

COMPARAÇÃO ENTRE OS FATORES DE REFLECTÂNCIA BIDIRECIONAL DE UMA  
COBERTURA VEGETAL OBTIDOS COM ESPECTRORADIÔMETRO SPECTRON SE-590  
ADAPTADO COM E SEM O USO DO FILTRO AMARELO KODAK WRATTEN N: 12

A. L. B. Candeias  
K. de Faria  
M. de Á. Chaves  
M. H. Antunes  
S. M. S. Gonçalves  
Instituto de Pesquisas Espaciais  
Secretaria Especial da Ciência e Tecnologia  
Caixa postal 515  
12201 São José dos Campos, SP  
BRASIL

RESUMO

O objetivo deste trabalho é mostrar as diferenças entre as medições do fator de reflectância bidirecional realizadas sobre uma cobertura vegetal com e sem o uso do filtro amarelo KODAK WRATTEN N: 12.

Esta comparação auxilia os usuários do espectroradiômetro SE-590 na tomada de decisão quanto a utilização ou não deste filtro dependendo do alvo em estudo e da região espectral de interesse.

A partir dos resultados obtidos observou-se a necessidade de utilização do filtro amarelo, para estudos radiométricos da vegetação, devido a ampliação da faixa útil de operação do SPECTRON SE-590 na região espectral do infravermelho próximo. Esta ampliação é decorrente da eliminação do efeito do harmônico sobre a rede de detetores desta faixa espectral

ABSTRACT

This paper shows the difference between the measurements of the bidirectional factor of reflectance made as well as without KODAK's yellow filter WRATTEN 12. This is important to the users of spectroradiometer SE-590 to know when it is necessary to use the yellow filter in their measurements.

We conclude that if you work with vegetation, in the infrared band for example, it is very important to use the yellow filter to prevent the harmonic effect in the diffraction grating of the spectroradiometer.

## 1. INTRODUÇÃO

A aquisição de dados radiométricos a nível de campo e laboratório é fundamental para compreensão do efeito de fatores ambientais bem como propriedades inerentes aos objetos sensoriados sobre os sinais registrados pelos sensores.

A radiometria em estudos de vegetação fornece conhecimentos mais precisos sobre a interação da radiação eletromagnética com estes alvos. Desta forma, através da experimentação, é possível isolar os diversos parâmetros que influenciam na resposta espectral da vegetação, tais como o índice de área foliar, arquitetura foliar, percentagem da cobertura do solo dentre outros. Pode-se então, estabelecer e avaliar relações entre estes fatores e parâmetros espectrais medidos.

Outro aspecto importante da radiometria da vegetação, nestes níveis de aquisição, é fornecer subsídios para a interpretação de produtos orbitais.

A radiometria de campo normalmente requer planejamento prévio dos diversos procedimentos a serem adotados de modo a obter uma padronização da metodologia das medições e dos registros das condições ambientais. Um procedimento importante é o conhecimento e a escolha adequada dos instrumentos a serem utilizados na coleta e registro dos dados.

O objetivo deste trabalho é avaliar as diferenças entre as medições do fator de reflectância bidirecional (NICODEMUS, 1977; SLATER, 1980), realizadas com e sem filtro amarelo Kodak WRATTEN nº 12 sobre uma cobertura vegetal (grama batatais). Com isto pretende-se mostrar a importância da adequação do instrumental utilizado para estudos radiométricos na área de vegetação.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como o trabalho baseia-se na utilização do espectroradiômetro SE-590 no estudo da vegetação, algumas considerações se mostram necessárias

para o perfeito entendimento do texto.

### 2.1 PROPRIEDADES ESPECTRAIS DA VEGETAÇÃO

O espectro de reflectância de uma folha verde, para a região espectral de 0.4 a 2.5 micrometros, pode ser dividido em três regiões de interesse para estudos de vegetação.

Na região espectral do visível 0.4 a 0.7 micrometros ocorre uma alta absorção associada à presença de pigmentos nos cloroplastos. Observa-se um pico de absorção em 0.47 e 0.68 micrômetros, respectivamente, nas faixas do azul e do vermelho, ambos atribuídos principalmente a presença das clorofilas a e b (KNIPLING, 1970; TUCKER, 1986). Na faixa espectral de 0.52 a 0.56 micrometros há um decréscimo na absorção indicando a porção da luz verde do espectro.

Na região espectral do infravermelho próximo (0.7 a 1.3 micrometros) ocorrem altos valores de reflectância e transmitância (45 a 50%) atribuídos a inexistência de um pigmento capaz de absorção e ao mecanismo de espalhamento múltiplo no interior da folha (GATES et al., 1965; KNIPLING, 1970).

