

# FOTÔMETRO SOLAR MULTIBANDA PARA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS AMBIENTAIS POR MEIO DA VARIAÇÃO DA PROFUNDIDADE ÓTICA.

João Gualberto de Cerqueira Júnior <sup>1</sup>, Neusa Maria Paes Leme <sup>1</sup>

<sup>1</sup>INPE – Centro Regional do Nordeste – [jgcjunior@gmail.com](mailto:jgcjunior@gmail.com)

## RESUMO:

A versatilidade e a simplicidade de operação fazem do fotômetro solar um equipamento a ser usado na linha de frente no monitoramento de aerossóis, vapor de água e alguns gases minoritários presentes na atmosfera. Grandes redes mundiais de fotômetros solares, mantidas por instituições de pesquisa dos mais diversos países, mostram a importância desse equipamento na avaliação desses componentes atmosféricos, que tem papel preponderante no balanço de energia do planeta e na formação da chuva. Mesmo os sensores de medida de profundidade ótica instalados em satélites utilizam dos dados de fotômetros solar, para a validação de seus algoritmos.

Entretanto, os equipamentos encontrados no mercado internacional inviabilizam sua aquisição não só por seu custo, mas também pela aferição de sua calibração após determinado tempo de uso. Para transpor essas dificuldades inerentes a um projeto de pesquisa, partiu-se para o desenvolvimento de um equipamento. Nesse desenvolvimento foram seguidos os parâmetros ditados pela WMO/GAW (World Meteorological Organization – Global Atmosphere Watch) procurando minimizar custos, mas garantindo uma performance similar aos equipamentos existentes.

## ABSTRAT:

The versatility and simplicity of operation of the photometer is a solar equipment to be used in front-line monitoring of aerosols, water vapor and some minority gases in the atmosphere. Global networks of large solar photometers, maintained by research institutions from different countries show the importance of this equipment in assessing such atmospheric constituents, which play a major role in energy balance of the planet and training of rain. Even the measurement sensors installed in deep optical satellites use solar photometer data, to validate their algorithms.

However, the equipment found in the international market make it impossible not only for its acquisition cost, but also by measuring its calibration after a certain time of use. To implement these key steps for the research project in the area, was decided develop an equipment. In this development we followed the parameters dictated by the WMO/GAW (World Meteorological Organization – Global Atmosphere Watch) seeks to minimize costs, but ensuring a similar performance to existing equipment.

## **1. INTRODUÇÃO**

A radiação solar na atmosfera sofre atenuação devido à presença de aerossóis, vapor de água e gases minoritários. São elementos que estão presentes na atmosfera terrestre e podem afetar, com maior ou menor grau de intensidade, o balanço radiativo do planeta, assim como a formação da chuva.

Os aerossóis afetam a atmosfera de duas maneiras: (1) Efeito direto: em que os aerossóis refletem e absorvem a radiação solar, causado pelo aumento da profundidade ótica, alterando assim o balanço radiativo na região; (2) efeito indireto: quando os aerossóis afetam as nuvens e a formação da chuva. No efeito indireto a alta concentração de aerossóis reduz o tamanho da gota quando se tem o aumento na concentração dos Núcleos de Condensação, e se considera a quantidade de vapor disponível constante, tornando as nuvens mais estáveis e como consequência, com menor potencial para produzir chuva. (Platnick & Twomey, 1994).

Esses são dois fortes motivos para que se realizem estudos sistemáticos de forma a obter-se distribuições globais, bem como regionais da concentração dos aerossóis. No entanto, algumas dificuldades na obtenção de características de partículas de poeira através de métodos de teledeteção (Kaufman et. al., 1997), também se correlacionaram dados em espaços terrestres e aéreos, por meio de observações em campanhas e regiões específicas tais como: TarFox, SAFARI – 2000 e MEIDEX

No Brasil, com mais incidência na região centro-oeste, a queima de biomassa (queimadas) para limpeza de áreas para a agricultura tem causado grande degradação ambiental, não só à nível do solo, mas também pela injeção de plumas de fumaça com grandes quantidades de particulados na atmosfera. O transporte desse material particulado, oriundo da biomassa queimada, foi monitorado pela variação da profundidade ótica, por meio de fotômetros da rede AERONET e dados da profundidade ótica de aerossóis (AOD) por satélites que é produto do MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). Foi detectado o transporte desse material particulado para a região sul do país que fica a mais de 3000km (Hoelzemann et al, 2009.).

