



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76  
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

## **XXIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS** **SEMANA NACIONAL DE CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - 2019**

### **AQUISIÇÃO REMOTA DE ESPECTRO SOLAR**

**Gabriel C. Silva<sup>1</sup>; Germano P. Guedes<sup>2</sup>**

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia da Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: gabrielcruz7400@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: germano@uefs.br

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar; espectrômetro; espectro.

### **INTRODUÇÃO**

O espectro da radiação solar sofre profundas modificações ao atravessar a atmosfera da Terra, com isso, vários modelos teóricos tentam reproduzir (ou prever) o espectro solar após a passagem da radiação pelas camadas da atmosfera terrestre e suas respectivas matérias gasosas. Este espectro medido na superfície da Terra é uma curva de referência usada na calibração, teste e análise de vários materiais e dispositivos usados na conversão fototérmica e fotovoltaica. Já são obtidos dados de parâmetros atmosféricos através de um tratamento analítico da equação de transmissão associado com uma rotina de computador que, recursivamente, consegue calcular concentrações do ozônio, coluna de água, entre outros.

Para resolver o problema inverso, precisamos principalmente de medidas instantâneas do espectro solar tomadas com um espectrômetro calibrado e, juntamente com o espectro solar padrão (extraterrestre) e os espectros de absorção para os componentes opticamente ativos mais relevantes, possamos inferir sobre os parâmetros atmosféricos. O Lab. de Energia Solar dispõe de diversos mini-espectrômetros *USB (USB 650 –Red Tide, USB2000+ e USB4000*, todos da *OceanOptics*) que são operados apenas localmente, conectados via USB em um computador, através de um aplicativo que permite o controle de parâmetros (tempo de aquisição, média, etc.).

O objetivo deste trabalho foi transformar um mini-espectrômetro em um sistema embarcado capaz de realizar medidas de espectro solar sem a necessidade de estar conectado a um computador. Neste resumo será apresentado os equipamentos utilizados na pesquisa e como o objetivo principal foi atingido, juntamente com os resultados obtidos pela ferramenta e suas discussões.

### **MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)**

Um espectrômetro é um instrumento que opera em uma ampla faixa de comprimentos de onda e mede a quantidade de fótons (a intensidade da luz) absorvidos de um feixe de luz após ter passado pela solução de amostra. O espectrômetro utilizado nesta pesquisa

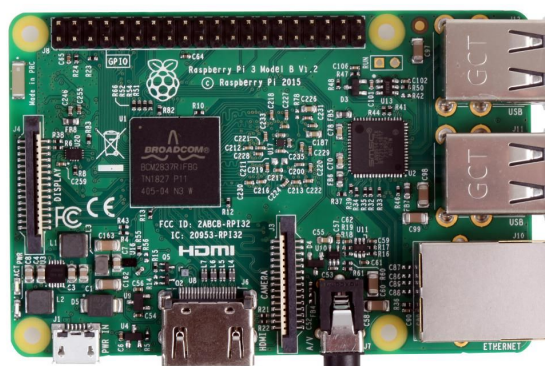
foi o USB2000+ (Figura 1), da OceanOptics que opera na faixa de 200 à 900 nm do comprimento de onda do espectro eletromagnético.



**Figura 1: Espectrômetro USB2000+**

O Raspberry Pi 3 (Figura 2) é um microcomputador de baixo custo que tem um processador quad-core de 64 bits com 1.2 GHz com arquitetura ARM. O Raspberry Pi comporta entradas USB, HDMI e slot para cartão de memória, resumindo, trata-se de um computador completo, porém muito menor (equivalente ao tamanho de um cartão de crédito) e muito mais barato. Podem ser instalados diversos sistemas operacionais no Raspberry Pi, para o desenvolvimento desta ferramenta foi utilizado um SO baseado no Linux, o Raspbian, que facilita bastante no desenvolvimento de aplicações.

