



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

XXIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2020

MONITORAMENTO REMOTO DO ESPECTRO SOLAR

Gabriel da Cruz Silva¹ e Germano Pinto Guedes²

¹Estagiário PEVIC, Graduando em Engenharia da Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: gabrielcruz7400@gmail.com

²Orientador, 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 construir um programa capaz de controlar o mini-espectrômetro através de um Raspberry Pi com uma interface gráfica de usuário. Neste resumo será apresentado os equipamentos utilizados na pesquisa e como o objetivo principal foi atingido, juntamente com os resultados obtidos e suas discussões.

METODOLOGIA

Espectrômetro

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+

Raspberry Pi

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.

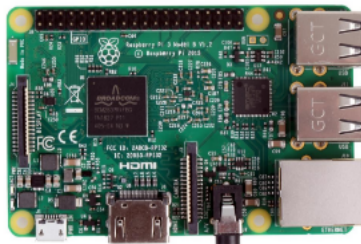


Figura 1: Espectrômetro USB2000+

Interface Gráfica

Para construir os gráficos gerados a partir dos dados do espectrômetro foi utilizada duas bibliotecas do *Python*, o *Matplotlib* e *Tkinter*.

A biblioteca *Matplotlib* é uma biblioteca com recursos para a geração de gráficos 2D e 3D a partir de *arrays*, que é uma estrutura que armazena os dados sequencialmente. Gráficos comuns podem ser reproduzidos em alta qualidade a partir de comandos simples, estes comandos são inspirados nos comandos gráficos do MATLAB. Utilizando o *Matplotlib* foi feito um *script* (Figura 3) que tem como principal objetivo receber um arquivo de texto - que é o arquivo de texto gerado pelo *script* principal da ferramenta - e usar os dados do arquivo para gerar o gráfico do espectro. O arquivo de texto tem duas propriedades que são: Comprimento de Onda e Intensidade da amostra, a partir disso foi definido que as propriedades seriam o eixo X e Y respectivamente, na prática os eixos se transformam em dois arrays. Então, após requisitar os dados e armazená-los em arrays e também definir a escala do gráfico de acordo com os dados do espectro, o *script* plota os dados no gráfico para a visualização. Um *script* bem simples, mas poderoso.

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 x, y = np.loadtxt('lampada.txt', delimiter = '/', unpack=True)
5 plt.xlim(200, 850)
6 plt.ylim(0, 40000)
7
8 plt.plot(x, y)
9 plt.show()
```

Figura 3: Código-Fonte

Já a biblioteca *Tkinter* foi responsável pela implementação da interface gráfica de usuário da ferramenta. A construção da interface de usuário é dada da seguinte forma: foi reunido todos os *scripts* já escritos anteriormente em um só programa, então a interface gráfica é responsável pela união de todos os códigos em apenas um único código-fonte. Primeiramente é construída a janela para a execução do programa, posicionado os botões e demais funções e a partir deste ponto, a união dos programas é feito. Para adquirir os dados do espectrômetro e plotar o gráfico do espectro é necessário apenas um botão. E o gráfico do *Matplotlib* é gerado em uma janela à parte do programa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 mostra a tela inicial da interface gráfica da ferramenta. Quando o botão “Adquirir” é clicado, a interface invoca o *script* de aquisição de dados, este realiza a comunicação com o espectrômetro para que os dados sejam coletados. Feito isso, o programa mostra o gráfico do espectro obtido, como é descrito na Figura 5.

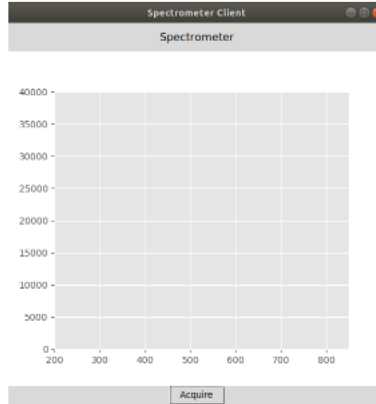


Figura 4: Tela Inicial

A interface de usuário além de mostrar o espectro também conta com diversas funcionalidades que também estão contidas na Figura 5. É permitido que o usuário gere mais de um gráfico, a partir disso as setas controlam a navegação pelos gráficos gerados. A interface também permite que o usuário mova o gráfico, podendo observar com mais precisão todos os pontos obtidos, além de melhorar a escala do mesmo. O usuário também pode redefinir a visualização para a original. E por último, o usuário pode salvar a imagem do espectro em formato .png. Quando clicado, é possível escolher o caminho para onde a imagem deve ser salva.

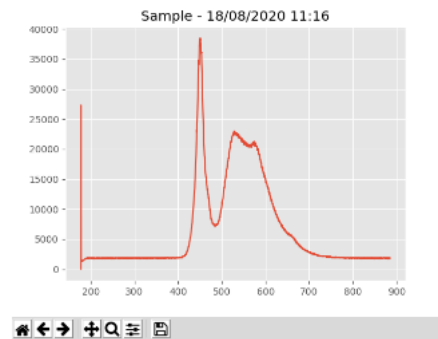


Figura 5: Espectro

O espectro da imagem foi obtido com a ferramenta apontada para uma lâmpada incandescente, para provar que a ferramenta é confiável, ou seja, se produz dados que são compatíveis com os dados produzidos pelo espectrômetro, foi medido o espectro da mesma lâmpada com o espectrômetro desconectado do Raspberry Pi e conectado à um computador rodando o programa da fabricante. O resultado é descrito na Figura 6 e o que pode ser observado é que o gráfico da Figura 5 e o da Figura 6 são amplamente semelhantes, o que comprova a confiabilidade da ferramenta criada.

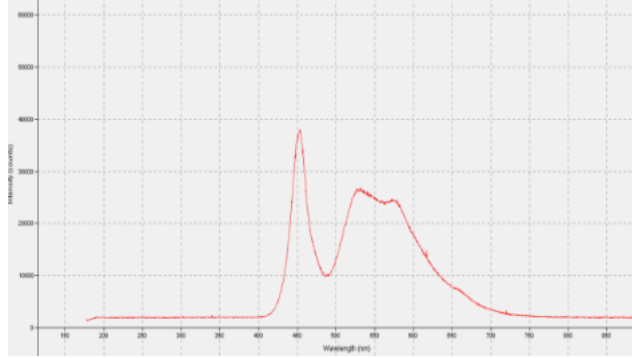


Figura 6: Gráfico do Espectrômetro

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os requisitos propostos no plano de trabalho foram concluídos com êxito, como resultado do projeto foi obtida uma ferramenta completamente portátil, funcional e confiável que já pode ser utilizada por pesquisadores para estudos com espectro solar ou qualquer tipo de espectro, já que a ferramenta é compatível com grande parte dos espectrômetros da fabricante, o que não limita somente ao estudo de espectros solares. Para trabalhos futuros, estuda-se a possibilidade de planejar e construir um aplicativo para *smartphones* capaz de controlar as principais funções do espectrômetro de forma remota e visualizando os dados em tempo real. Dando muito mais autonomia ao pesquisador ou estudante que deseja utilizar a ferramenta. Também fará necessário o contato com pesquisadores que utilizam o espectrômetro para que seja testado para comprovar sua utilidade para que, em um futuro próximo, a ferramenta possa ser comercializada.

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