CRICTE 2006 XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia
VI Feira de Protótipos
UNIJUÍ

ESTUDO DO MÉTODO DE LANGLEY NA DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS ÓPTICAS DE AEROSSÓIS NO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL

Germano Possani[1], Caroline Bertagnolli[1], Samara Carbone[2], Damaris K. Pinheiro[3], Plínio C. Alvalá[4] & Nelson J. Schuch[5]

[1] Acadêmicos do Curso de Engenharia Química da UFSM, Bolsista PIBIC/INPE – CNPq/MCT, no âmbito da Parceria CRSPE/INPE/MCT–LACESM/CT/UFSM, Santa Maria, RS.

[2] Engenheira Química, Mestranda no Laboratório de Processos Atmosféricos – LPA/IAG/USP, São Paulo, SP.

[3] Professora , Pesquisadora do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria, do Centro de Tecnologia da UFSM – LSCESM/CT-UFSM, Santa Maria, RS.

[4] Pesquisador Titular/AII da Divisão de Geofísica Espacial – DGE/CEA/INPE-MCT, São José dos Campos, SP.

[5]Pesquisador Titular AIII, do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE-MCT, Santa Maria, RS.

e-mail: germano@lacesm.ufsm.br, caroline@lacesm.ufsm.br, samara@model.iag.usp.br, damaris@lacesm.ufsm.br, plinio@dge.inpe.br, njschuch@lacesm.ufsm.br

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica tem recebido cada vez mais atenção devido a uma preocupação crescente com o meio ambiente. Dentro deste contexto há a possibilidade de se utilizarem métodos de análise da atmosfera. O Método de Langley, que consiste numa aplicação da Lei de Beer para a atmosfera terrestre, propõe uma relação entre a incidência de radiação no topo da atmosfera e a incidência na superfície através da Espessura Óptica Atmosférica, a qual representa o somatório das contribuições das espessuras ópticas: do Espalhamento Rayleigh, dos gases traços como O_3, SO_2 e NO_2 e aerossóis.

Utilizando os dados de Radiação Ultravioleta fornecidos pelo Espectrofotômetro Brewer modelo MKIII #167, instalado no Observatório Espacial do Sul – OES/CRSPE/INPE/MCT, no município de São Martinho da Serra, a partir de uma parceria entre a Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria - LACESM/CT/UFSM e o Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, CRSPE/INPE – MCT, foi possível estimar a Espessura Óptica Atmosférica, através do Método de Langley para os comprimentos de onda: 306,3, 310,1 , 313,5, 316,7 e 320,1 nm. A partir das espessuras atmosféricas para cada um destes comprimentos de onda, podem-se calcular as espessuras ópticas de aerossóis nesta faixa de UVB.

2. METODOLOGIA E RESULTADOS

A Lei de Beer [1], pode ser representada na forma:

$$I_\lambda = I_{0\lambda} \cdot \exp(-\tau_{at}.m) \qquad (1)$$

onde: I_λ = Irradiância solar na superfície da Terra ($W.m^{-2}$), $I_{o\lambda}$ = Irradiância solar no topo da Atmosfera ($W.m^{-2}$), τ_{at} = Espessura Óptica Atmosférica e m = massa de ar.

O Método de Langley [2,3], consiste na linearização da Lei de Beer:

$$\ln I_\lambda = \ln I_{o\lambda} - \tau_{at}.m \qquad (2)$$

A fim de aplicar esta metodologia, foram utilizados dados de medidas DS (Direto ao Sol) do Espectrofotômetro Brewer, obtidas de Abril a Junho de 2006, calculando-se as espessuras para os períodos da manhã e tarde, separadamente.

Um exemplo de cálculo para um dia de céu claro, sem nuvens, quando se pode aplicar o Método de Langley, é apresentado na Figura 1. A linearização das curvas da Figura 1, através da representação das contagens de fótons (diretamente relacionadas à irradiância na superfície) em função da massa de ar, possibilita a obtenção das espessuras atmosféricas τ_{at} para cada comprimento de onda, através da inclinação das retas da Figura 2.

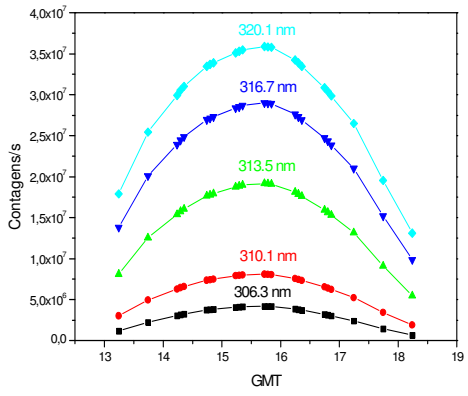

Figura 1: Dia 19/06/2006 com céu claro, sem nuvens, medido no Observatório Espacial do Sul;

curvas para os cinco comprimentos de onda fornecidos pelo Espectrofotômetro Brewer #167.