Na região espectral do infravermelho médio (1.3 a 3.0 micrometros) ocorrem altos valores de absortância pela água com picos em torno de 1.4, 2.0 e 2.6 micrometros.

Em bases percentuais, a reflectância do dossel é consideravelmente menor do que em uma folha isolada. Os níveis de reflectância de um dossel, na região do visível e infravermelho próximo são respectivamente 40% e 70% dos de uma folha (KNIPLING, 1970).

As faixas espectrais utilizadas em estudos de vegetação devem ser selecionadas de forma a proporcionar um forte sinal da vegetação e a fornecer um contraste espectral com a superfície de fundo. As faixas espectrais mais utilizadas são a do vermelho (0.63 a 0.69 micrometros) e parte do infravermelho próximo (TUCKER, 1986).

## 2.2 DIFRAÇÃO

Segundo HALLIDAY et al (1979), denomina-se difração, o desvio sofrido pela luz ao passar por um obstáculo, tal como as bordas de uma fenda em um anteparo.

Uma rede de difração pode ser caracterizada por uma extensão da experiência de interferência de YOUNG por uma fenda dupla para um número de N fendas.

As redes são frequentemente usadas para medir comprimentos de onda e para analisar a estrutura e intensidade dos espectros das raias (HALLIDAY et al, 1979).

Em SLATER (1980), há um capítulo dedicado aos princípios teóricos do espectroradiômetro, onde mostra instrumentos de dispersão através de prismas e grades e condições de "overlap" do espectro.

## 3. MATERIAS E MÉTODOS

Para obtenção das medidas espectrais utilizou-se o radiômetro SPECTRON SE-590 do laboratório de radiometria do INPE. Este aparelho consiste, basicamente, de uma unidade controladora (CE-500) conectada em até duas unidades detetoras (CE-390) que podem ser operadas de forma alternada.

Neste trabalho, a unidade controladora foi programada para obter o espectro médio de uma série de quatro medidas. A unidade detetora é baseada numa rede de difração, como elemento dispersivo, e numa matriz de fotodiodos, como detetor. Seu campo de visada (FOV) foi ajustado para 15 graus e o espectro radiométrico é obtido na faixa de 0.4 a 1.1 micrometros em 256 bandas espectrais.

As medições foram realizadas no dia 06/12/89 em torno das 13:30 Hs, no campo de futebol do INPE sob condições de atmosfera clara e ausência de nebulosidade.

O alvo escolhido foi a grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge). As curvas espectrais deste alvo foram obtidos com e sem a utilização do filtro amarelo WRATTEN Kodak Nº 12 acoplado a unidade detetora. Detalhes da configuração do experimento pode ser observado na figura 1.

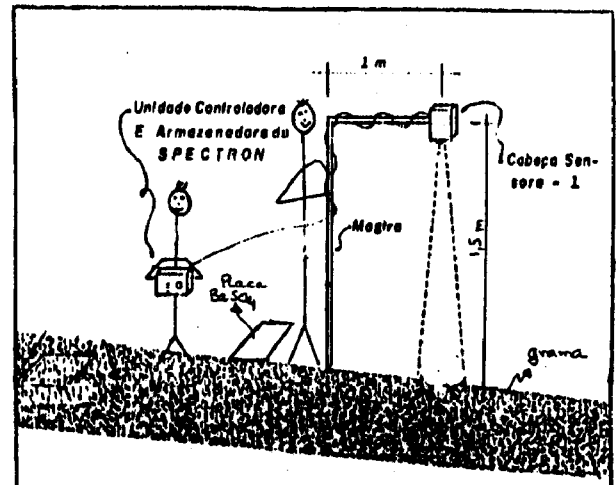


Figura 1 Configuração do experimento

A metodologia adotada, em ambos os casos, consistiu de um conjunto de três medidas sequenciais sobre o alvo e sobre a placa padrão de sulfato de bário, obtendo-se posteriormente, o espectro médio de cada alvo.

O fator de reflectância bidirecional foi obtido através da divisão da radiância do alvo pela radiância da placa de referência. Este procedimento elimina a necessidade de efetuar-se a intercalibração, pois as medidas de radiância foram coletadas com a mesma unidade detetora e mantidas a mesma geometria de aquisição de dados e condições de iluminação.

Os dados foram tratados, através de programas específicos, utilizando-se um microcomputador PC para obter o fator de reflectância bidirecional em todas as bandas espectrais do aparelho.

