

Avaliação do Campo de Visada do Espectrorradiômetro SE-590

EUGÊNIO SPER DE ALMEIDA¹
FÁBIO FURLAN GAMA¹
ELISABETE CARIA MORAES¹
JOSÉ LUIZ DE OLIVEIRA¹
CARLOS ALBERTO TISSOT²

¹INPE--Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515, 12201 São José dos Campos, SP, Brasil
{eugenio,fabio}@dpi.inpe.br

²Centro Técnico Aeroespacial - CTA
12227-010 São José dos Campos, SP, Brasil

Abstract. This paper presents a methodology of a real field of view evaluation of the spectroradiometer SPECTRON SE-590. This evaluation is very important in the analysis of the hemispheric-directional reflectance, thus as the solid angle to be used in field experiments where there is a necessity of atmospheric corrections for the generation of remote sensing products. With this purpose, it was accomplished experiments in the Radiometry Laboratory (LARAD) of the National Institute for Space Research (INPE), where it was used a standard illumination source and a giratory base with an angular graduation, where it was installed the detector unit of the spectroradiometer, with an optical aperture (180 degrees). By the analysis of these signals it was verified that the specifications supplied by the manufacturer presented good conformity with the experimental dataset, however in some wavelengths were found problems due of lack of sensibility of the detector unit in experimental conditions.

Keywords: Radiometry.

1 Introdução

O espectrorradiômetro é um poderoso instrumento que possibilita a caracterização dos mais diferentes tipos de objetos, podendo inferir o estado eletrônico dos átomos e até mesmo caracterizar corpos astronômicos distantes. Portanto, desde o menor até o maior corpo conhecido pelo homem.

Estes equipamentos não são, por projeto ou por natureza de seu(s) sensor(es) necessariamente lineares, necessitando calibração do instrumento, principalmente para as medições de fontes radiantes remotas, de forma a de obter uma relação funcional entre o fluxo incidente e o sinal de saída do instrumento. Esta relação funcional é geralmente expressa em termos de uma equação matemática ou em termos de valores tabulados, que fornecem a magnitude do fluxo radiante de interesse (ϕ) em função do sinal de saída do instrumento (v), ou seja:

$$\phi = f(v) \quad (1)$$

Assim, alguns detectores são inerentemente não lineares, determinando a necessidade do uso de uma constante chamada de responsividade (ρ), a qual corrija o sinal de saída do instrumento, conforme mostra a equação 2.

$$\phi = v * \rho^{-1} \quad (2)$$

Inerente a esta constante ρ , encontra-se a caracterização do instrumento em relação ao campo de visada, à constante de tempo, à polarização, à resolução espectral, etc., utilizados para caracterizar o sinal de saída do sistema.

A calibração de um instrumento requer um grupo funcional de dados relativos às características espectrais, espaciais, temporais e de polarização deste instrumento. Após a obtenção das informações relativos a estes quatro parâmetros, é necessário investigar a linearidade e a relação sinal/ruído do instrumento.

Este trabalho pretende demonstrar um método de avaliação das características do campo de visada, para uso em futuros trabalhos de calibração do espectrorradiômetro SE-590, através de experimentos realizados em laboratório.

2 Fundamentação Teórica

Os problemas práticos associados com a avaliação experimental do campo de visada levam para uma classificação de medidas referenciadas como campo próximo e campo distante. O campo próximo é definido como a resposta linearizada e normalizada de uma fonte pontual para os ângulos considerados próximos aos eixos ópticos. O campo próximo é graficamente apresentado como uma topografia em três dimensões,

equivalente a um mapa de contorno. A análise do campo próximo permite também a avaliação da magnitude do campo de visada efetivo projetado em unidades de esterradianos (sr), bem como a magnitude do campo de visada angular. O campo distante é definido como a resposta linearizada e normalizada do sensor para uma fonte pontual em ângulos distantes do eixo óptico.

Os dados do campo de visada, para ambos os campos próximo e distante, devem ser linearizados através do uso de uma equação de transferência obtida na análise da linearidade.

Em geral, o campo de visada não é circularmente simétrico e deve ser avaliado em três dimensões. Existem vários métodos pelos quais a resposta espacial pode ser medida e avaliada.

Neste trabalho analisou-se o comportamento do campo de visada efetivo no eixo normal e paralelo à abertura ótica, percorrendo uma faixa de 180 graus.