Após a obtenção da τ_{at}, a espessura óptica de aerossóis pode ser estimada para um determinado comprimento de onda, descontando a contribuição dos gases traço: Ozônio (O_3) e Dióxido de Enxofre (SO_2) e o Espalhamento Rayleigh. A τ_{at} pode ser expressa pela equação (3):

$$\tau_{at} = \tau_R + \tau_{ae} + \tau_{SO2} + \tau_{O3} \qquad (3)$$

Onde, a τ_{at} é a espessura óptica atmosférica, τ_R é a espessura óptica do espalhamento Rayleigh, τ_{SO2} é a espessura do SO_2, τ_{O3} é a espessura óptica do O_3 e τ_{ae} é a espessura óptica de aerossóis.

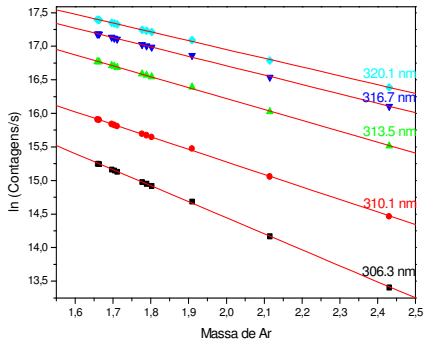

Figura 2: Método de Langley aplicado aos dados do dia 19/06/2006 no período da tarde para os cinco comprimentos de onda do Brewer medidas no Observatório Espacial do Sul – OES/CRSPE/INPE-MCT.

O espalhamento Rayleigh foi calculado pela equação (4), onde é levada em consideração a pressão local e valores de índice de refração do ar e coeficiente de despolarização [4]:

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

onde, $p_{estação}$ é a pressão local do Observatório Espacial do Sul (p_{OES} = 960 hPa), p_{atm} é a pressão atmosférica (p_{atm} = 1013,15 hPa) e λ é o comprimento de onda em nm.

As frações referentes à absorção pelos gases traços são calculadas pela equação:

$$\tau_{xx\,\lambda} = \sigma_{xx\lambda} \cdot UD \cdot 2{,}69.10^{-6} \qquad (5)$$

sendo $\sigma_{xx\lambda}$ a seção de choque de absorção em cm^2/molécula, e Unidades Dobson (UD) a coluna integrada de gás [3].

Assim os valores das espessuras ópticas para cada termo da equação (3) são calculados. Os valores obtidos para o dia 19/06/2006 são mostrados na Figura 3.

Através desta metodologia, pode-se calcular as espessuras ópticas de aerossóis para o período de Abril a Junho de 2006. As espessuras de aerossóis para o período da manhã são mostradas na Figura 4.

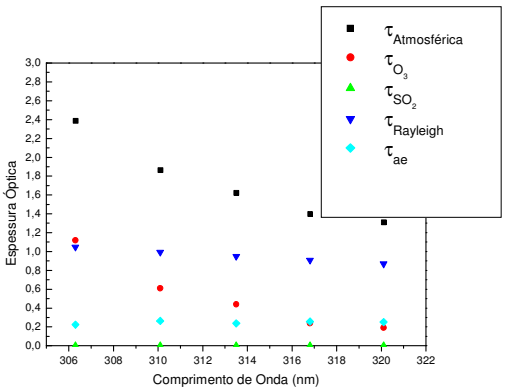

Figura 3: Valores para as espessuras ópticas para o dia 19/06/2006 no OES /CRSPE/INPE-MCT.

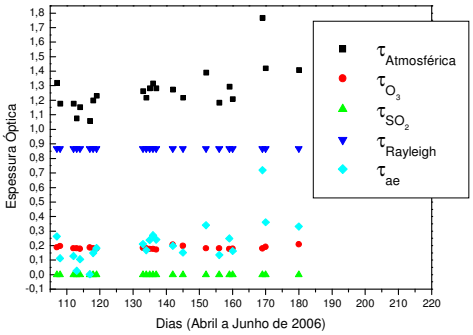

Figura 4: Espessuras Ópticas para o período de Abril a Junho de 2006, no OES/CRSPE/INPE-MCT.

3. CONCLUSÃO

Através da aplicação do Método de Langley nos dados obtidos pelo Espectrofotômetro Brewer #167 do Observatório Espacial do Sul do CRSPE/INPE-MCT, foi possível a obtenção das espessuras ópticas de aerossóis na faixa de UV.

AGRADECIMENTO

Os autores Germano Possani e Caroline Bertagnolli gostariam de agradecer o apoio do CNPq/MCT pelo apoio aos seus programas de pesquisa dos Projetos PIBIC/INPE-CNPq/MCT.

REFERÊNCIAS

1. Finlayson-Pitts, B.J. e Pitts, J.N. *Chemistry of the upper and lower atmosphere.* San Diego: Academic Press, 2000.

2. Carbone, S., Padilha, L. F., Rosa, M. B., Pinheiro, D. K. e 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, v.37, p. 2178-2182, 2006.

3. Kirchhoff, V.W.J.H., Silva, A.A. e Pinheiro, D.K. Wavelength dependence of aerosol optical thickness in the uvb band. Geophysical Research Letters, v. 29, p. 58-1 – 58-4, 2002.

4. Teillet, P. M. *Rayleigh optical depth comparisons from various sources. Applied Optics, v.29,n. 13, p. 1897 – 1900, 1990.*