

# REFLECTÔMETRO POR FIBRA ÓTICA

WASHINGTON LUIZ DE BARROS MELO<sup>1</sup>  
MARINÔNIO. L. CORNÉLIO<sup>2</sup>  
HÉLIO RICARDO SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Elétrica / FEIS/UNESP/ Ilha Solteira  
Caixa Postal 31, 15385-000 Ilha Solteira, SP, Brasil  
WLBMELO@ISLDEE.uesp.ansp.br

<sup>2</sup> Departamento de Física UNESP/ São José do Rio Preto

<sup>3</sup> Departamento de Ciência do Solo e Eng. Rural / FEIS/UNESP/ Ilha Solteira  
Caixa Postal 31, 15385-000 Ilha Solteira, SP, Brasil  
UEISL@BRFAPESP.bitnet

**Abstract.** This paper describes a reflectometer using fiber optic. A bifurcated fiber optic bundles is used to carry light to the sample and to collect reflected light from it. The reflected light returns through the fiber optic to the detector. The reflectometer can carry out measurements in the UV-visible and near-IR. The equipment is tested using *Coleus blumei* leaves, in the visible region.

**Keywords:** reflectance, spectroscopy, fiber optic, remote sensing

## Introdução

Em sensoriamento remoto, as técnicas espectroscópicas usadas são: a espectrofotometria e espectrorradiometria. A espectrofotometria mede o espectro de reflectância ou transmitância da amostra. Na espectrofotometria por reflexão a luz monocromática incide sobre a amostra e a luz refletida por esta atinge um detector o qual dá um sinal elétrico proporcional à intensidade da luz. Na espectrorradiometria, a luz branca incide na amostra com um ângulo previamente definido. A luz refletida pela amostra incide na entrada de um monocromador que a decompõe e em seguida é captada por um detector (Slater, 1980).

Neste trabalho é descrito um espectrofotômetro por reflexão, denominado REFLECTÔMETRO POR FIBRA ÓTICA (RFO), que usa um cabo de fibra ótica bifurcado no qual a luz monocromática incide em uma das extremidade. A luz segue pelo cabo até a amostra sendo por esta refletida e retorna por ele até o detector.

Com a finalidade de demonstrar a aplicação do equipamento foram usadas como amostras folhas de *Coleus blumei* contendo diferentes pigmentos.

## A Instrumentação

O equipamento é basicamente composto de três partes: ótica (fonte de luz, monocromador, cabo de fibra ótica); eletro-mecânico (chopper mecânico e motor de passo); eletrônica (sensor piroelétrico ou fotosensor, amplificador Lock-in, interface, driver, computador e impressora). A figura-1 mostra o diagrama da instrumentação. A fonte de luz é uma lâmpada de Xenônio (150W ORIEL) ou uma hologênica.

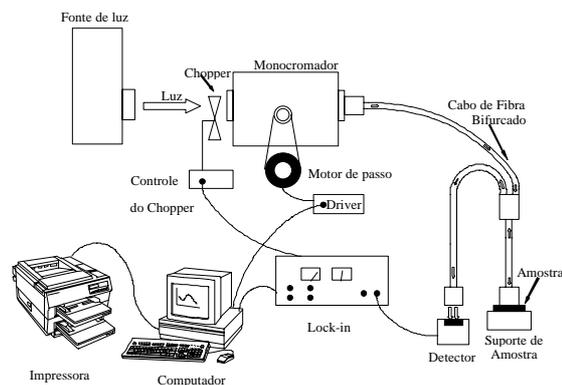


Figura 1 - Diagrama da Instrumentação.

A luz branca emergindo da fonte é modulada através de um chopper mecânico (SR540). A luz modulada é decomposta por um monocromador (77200-ORIEL). Na saída desse, a luz incide em uma das extremidades do cabo de fibra ótica (quartzo de alto grau-ORIEL). Este, por sua vez, conduz a luz até a amostra que fica numa outra extremidade. A amostra absorve, reflete e transmite a luz incidente. A luz refletida retorna através do cabo e parte dela segue para a outra extremidade onde está o detector. O detector pode ser um sensor piezoelétrico, ou ainda um fotodiodo ou uma fotomultiplicadora. O sensor fornece uma tensão elétrica proporcional à intensidade da luz. O sinal elétrico é introduzido no amplificador Lock-in (SR530) o qual filtra o sinal em sincronismo com o chopper. O amplificador Lock-in também digitaliza o sinal e o envia ao computador (AT-DX 50Mhz) através da interface serial RS232 ou por GPIB 488. Para isto um programa de aquisição foi desenvolvido para ambiente DOS e outro para

