

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA QUEIMA DE BIOMASSA NA ESPESSURA ÓPTICA DE AEROSSÓIS NO DIA 09/09/2007 NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Marina Avena Maia^{1,2}; Damaris Kirsch Pinheiro^{2,3};
Lucas Vaz Peres^{2,3}; Otávio Krauspenhar da Silva^{1,2}; Nelson Jorge Shuch¹.

¹Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CCR/INPE-MCTI

²Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria– LACESM/CT-UFSM

³Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, UFSM

Santa Maria, RS, Brasil.

e-mail: marinaavena@hotmail.com

RESUMO: Durante a combustão de biomassa são emitidos para a atmosfera gases poluentes e partículas de aerossol que, através do transporte atmosférico, são distribuídos por extensas áreas. Através da utilização dos dados do Espectrofotômetro Brewer MKIII #167, instalado no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/INPE – MCTI (29,42°S, 53,87°O), no município de São Martinho da Serra RS, na parceria entre o Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/INPE – MCTI, o Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT/UFSM e o Laboratório de Ozônio do DGE/INPE – MCTI, foi possível obter os valores para as Espessuras Ópticas Atmosféricas (EOAt), através do método de Langley. Com isto, foram calculadas as espessuras ópticas de aerossóis (EOA) para os períodos da manhã e da tarde separadamente, apenas para dias de céu claro, e para os comprimentos de onda 306,3, 310,1, 313,5, 316,8 e 320,1 nm. Devido aos altos valores das EOA para o dia 09/09/07, pelo período da manhã, foi analisada a influência da queima de biomassa no aumento da quantidade de aerossol na atmosfera para este dia. Foi possível observar, através das imagens de focos de queimadas geradas pelo satélite NOAA 15 para os dias 07/09/07 e 08/09/07, anteriores ao dia de pico, que houve uma grande queima de biomassa da região Centro-oeste do Brasil, no Paraguai e na Bolívia. O transporte dos aerossóis oriundos destas queimadas foi confirmado através da trajetória retroativa da massa de ar, sobre o Observatório Espacial do Sul, gerada pelo modelo HYPLIT da NOAA do dia 09/09/2007.

ABSTRACT: During the combustion process are emitted into the atmosphere pollutants gases and aerosol particles that through atmospheric transport are distributed to a large area, around 4-5 million km², situated far away where the burned are concentrated. Using data from Brewer MKIV Spectrophotometer #081, #056 MKII and MKIII #167, installed in the Southern Space Observatory - OES/CRS/INPE-MCTI (29.42°S, 53.87°W), in São Martinho da Serra, in partnership between the Southern Regional Space Research - CRS/INPE-MCTI, the Space

Science Laboratory of Santa Maria - LACESM/CT/UFSM and Ozone Laboratory of DGE/INPE-MCTI, it was possible to obtain the values for the Atmospheric Optical Thickness (EOAt). And therefore, it was calculated the aerosol optical thickness (EOA), by the method of Langley, for the morning and the afternoon separately, only for clear days, and the wavelengths 306,3, 310,1, 313,5, 316,8 and 320,1 nm. By analyzing the values of the EOA, it was possible to examine the influence of the biomass combustion on the increasing of aerosol in the atmosphere on 09/09/07 during the morning. It was noted through the images of burned focus generated by NOAA 15 for 07/09/07 and 08/09/07, days prior to the peak day, there was a large biomass burning in central-western Brazil, Paraguai and Bolívia. The transport of aerosols from these fires was confirmed by the backward trajectory of the air mass that was on the Southern Space Observatory, generated by the model HYPLIT NOAA of 09/09/2007.

1- INTRODUÇÃO

Aerossóis atmosféricos são pequenas partículas em fase sólida ou líquida, em suspensão no ar. São caracterizados por uma variedade de origens e composições químicas (Bhuyan, et al.; 2005). Os aerossóis são conhecidos por induzir mudanças significativas no clima regional e global por espalhamento e absorção da radiação solar incidente. Participam em diversos fenômenos naturais que abrangem a formação de nuvens e de precipitação (Alves, C.; 2005). São oriundos de uma variedade de fontes, podendo ser naturais ou antropogênicas. Um dos fatores que leva ao aumento da quantidade de aerossol na atmosfera é a queima de biomassa, muito frequente no centro-oeste do Brasil, no Norte da Argentina, no Paraguai e na Bolívia que ocorre de maneira mais intensa nos meses de primavera. Tais aerossóis podem ser transportados por toda a América do Sul inclusive sobre o sul do Brasil (Freitas et al., 2004) e, assim, levar a um aumento considerável da quantidade de aerossol na atmosfera. Logo, foi realizada a análise da influência destas queimadas na espessura óptica de aerossóis (EOA) no dia 09/09/07, pelo período da manhã, na região sul do Brasil. Com a utilização do Espectrofotômetro Brewer, e do método de Langley, que é uma aplicação da lei de Beer, foram obtidos os valores das espessuras ópticas atmosféricas (EOAt). Da EOAt, foi possível determinar as EOA, as quais foram calculadas para os comprimentos de onda 306,3, 310,1, 313,5, 316,8 e 320,1 μm , somente para dias de céu claro.

