

## Uso do sensor MODIS para validação de cálculos de radiação ultravioleta sob presença de aerossóis em condições de céu claro

Marcelo de Paula Corrêa<sup>1</sup>  
Breno Guerreiro da Motta<sup>1</sup>  
Alexandre Correia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturais – Universidade Federal de Itajubá – IRN/UNIFEI  
Av. BPS, 1303 – CEP 37500-903 – Itajubá/MG, Brasil  
mpcorrea@unifei.edu.br, brenoguerreiro@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais – CPTEC/INPE  
Rodovia Pres. Dutra, km 40 – CEP 12600-000 – Cachoeira Paulista/SP, Brasil  
acorreia@cptec.inpe.br

**Abstract.** This work shows contributions for the study of the aerosols influence on UV fluxes at the surface. Comparisons between experimental measurements performed under clear-sky conditions and theoretical calculations based on satellite data (MODIS) were done for characterizing aerosol attenuation. First analysis realized in a coastal site showed good agreement between measured and simulated results. Nowadays, new comparisons are being performed in an urban site. In this special case, AERONET and MODIS data are being compared for providing better aerosol properties characterization.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, geology, sensoriamento remoto, processamento de imagens, geologia, MODIS.

### 1. Introdução e objetivos

Os aerossóis atmosféricos provocam atenuação da radiação ultravioleta (R-UV) que atinge a superfície terrestre, principalmente por espalhar parte desta radiação de volta para o espaço. Devido tanto à heterogeneidade destes particulados, como sua variabilidade em função das variáveis meteorológicas e temporais, é muito difícil estimar as características físicas e ópticas de uma população de aerossóis. Conseqüentemente, avaliar a R-UV em situações de presença destas partículas constitui uma tarefa complicada e, por esta razão, tema de diversos estudos recentes que destacam a importância e apontam para a necessidade de maior compreensão desse fenômeno para o sucesso das estimativas de R-UV em superfície (Wenny et al. (2001), Kirchoff e al. (2002), e McKenzie et al. (2003)).

Neste sentido o presente trabalho visa oferecer novas contribuições acerca das influências que populações de aerossóis exercem sobre os fluxos R-UV entre 280 e 320 nm (R-UVB) em superfície. Para tanto, foram realizadas comparações entre medidas experimentais e teóricas de R-UVB, nas quais a modelagem numérica foi baseada em informações sobre conteúdo de ozônio e aerossóis atmosféricos fornecidos por sensores a bordo de satélites. Os resultados preliminares têm mostrado boa concordância entre simulações e medições, assim como nas comparações entre os modelos teóricos e nas medições de propriedades ópticas medidas em superfície comparada àquelas observadas remotamente.

### 2. Material e Metodologia

As medidas de R-UVB foram realizadas com um biômetro UVB 501A da Solar Light (<http://www.solarlight.com>) programado para efetuar registros dos fluxos globais máximos e médios de R-UV a cada 10 minutos. Os registros, em superfície, sobre propriedades ópticas de aerossóis foram fornecidos pela rede AERONET através de medidas do fotômetro solar Cimel 318 (Holben et al., 1998). Por outro lado, as medidas remotas de aerossóis foram obtidas a partir de radiâncias do sensor MODIS – *Moderate Resolution Imaging*

*Spectroradiometer* – a bordo dos satélites Terra e Aqua (<http://modis.gsfc.nasa.gov>, Correia et al., 2006, Remer et al., 2005).

As simulações numéricas foram geradas através do código computacional *Ultraviolet Global Atmospheric Model* – UVGAME – (Corrêa, 2004), alimentado com dados de ozônio fornecidos pelo sensor OMI – *Ozone Monitoring Instrument*, a bordo do satélite Aura (<http://omi.gsfc.nasa.gov>). A base de dados presente no modelo UVGAME foi utilizada para descrever o perfil teórico da atmosfera, dos dados astronômicos e das informações complementares sobre características físico-químicas dos aerossóis.