A comunicação entre os dois dispositivos foi feita com o espectrômetro conectado via USB no Raspberry Pi, a partir disso foi utilizada uma biblioteca escrita na linguagem de programação *Python*, chamada *pyseabreeze*. Essa biblioteca é responsável por fazer uma “ponte” entre o espectrômetro e o Raspberry Pi, como não existe um *driver* da fabricante do espectrômetro a biblioteca serve como uma alternativa.



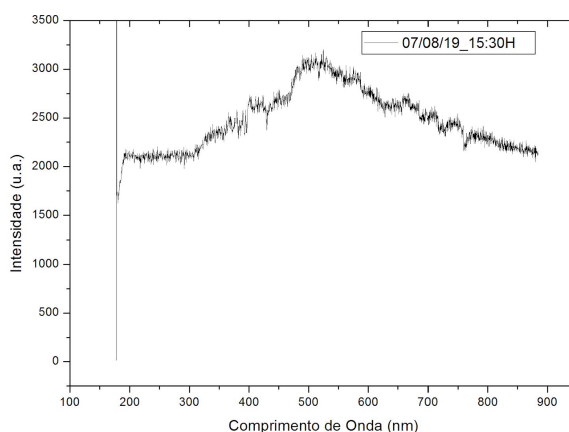
**Figura 2: Raspberry Pi 3**

O código-fonte escrito para a operação da ferramenta consiste em, basicamente, coletar os comprimentos de onda e intensidades de uma amostra de luz, esses dados são salvos em um arquivo texto para uma leitura e análise posterior.

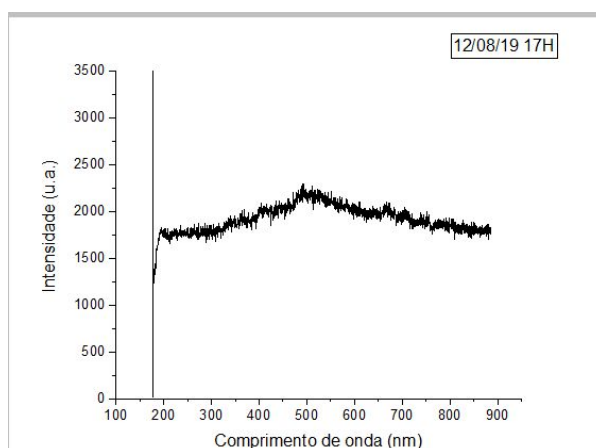
## RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Como descrito anteriormente, o produto gerado pelo código-fonte é um arquivo texto contendo a amostra de luz recentemente coletada pelo Espectrômetro. O arquivo texto contém dois parâmetros que são o Comprimento de Onda (nesse caso é a faixa em que opera o espectrômetro) e a Intensidade da luz.

Para uma análise profunda da intensidade da luz solar posicionamos a ferramenta contra a luz do sol em dois horários de dias diferentes. A primeira amostra (Figura 3) é referente à uma tarde ensolarada, vejamos como os dados coletados do espectro da luminosidade em momentos diferentes se comportam em forma de gráfico (Figuras 3 e 4). Os gráficos foram obtidos utilizando a plataforma *Origin*, foi necessário importar o arquivo texto de cada amostra e construir o gráfico que consiste em: A coordenada Y se refere à intensidade da amostra e a coordenada X, ao comprimento de onda. Percebe-se que os dados de comprimento de onda só aparecem na faixa de 200 à 900 nm, que é a faixa em que este espectrômetro opera. A Figura 4 se refere à uma tarde nublada com pouca intensidade de luz, com esses gráficos podemos notar a grande diferença de intensidade entre uma tarde ensolarada e outra, nublada.



