montagem do rastreador solar foi realizada após a construção de todas as peças, unindo a base do rastreador, o suporte de apoio e o suporte de rotação, alcançando assim o objetivo de uma das etapas do projeto de iniciação científica. Para obter os resultados desejados, em termos de mecânica eficiente, foi de extrema importância a escolha de um material flexível e resistente. O alumínio surgiu como escolha natural devido às suas propriedades. Por exemplo, o alumínio por ser mais leve que outros metais, facilita o transporte do rastreador. Ele possui ainda uma alta resistência a agentes corrosivos, tendo

assim uma longa vida útil. O alumínio, apesar de ser difícil de soldar, é um material dúctil e simples de ser trabalhado. Em suma, ele torna a realização e a utilização do rastreador uma tarefa de menor complexidade.

O produto final desta etapa consistiu na montagem de uma estrutura de base para a instalação do sensor que irá detectar a radiação solar direta de forma persistente, chamado pireliômetro. Na Figura 5 encontra-se o rastreador solar construído, onde foi instalado o sensor pireliômetro de modelo Keep & Zonen. Como descrito na seção Materiais e Métodos, o rastreador consiste da base e dois suportes fixados paralelamente. O ângulo de elevação do Sol é ajustado com o auxílio de um aro de alumínio fixado aos suportes paralelos. O aro e um dos suportes facilitarão a sua funcionalidade. A estrutura metálica foi montada de forma a receber um protótipo do sensor e conseguir de forma eficiente promover o ajuste de ângulos (Azimute e Altura). Futuramente a orientação espacial do sensor será obtida mediante a interação do programa que implementa o algoritmo PSA com o microcontrolador responsável pela pilotagem dos motores.



Figura 5: Rastreador solar e sensor pireliômetro fabricado pela Keep & Zonen.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho construímos um rastreador solar mecânico. O próximo passo para a finalização do projeto de iniciação científica consiste na realização da eletrônica necessária para o funcionamento da estrutura e sua programação com a rotina PSA. Além disso, será confeccionado um sensor pireliômetro. Os dados a serem coletados pelo sensor serão transmitidos para um computador e armazenados em disco, onde serão visualizados em gráficos de intensidade em função da hora do dia.

REFERÊNCIAS

- BOCZKO, R. 1984. *Conceitos de Astronomia*. São Paulo, Edgard Blücher, 266p.
- BLANCO-MURIEL, M; D.C. ALARCON-PADILLA; T. LOPEZ-MORATALLA; M. LARA-COIRA. 2001. Computing the Solar Vector. *Solar Energy* 70 (5):431-441.
- GRENA, R. 2008. An algorithm for computation of the solar position. *Solar Energy*, 82: 462-470.
- MICHALSKY, J. J. 1988. The Astronomical Almanac's Algorithm for Approximate Solar Position (1950-2050). *Solar Energy* 40 (3): 227-235, USA.
- ROTH, P; A. GEORGIEV; H. BOUDINOV. 2004. Design and construction of a system for sun-tracking. *Renew. Energy* 29: 393-402.