3 Material e Método

Para a realização deste trabalho utilizaram-se os seguintes instrumentos/material:

a - espectrorradiômetro "Spectron" SE 590, com unidade detetora CE 39OWB S/N 1445 (óptica de 180°) e, unidade controladora modelo CE 500 S/N 1469;

b - fonte de iluminação halógena "Trump Halog" BNDE 7719 tipo projetor de slides ;

c - microcomputador Lap-top Zenith;

d - mesa giratória com base graduada; e

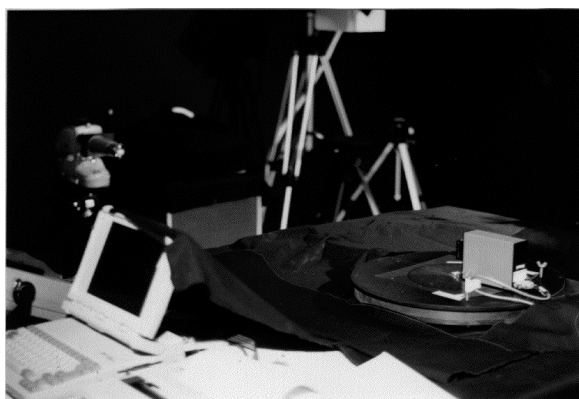
e - programa espectro (redução de dados).

O espectrorradiômetro "Spectron" SE 590 é um instrumento portátil de alta performance projetado

especialmente para operações de medição de campo, sendo constituído de duas partes: uma unidade controladora ("datalogger" CE-500) e uma unidade detetora (SE 39OWB). A unidade controladora tem eletrônica baseada em microprocessador e num conjunto de instruções armazenadas em memória EPROM. Um conversor A/D de 12 bits e um gravador registram em fita cassete digital os espectros digitalizados contendo cada um 256 valores de amplitude acompanhados dos dados auxiliares (data, hora, tempo de integração, etc). A fita cassete é, posteriormente, lida na unidade controladora, sendo o seu conteúdo transferido para um computador PC através de uma porta serial RS-232C, para a redução/análise dos dados.

A unidade detetora tem sua construção baseada numa rede de difração combinada com uma matriz linear de 256 detetores de Silício (CCD). Este conjunto permite a medição de espectros de radiância na faixa de 0,35 a 1,15 μm com uma resolução espectral efetiva de 0,008 μm (radiômetro), sendo a resolução espectral da rede de detetores de 0,0028 μm . O campo de visada padrão desta unidade é de 6°, podendo ser modificado para 1°, 15° e 180° (coletor cosseno) através de lentes.

O experimento procurou avaliar a eficiência do campo de visada do espectrorradiômetro SE-590 com sistema ótico de campo de visada de 180° (coletor cosseno). Para isto, a fonte de luz foi disposta a 1,60 m da unidade detetora, no qual foram alinhados horizontalmente e verticalmente em relação e esta como mostra a Figura 1. O feixe luminoso da fonte de luz foi restringido e direcionado, através de uma fenda, exclusivamente sobre o coletor cosseno. A unidade detetora foi disposta sobre uma superfície giratória graduada angularmente, e posicionada de um extremo a outro de um hemisfério, com intervalos de 10°, com o



(a)



(b)