2- METODOLOGIA

Com a utilização dos dados adquiridos com o Espectrofotômetro Brewer MKIII #167, instalado no Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE – MCTI (29,42°S, 53,87°O) no município de São Martinho da Serra - RS, em parceria com o Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CCR/INPE – MCTI, o Laboratório Ciências Espaciais de Santa Maria –

LACESM/CT – UFSM, obtiveram-se os valores de EOAt e, logo após, as EOA. O cálculo das espessuras foi realizado para os períodos da manhã e da tarde separadamente, apenas para dias de céu claro. Foram adquiridos os valores médios das EOA para o mês de setembro de 2007 com o objetivo de analisar a influência das queimas de biomassa realizadas na região centro-oeste do Brasil no pico de EOA no dia 9 de setembro, pela manhã, na região Sul do Brasil.

A EOAt é determinada pelo método de Langley, que consiste na linearização da lei de Beer, assim a radiação solar que atinge a superfície é atenuada pela atmosfera terrestre através da EOAt (Carbone et al. 2006), o qual é representado pela seguinte equação:

$$\ln I_{\lambda} = \ln I_{0\lambda} - \tau_{at} \cdot m$$

Onde: I_{λ} = irradiância solar na superfície da terra (W.m^{-2}); $I_{0\lambda}$ = irradiância solar no topo da atmosfera (W.m^{-2}); τ_{at} = espessura óptica atmosférica; m = massa de ar.

A EOAt é igual a soma das espessuras ópticas dos gases traços, que no caso da faixa de ultravioleta trabalhada aqui são representados por ozônio – O_3 e dióxido de enxofre – SO_2 , mais a espessura óptica do espalhamento Rayleigh e de aerossóis:

$$\tau_{at} = \tau_R + \tau_{ae} + \tau_{\text{SO}_2} + \tau_{\text{O}_3}$$

Logo, é possível determinar a EOA, pois o Espectrofotômetro mede as espessuras ópticas para O_3 e SO_2 a cada 3 minutos e o espalhamento de Rayleigh é dado pela seguinte equação:

$$\tau_R = 0,008569\lambda^{-4} (1 + 0,0113\lambda^{-2} + 0,00013\lambda^{-4}) P_{\text{estação}} \cdot P_{\text{atm}}^{-1}$$

Onde: $P_{\text{estação}}$ = Pressão local do Observatório Espacial do Sul (960hPa); P_{atm} = Pressão atmosférica no nível do mar ($P_{\text{atm}} = 1013,15\text{hPa}$); λ = Comprimento de onda (em nm).

As espessuras dos gases traços são calculadas através da seção de choque de absorção e da coluna integrada de gás, através da equação:

$$\tau_{xx\lambda} = \sigma_{xx\lambda} \cdot UD \cdot 2,69 \cdot 10^{16}$$

Onde: $\sigma_{xx\lambda}$ = Seção de choque de absorção em $\text{cm}^2/\text{molécula}$, UD = Coluna total de gás (Unidade Dobson).

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período analisado foi o mês de setembro de 2007 e os valores de espessura óptica de aerossóis médios para cada comprimento de onda estão na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de Espessura Óptica de Aerossóis nos cinco comprimentos de onda do Brewer para o dia 09/09/2007 e a respectiva média climatológica do mês de setembro para o período da manhã.

	λ (306,3 μm)	λ (316,1 μm)	λ (313,5 μm)	λ (316,8 μm)	λ (320,1 μm)
EOA(9/09/07)	0,83	0,84	0,78	0,78	0,76
EOA (média de setembro)	0,19	0,23	0,2	0,22	0,22

Dos valores apresentados acima, observa-se que as médias de EOA para o dia 09/09 são, no mínimo, três vezes maiores que a média de EOA para os outros dias do mês de setembro, caracterizando um dia de pico de EOA. Foram analisados dados do satélite NOAA 15 de focos de queimadas para os dias 07/09/07 e 08/09/07 que são anteriores ao pico, sendo demonstrados na Figura 1(a) e 1(b). Foi realizada a trajetória retroativa da massa de ar, visualizada na Figura 1(c). Percebe-se que a massa de ar sobre o Observatório é oriunda do Centro-Oeste do Brasil, chegando ao Sul do Brasil e passando pelo Paraguai e pelo norte da Argentina. Tal massa de ar possivelmente transportou aerossóis para a região Sul do Brasil. Da análise dos dados, acredita-se que esse valor elevado de EOA deva ser devido a eventos de queimadas realizadas na região Centro-Oeste do Brasil.