Utilizou-se a seguinte equação:

$$R_r = L_r(\text{alvo}) / L_r(\text{placa}) \times (R_s)_r \quad (1)$$

Onde:  $R_r$  = F. de reflectância bidirecional  
 $L_r(\text{alvo})$  = radiância do alvo  
 $L_r(\text{placa})$  = radiância da placa  
 $(R_s)_r$  = F. de calibração da placa igual à 1

A saída dos dados foi em forma gráfica e para uma melhor visualização, superposicionou-se as curvas espectrais obtidas com e sem a utilização dos filtros.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 2 mostra a diferença entre as curvas dos fatores de reflectância espectral bidirecional obtidas com (1) e sem (2) utilização do filtro amarelo.

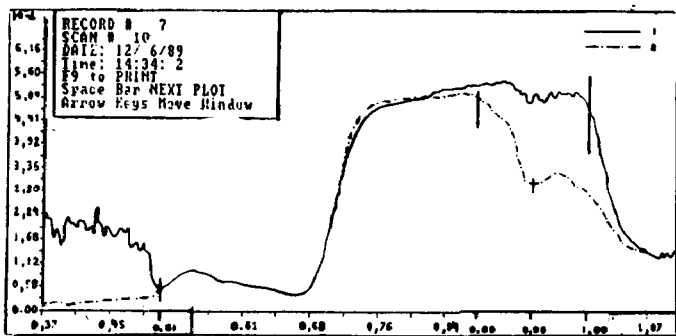


Figura 2- Curvas espectrais obtidas com (1) e sem (2) a utilização do filtro amarelo WRATTEN N 12

Comparando as curvas 1 e 2 observa-se que no intervalo de 0.51 a 0.88 micrometros, praticamente não se observa diferença entre elas.

Para valores inferiores a 0.51 micrometros, nota-se uma grande diferença entre as curvas. Este resultado é esperado, pois com a utilização do filtro amarelo, elimina-se a radiância correspondente a região espectral do azul. Supõe-se que o sinal registrado, nesta faixa, em (1) seja causado pelo ruído interno ao aparelho.

Para valores acima de 0.88 micrometros, observa-se uma queda acentuada em (2), enquanto que em (1) esta queda ocorre a partir de 1 micrometro.

O resultado apresentado em (2) diverge daqueles obtidos por KNIPLING(1970). Atribui-se este resultado ao efeito do harmônico (sobreposicionamento do início do espectro de segunda ordem no final do espectro de primeira ordem), causado pela grade de difração do radiômetro. Esta grade direciona parte da radiação azul para a matriz de detectores do infravermelho próximo de forma que a radiância medida sobre a placa de referência é maior do que a observada em (1), implicando na redução do fator de reflectância nesta faixa espectral.

O sobreposicionamento do espectro ocorre em toda a região espectral em torno de dois comprimentos de onda.

A não utilização do filtro é recomendável para estudos que necessitem de informações disponíveis na região espectral do azul. Para estudos que necessitem utilizar a região espectral do infravermelho próximo é recomendável o uso do filtro amarelo. Desta forma, elimina-se o efeito do harmônico do comprimento de onda azul sobre a resposta na região do infravermelho próximo.

Em torno de 0.95 micrometros, observa-se uma feição de absorção que se mantém mesmo com a presença do filtro. WILLIAMS et al (1984) comparando o SPECTRON SE-590 com outro radiômetro atribuiu esta feição a uma banda de absorção da água.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do filtro elimina a possibilidade de se usar informações obtidas na faixa espectral do azul, porém, esta região do espectro é de pouco interesse em estudos de vegetação. Neste caso a faixa útil para estudos de vegetação fica compreendida entre a região espectral do verde e do infravermelho próximo.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade de se conhecer a resposta do equipamento ao longo do espectro, antes de utilizá-lo para uma determinada aplicação. Recomenda-se para isto comparar curvas espectrais de alvos conhecidos e disponíveis na literatura com as curvas obtidas pelo equipamento a ser utilizado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GATES, D. M.; KEEGAN, H. J.; SCHLETER, J. C.; WEIDNER, V. R. Spectral properties of plants. Applied Optics, 4:11-20. 1965.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. Physics part II. New York, John Wiley, 1979.
- KNIPLING, E. B. Physical and physiological basis for reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. Remote Sensing of Environment 1(2): 155-159, 1970
- NICODEMUS, F. E.; RICHMOND, J. C.; HSIO, J. J.; GINSBERG, I. W. Geometrical considerations and nomenclature for reflectance. National Bureau of Standards, Monograph 160, Washington D. C., 1977, 52p.
- SLATER, P. N. Remote sensing: optics and optical systems. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1980.
- TUCKER, C. J. Red and photographic linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment, 8:127-150. 1979
- WILLIAMS, D. L.; WALTHALL, C. L. Collection of situ forest canopy

spectra using a helicopter: a discussion of methodology and preliminary results. Machine processing of Remotely Sensed data. Indiana, jun. 1984, p.92-106.