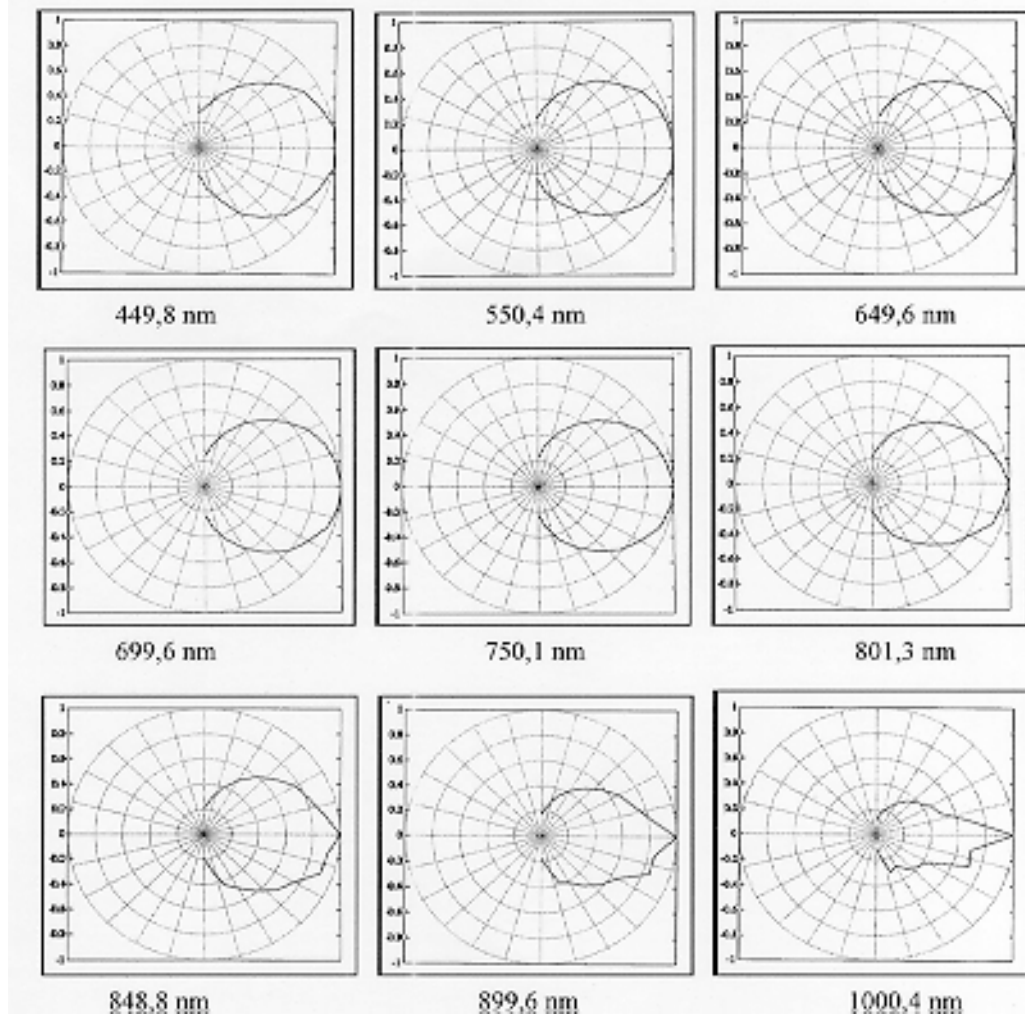
Fig. 1 - Disposição dos equipamentos do experimento, com a unidade detetora na posição vertical (a) e horizontal (b), alinhadas na direção do feixe de luz

centro do hemisfério coincidindo com o feixe de luz proveniente da fonte.

4 Resultados e Discussões

Serão mostrados as análises de algumas curvas espectrais nos intervalos em que o sinal detectado não seja contaminado pelos harmônicos inerentes do equipamento ou seja até 1000,4 nm. A Figura 2 mostra

os gráficos resultantes do experimento na análise da eficiência do campo de visada do espectrorradiômetro SE-590 para os comprimentos de onda de 449,8 nm; 550,4 nm; 649,6 nm; 699,6 nm; 750,1 nm; 801,3 nm; 848,8 nm; 899,6 nm, 1000,4 nm com a unidade detectora posicionada verticalmente e, conseqüentemente, com a abertura (fenda) paralela à superfície.



A Figura 3 mostra os gráficos resultantes do experimento na análise da eficiência do campo de visada do espectrorradiômetro SE-590 para os comprimentos de onda 449,8nm, 550,4nm, 649,6nm,

699,6nm, 750,1nm, 801,3nm, 848,8nm, 899,6nm, 1000,4nm com a unidade detectores posicionada horizontalmente e, conseqüentemente, com a abertura (fenda) vertical à superfície.