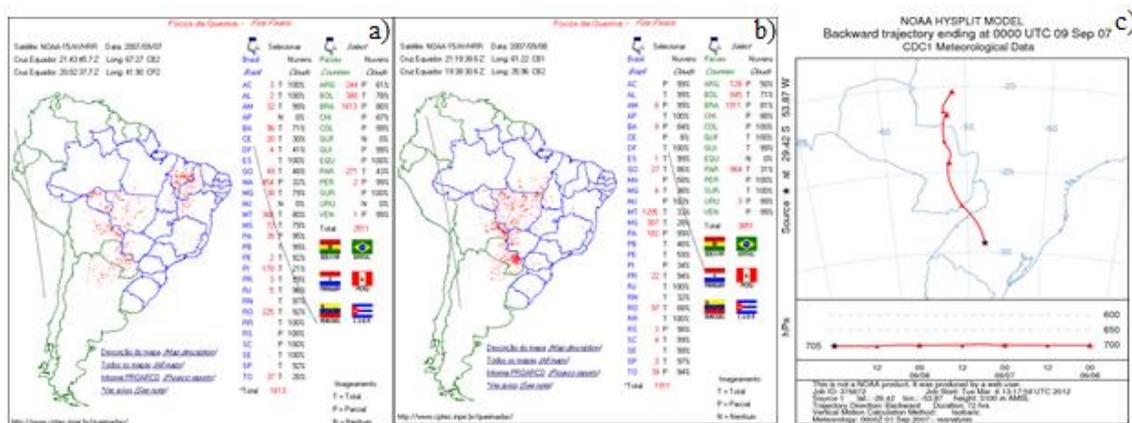


Figura 1- Imagens do Satélite NOAA 15 da NASA ilustrando focos de queimadas na América do Sul para os dias (a) 07/09/2007 e (b) 08/09/2007 e a trajetória retroativa da massa de ar do dia 9/09/2007 em 850 hPa (c).

4- CONCLUSÕES

A ocorrência dos picos de aerossóis sobre o Observatório Espacial do Sul foi concomitante com o período de queima de biomassa na região Centro-Oeste do Brasil. Credita-se à influência dessa fonte de aerossóis no aumento considerável das médias de EOA para o dia 09/09/07. O pico foi confirmado pela análise e visualização dos focos de queimadas através das imagens do satélite NOAA 15. A trajetória retroativa gerada pelo modelo HYPLIT da NOAA permitiu afirmar que a massa de ar oriunda da região Centro-Oeste do Brasil foi transportada para a região Sul do Brasil.

5- AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a NOAA pela disponibilização dos dados de satélite e do modelo HYSPLITe a NCEP/NCAR pelos dados de reanálise. Agradecimentos também a PRAE/UFSM, CNPq/PIBIC e CAPES pelas bolsas.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

P.K. BHUYAN, M.M. GOGOI, K. KRISHNA MOORTHY. Spectral and temporal characteristics of aerosol optical depth over a wet tropical location in North East India. *Advances in Space Research*. Vol. 35, p. 1423–1429, 2005.

ALVES, C., 2005. Aerossóis atmosféricos: perspectiva histórica, fontes, processos químicos de formação e composição orgânica. *Química Nova*. Vol. 28, No. 5, p. 859-870, 2005.

FREITAS, S. R., K. LONGO, M. A. SILVA DIAS, P. L. SILVA DIAS, R. CHATFIELD, E. PRINS, P. ARTAXO, G. GRELL E F. RECUERO. Monitoring the Transport of Biomass Burning Emissions in South America, *Environmental Fluid Mechanics, 5th RAMS Users Workshop Special Issue*, 2004.

CARBONE, S., PADILHA, L.F., ROSA, M.B., PINHEIRO, D.K., SCHUCH, N.J. First estimations of the aerosol optical thickness using Langley Method at Southern Brazil (29.4 S, 53.8 W). *Advances in Space Research*, 37, 2178-2182, 2005.