## **2- OBJETIVOS**

Devido à importância dos aerossóis no clima terrestre, somente com o monitoramento sistemático da AOD pode-se obter dados e por consequência trazer respostas aos mais variados efeitos produzidos pelos aerossóis. Como o custo de equipamentos importados é o fator que mais inviabiliza projetos científicos, optou-se pelo desenvolvimento do Fotômetro Solar Multibanda com quatro bandas de operação (FSM-4).

A obtenção de tecnologia para o monitoramento da atmosfera por meio de fotômetro solar, busca criar uma alternativa viável e confiável, quando comparada ao alto custo dos equipamentos importados.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Procurou-se empregar materiais construtivos, que além de atender aos requisitos técnicos para esse tipo de equipamento, levou-se também em conta a facilidade de aquisição e custo desses materiais.

Outra parte crítica no desenvolvimento desse tipo de equipamento está em sua calibração. Para obterem-se dados confiáveis com esse equipamento serão usadas duas técnicas já consagradas: calibração por intercomparação e método de Langley. A calibração por intercomparação será feita usando-se como referência os fotômetros solares da rede AERONET (Aerosol Robotic Network) instalados em território brasileiro. Para esse estudo serão usados os fotômetros AERONET instalados nos sítios situados em São Martinho da Serra – RS, no INPE – Observatório Espacial do Sul e outro instalado em Petrolina – PE, na EMBRAPA.

#### 3.1 – Detalhes técnicos do equipamento.

O Fotômetro Solar Multibanda (FSM-4) é composto de quatro tubos de colimação, sistema de amplificação de sinal, armazenador de dados (datalogger) e tripé para sustentação do equipamento. O equipamento conta com filtros óticos nas bandas de 500nm, 670nm, 870nm e 940nm, com bandas de 10nm e campo de visão (FOV) de 1° de abertura, seguindo recomendação da WMO para equipamentos de leitura direta ao sol. De forma a não inviabilizar o custo final do equipamento seu apontamento é feito de forma manual, assim como os similares importados. A figura 1 mostra o diagrama de blocos do FSM-4.

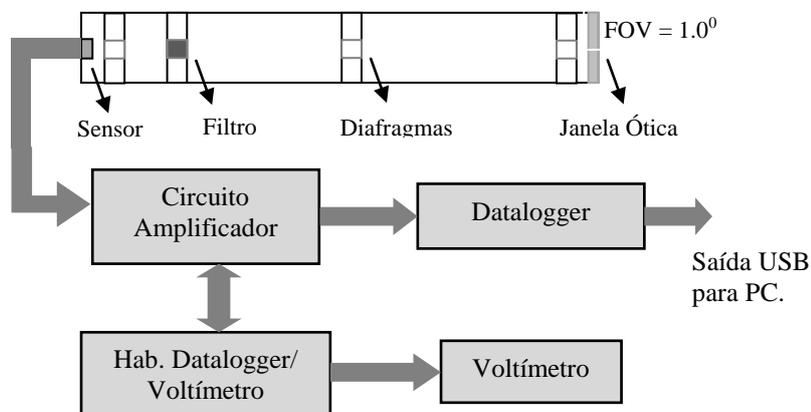


Figura 1 – Diagrama de blocos do Fotômetro Solar Multibanda – FSM-4.

### **3.2 – Detalhes da metodologia de calibração**

A calibração de um equipamento de medição é de fundamental importância para a certificação dos dados coletados. Somente com a calibração são encontrados parâmetros estatísticos, que informarão as incertezas para as faixas de operação do FSM-4.