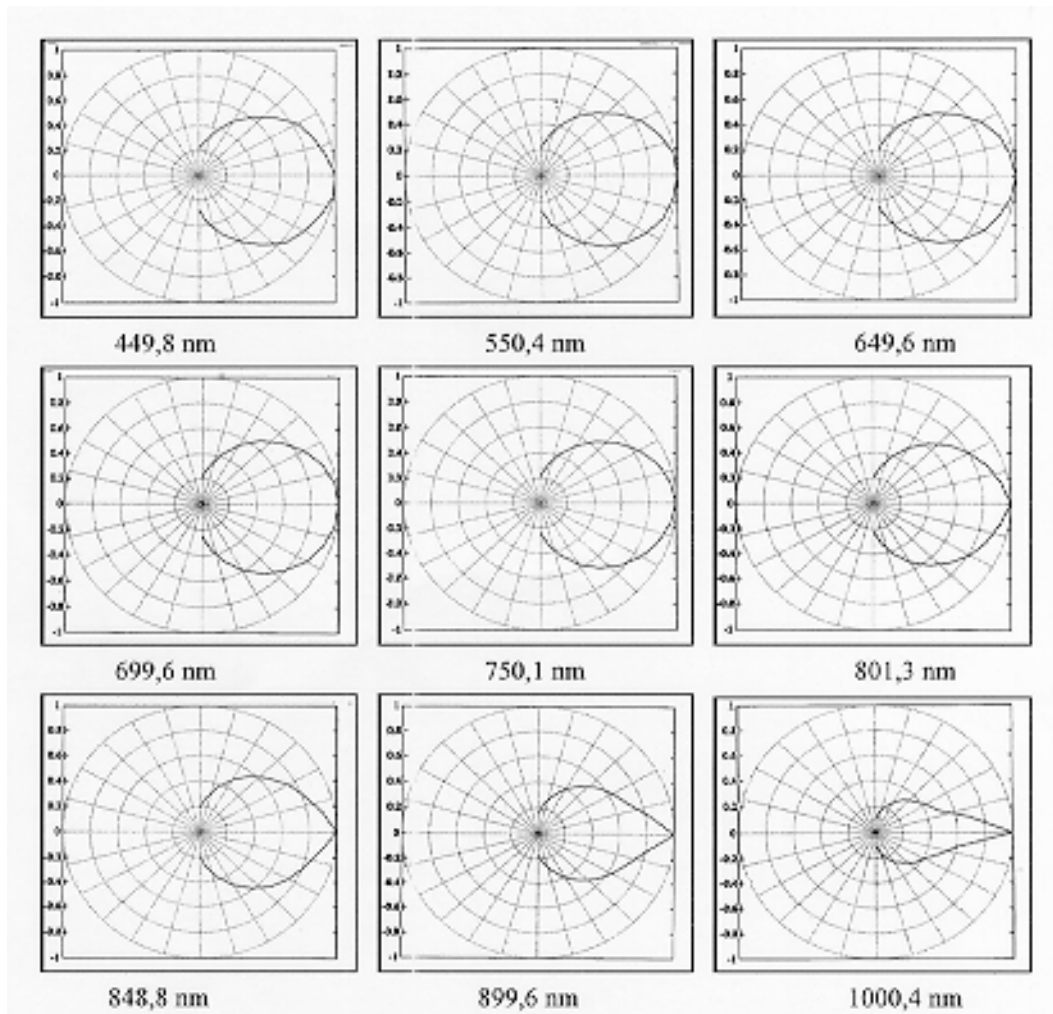


Fig. 3 - Diagrama polar da resposta do espectrorradiômetro SE-590 para o 449,8 nm, 550,4 nm, 649,6 nm, 699,6 nm, 750,1 nm, 801,3 nm, 848,8 nm, 899,6 nm, 1000,4 nm.

5 Conclusão

Concluiu-se que o equipamento com a ótica de 180 graus (coletor cosseno), não possui a uniformidade esperada em seu campo de visada com relação ao comprimento de onda da luz incidente; acarretando em erros de medida se utilizado no comprimento de onda superior a 801,3 nm, em que a sua resposta não obedece a “lei dos cossenos”, que descreve o comportamento de um coletor cosseno. Para uma análise mais profunda recomenda-se a repetição do experimento para diferentes intensidades de luz para verificar o efeito, pois é possível que a “não uniformidade” seja minimizado com o uso de fontes de alta energia.

Concluiu-se adicionalmente que a metodologia aplicada, permite mapear o campo de visada de um espectrorradiômetro, possibilitando uma melhor compreensão de suas reais características, de modo a extrair o máximo do instrumento com a maior confiança possível.

6 Referências Bibliográficas

- Slater, P.N., (1988), “Remote Sensing, Optics and Optical”, Addison-Wesley, 575 p.
- SPECTRON SE-590, (1980), “Operating Manual”, Spectron Engineering Inc., 40 p.
- Steffen, C.A., Moraes, E.C. e Gama, F.L., “Tutorial 2: Radiometria”. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10-14 de maio, Curitiba, Brasil, 26p.
- Wyatt, C.L., (1978), *Radiometric calibration: theory and methods*. 1ª ed. New York, Academic Press, Inc., 200 p.

7 Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Carlos Alberto Steffen pelo apoio e orientação durante a realização do experimento.