As medidas de R-UVB foram realizadas na Cidade Universitária da Universidade de São Paulo, região oeste da cidade de São Paulo/SP (23°32'S; 43°38'O, 760 m), de modo a tornar representativa a caracterização de medidas em ambiente urbano. As comparações foram realizadas em dias de céu claro, sem presença de nuvens, notificados pelo comportamento do ciclo diário dos registros dos fluxos de radiação. São eles, no ano de 2005: 03 e 11 de outubro e 27 e 28 de novembro, e, em 2006, nos dias 14 e 21 de abril. Os valores de profundidade óptica dos aerossóis (AOD) foram inferidos a partir de um sistema instalado no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), baseado em algoritmos computacionais da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) com aprimoramentos estatísticos (Correia, 2006). Além disso, foram empregadas medidas de AOD da rede AERONET, enquanto que avaliações acerca da composição físico-química das partículas foram testadas durante a simulação a partir da base de dados disponível no código UVGAME.

### 3. Resultados preliminares

Os resultados das primeiras comparações descritas na seção anterior foram apresentados por Corrêa et al. (2006) para a localidade de Ilhéus/BA. Nesta situação, na qual não foram registradas medidas de AOD em superfície, foram observadas atenuações de cerca de 10% da R-UV devido à presença de aerossóis do tipo marítimo tropical nos horários próximos ao meio-dia. Um segundo aspecto importante ressaltou a boa concordância entre os valores medidos e as simulações, cujas diferenças foram inferiores a 1,0%, dentro das próprias margens de erros do sensor e do código computacional utilizado.

No presente trabalho, os dados remotos (MODIS) e de superfície (AERONET) estão sendo analisados de modo a caracterizar as propriedades ópticas dos aerossóis com maior acurácia. Deste modo, pretende-se: a) caracterizar a influência do aerossol tipicamente urbano sobre os fluxos UVB; b) realizar comparações entre medidas remotas e de superfície das propriedades ópticas de aerossóis; e c) validar os modelos teóricos presentes no modelo computacional utilizado. Tais atividades complementarão estudos teóricos previamente realizados para a cidade de São Paulo (Corrêa e Plana-Fattori, 2006).

**Agradecimentos:** M.P. Corrêa agradece à FAPESP pelo apoio financeiro, processo 04/00937-3. B.G. Motta agradece à FAPEMIG pelo apoio financeiro através do PROBIC/FAPEMIG. A. Correia agradece à FAPESP pelo apoio financeiro, processos 04/10084-8 e 05/51356-3.

### Referências

Corrêa et al. Resultados preliminares do projeto integrado de medidas de radiação ultravioleta no sul da Bahia. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais** [aceito para publicação]. Florianópolis/SC, 6p., 2006. CD-ROM.

Corrêa, M.P.; Plana-Fattori, A. Uma análise das variações do índice ultravioleta em relação às observações de conteúdo de ozônio e da espessura óptica dos aerossóis sobre a cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 21, n. 1, p. 24-32, 2006.

Correia, A.L. Monitoring aerosol optical depth using MODIS over Brazil and South America. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais** [aceito para publicação]. Florianópolis/SC, 8p., 2006. CD-ROM.

Correia, A.L.; Castanho, A.D.A.; Martins, J.V.; Longo, K.M.; Yamasoe, M.A.; Artaxo, P. Inferência de Aerossóis. In: Rudorff, B.F.T.; Shimabukuro, Y.E.; Ceballos, J.C. (Org.) **O Sensor MODIS e suas Aplicações Ambientais no Brasil**. São José dos Campos: Bookimage, ISBN 85-8739329-4, p.297-314, 2006.

Holben, B.N., T.F. Eck, I.Slutsker, D. Tanré, J.P. Buis, A. Setzer, E. Vermote, J.A. Reagan, Y.J. Kaufman, T. Nakajima, F. Lavenu, I. Jankowiak e A. Smirnov. AERONET: a federated instrument network and data archive for aerosol characterization. **Remote Sensing Environment**, v. 66, p. 1-16, 1998.

Kirchhoff, V. W. J. H., A. A. Silva, e D. K. Pinheiro. Wavelength dependence of aerosol optical thickness in the UV-B band. **Geophysical Research Letters**, v. 29, n. 12, p. 1620, 2002.

McKenzie, R.L, L.O.Björn, A. Bais e M. Hyasd. Changes in biologically active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface. **Photochemistry and Photobiology Sciences**, v. 2, p. 5-15, 2003.

Wenny, B.N., Saxena, V.K.; Frederick, J.E. Aerosol optical depth measurements and their impact on surface levels of ultraviolet-B radiation, **Journal of Geophysical Research**, v. 106, n.D15, p. 17311-17319, 2001.