WINDOWS. Esse programa controla o movimento do motor de passo o qual, por sua vez, movimenta a grade de difração do monocromador, responsável pela decomposição da luz. Além disso, o programa faz a leitura dos canais e controle do amplificador Lock-in, em seguida, após a aquisição total dos dados, ele armazena os valores obtidos em disco no formato ASCII (em colunas). Durante a aquisição, os valores obtidos são mostrados na tela do computador. O RFO é um espectrofotômetro de único feixe, assim, a operação de aquisição é realizada duas vezes, uma para a amostra e outra para a referência. Uma vez com os dois arquivos de pontos armazenados, basta executar um programa gerador de gráfico e plotar a razão entre os sinais versus comprimento de onda. A faixa espectral deste equipamento abrange o UV-visível até o Infravermelho próximo.

### Aplicações

Para demonstrar o funcionamento do RFO foram usadas amostras de folhas da espécie *Coleus blumei* da família *Labiatae*, (Graf, 1981). As figuras 2 e 3 mostram os espectros de reflectância de uma área da superfície dessas folhas. A área iluminada na amostra tem cerca de 7mm<sup>2</sup> e cada ponto da curva espectral é a média aritmética de cinco leituras. A figura-2 mostra o espectro obtido da folha que apresenta alta concentração de clorofila por toda a sua extensão. Observa-se que a folha com predominância de clorofila apresentou uma curva de reflectância característica de uma folha verde. Na figura-3, o espectro foi obtido de uma folha cuja superfície continha diversos pigmentos, tais como: clorofilas, carotenos, xantofilas e antocianinas. Os teores desses pigmentos não foram avaliados quantitativamente. A medição foi feita numa área da folha que predominava pigmentos avermelhados (antocianinas). Observa-se uma baixa reflectância no azul e no verde e um aumento marcante na região do vermelho.

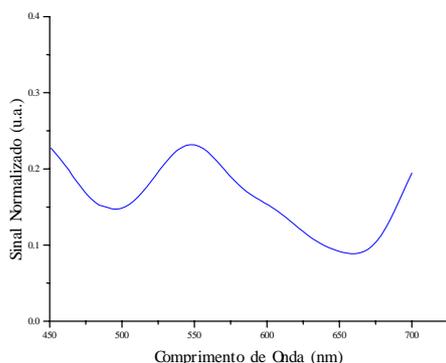


Figura 2 - Espectro da Folha Verde.

As medidas foram feitas na região do visível já que o efeito da presença de diferentes pigmentos nas folhas

só é observado nesta região do espectro eletromagnético (Hoffer e Johannsen, 1969). Entretanto, o instrumento pode operar num largo intervalo de comprimento de onda.

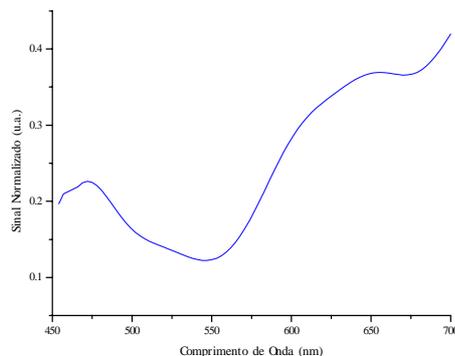


Figura 3 - Espectro da Folha com antocianinas.

### Conclusões

As curvas espectrais mostradas foram comparadas com outras existentes na literatura (Formaggio et al., 1989), verificando-se comportamentos semelhantes entre si.

Devido ao uso do cabo de fibra ótica, o RFO apresenta uma grande vantagem quando se deseja estudar diferentes locais na superfície de uma folha. Além disso, é possível estudar a resposta espectral de uma determinada planta, cultivada em vaso, ao longo do seu ciclo vegetativo sem a necessidade de extração das suas folhas.

Assim, foi demonstrado o funcionamento de um simples equipamento de alta capacidade e versatilidade para as aplicações em laboratório.

### Agradecimento

Os autores agradecem à FAPESP (Proc.93/3480-8) pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.

### Referências

- Formaggio, A. R.; et al. O Sensoriamento Remoto na Agricultura: Conceitos Básicos, Metodologia e Aplicações. 1989, INPE - 4806-MD/39. pp.13-18.
- Graf, A. B. TROPICA - color cyclopedia of exotic plants and trees. N. J. Roehrs Company. 1981, p.1136.
- Hoffer, R. M.; Johannsen, C. J. Ecological Potential in Spectral Signature Analysis, In: Remote Sensing in Ecology University of Georgia, 1969, pp. 1-16.
- Slater, P. N. Remote Sensing: optics and optical systems. USA, Addison-Wesley, 1980, pp.174-178.