**Figura 3: Amostra retirada de um dia ensolarado**

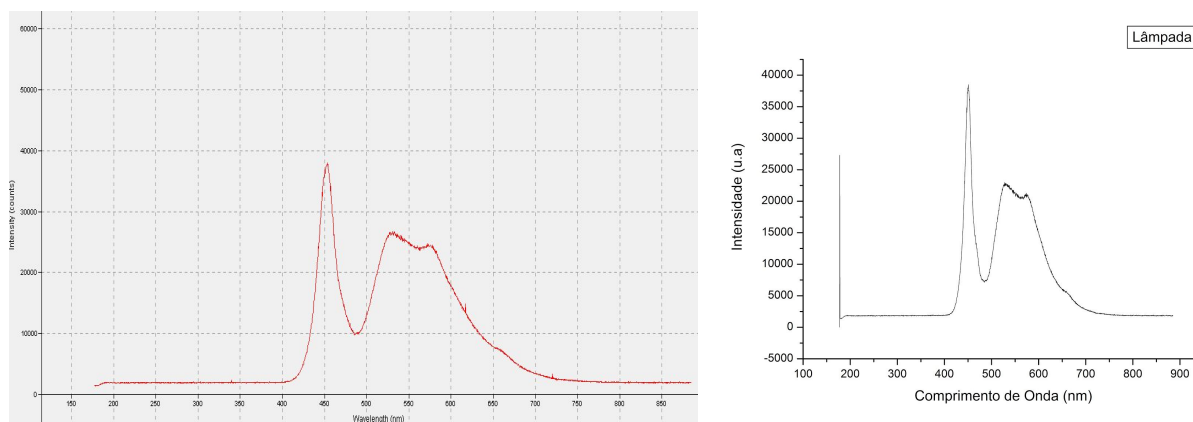


**Figura 4: Amostra retirada de um dia ensolarado**

Observando os dois gráficos, nota-se uma grande diferença de intensidade, enquanto que no dia ensolarado a intensidade teve o pico de aproximadamente 3000 u.a.

(unidades arbitrárias) enquanto que no dia nublado houve um pico de aproximadamente 2000 u.a.

Para provar a confiabilidade da ferramenta, foi feita uma comparação (Figura 5) entre o gráfico gerado pelo software oficial da OceanOptics, o SpectraSuite entre o gerado pela ferramenta. Foi realizada a medição de uma lâmpada fluorescente no mesmo ponto, primeiro com o espectrômetro plugado no computador (à esquerda) e, depois, na ferramenta (à direita).



**Figura 5: Comparação entre espectros coletados pelo SpectraSuite e pela ferramenta construída (respectivamente)**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

De acordo com os dados obtidos e a comparação entre o software oficial e o gráfico dos dados gerados pela ferramenta, é possível afirmar que o protótipo desenvolvido se mostrou confiável em suas medições e com isso será possível fazer pesquisas no cálculo de composição atmosférica através dos espectros da radiação solar obtidas pela ferramenta.

O produto construído neste projeto trata-se de um primeiro protótipo, a ideia é realizar melhorias para que a ferramenta seja totalmente portátil para realizar medidas mais precisas do espectro da radiação solar, também para que as medidas realizadas sejam visualizadas pelo pesquisador em tempo real em uma tela acoplada à ferramenta tornando automatizada a análise dos espectros, e por último, que os dados coletados sejam enviados via internet para um banco de dados para uma análise posterior mais precisa das amostras que foram coletadas.

## REFERÊNCIAS

C.A.Gueymard, REFERENCE SOLAR SPECTRA: THEIR EVOLUTION, STANDARDIZATION ISSUES AND COMPARISON TO RECENT MEASUREMENTS, *Advances in Space Research*, Vol.37, pp.323–340 (2006);  
SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. *Principles of Instrumental Analysis*. 6 edição. ed. [S.l.]: Thomson Brooks, 2007. 1057 p. ISBN 9780495012016;  
USB2000+ Fiber Optic Spectrometer: Installation and Operation Manual;  
Raspberry Pi Getting Started Guide, RS Components, Vsn 1.0, 2012.