Para esse tipo de equipamento podem ser aplicados três tipos de metodologias de calibração: por intercomparação com equipamentos similares que tenham passado por calibração recente, aplicação da metodologia de Langley que é baseada na lei de Beer e finalmente a metodologia realizada com lâmpadas de calibração. Para esse trabalho serão usadas somente a intercomparação e o método de Langley, pois, as lâmpadas de calibração são de alto custo, juntamente com a infraestrutura de laboratório. Em um comparativo entre as metodologias de calibração, a incerteza estimada para a precisão de calibração no método de Langley ficou em +/- 2.1% para a faixa de 368nm e com lâmpadas padrão ficou em +/-2.5% (Slusser et. al 2000).

Os fotômetros da rede internacional (AERONET) de monitoramento da espessura ótica por aerossóis (AOD), em várias bandas do espectro de radiação emitido pelo sol, são calibrados a cada dois anos. A calibração é realizada pelo ESRL (Earth System Research Laboratory) da Divisão de Monitoramento Global, que pertence à NOAA, que é a agência do governo norte-americano responsável por pesquisas e monitoramento da atmosfera e oceanos.

A aplicação da metodologia de Langley para a calibração de fotômetros requer condições ambientais especiais onde, somente em atmosferas estáveis, pode-se garantir a não variação da espessura ótica por aerossol. Com essa estabilidade e após várias coletas de dados ao longo do dia, durante vários dias, é obtida a constante extraterrestre do equipamento. O equipamento padrão da rede AERONET é calibrado pelo método de Langley no Observatório Mauna Loa (MLO) no Hawaii, por ser um ponto de atmosfera com mínima interferência da vegetação e atividades humanas.

Será investigado um local de atmosfera estável em território nacional para a aplicação do método de Langley. Vários autores afirmam (Marenco *et al.*, 2002 ; Cheymol & De Backer, 2003) que esse método pode ser extrapolado para baixas altitudes se um grande número de medidas pode ser disponibilizado, descartando as afetadas pela perturbação atmosférica.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O FSM-4 encontra-se em fase final de montagem, para em seguida dar início ao processo de calibração. Testes preliminares nos laboratórios apontam bons resultados e facilidade de operação em campo com a aquisição de dados.

A possibilidade de calibração de fotômetros solares em território nacional apresenta-se como uma alternativa ao alto custo de envio e calibração dos equipamentos importados.

## **5. CONCLUSÃO**

O domínio da tecnologia no desenvolvimento e calibração de fotômetros solares possibilitará o incrementar levantamento de dados para monitoramento ambiental utilizando a profundidade ótica.

## **6- AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao **INPE- CRN** (Instituto nacional de Pesquisas Espaciais - Centro Regional do Nordeste) o uso de suas instalações para esse desenvolvimento, à **AEB/CNPq** pelo financiamento do projeto e ao **PPGCC/UFRN** (Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas da Univers. Federal do RN), por apoiar o projeto.

## **7-REFERÊNCIAS**

Cheymol, A., and De Baker, *Retrieval of aerosol optical depth in UV-B at Uccle from Brewer ozone measurements over a long time period 1984-2002*, J. Geophys. Res, doi: 10.1029/ 2003.

Hoelzemann, J. J., Longo, K. M., Fonseca, R. M., Rosário, N. M. E., Elbern, H., Freitas, S. R., Pires, C.; *Regional representativity of AERONET observation sites during the biomass burning season in South America determined by correlation studies with MODIS Aerosol Optical Deep.*- Journal of Geophysical Research, vol 114, D13301, 2009.

Kaufman, Y. J., Fraser, R. S.: *The effect of smoke particules on clouds and climate forcing.* Scienc, 227, 1636 – 1639, 1997.

Marenco F., Di Sarra A., De Luise J., *A methodology for determination of aerosol optical depth from the Brewer 300-320nm ozone measurements*, Appl. Optical, 1805-1814, 2002.

Platnick S. E, Twomey S., *Determining the susceptibility of cloud albedo to changes in droplet concentration with the advanced very high resolution radiometer.* J. Appl. Meteorol. 33, 334-347, 1994.

Slusser J., Gibson J., Bigelow D., Kolinski D., Disterhoft P., Lantz K., Beaubien A., *Langley method of calibration UV filter radiometers*, Journ. Geophys. Reser., Vol 105, p 4841-4849, 2000.