

ESTUDO DE CASO: UMA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE NUVENS SOBRE A TRANSMITÂNCIA E ESPESSURA ÓTICA PARA CANGUÇU - RS

RENÃ MOREIRA ARAÚJO¹; ANDRÉ BECKER NUNES²

¹PPGMET - Universidade Federal de Pelotas – rena543@gmail.com 1

²PPGMET - Universidade Federal de Pelotas – beckernunes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A radiação eletromagnética proveniente do Sol é de suma importância para a vida no planeta terra, pois ela consiste na principal fonte de energia para o planeta. Até atingir a superfície terrestre, a radiação solar sofre atenuação por absorção, reflexão e transmissão, devido aos gases e partículas presentes ao longo da atmosfera.

Em uma atmosfera considerada padrão, cerca de 30% da radiação incidente no topo da atmosfera é refletido pela superfície terrestre, nuvens e retroespalhamento do ar, enquanto que 19% é absorvido na atmosfera pelo ozônio, aerossóis e vapor d'água (SANTAMOURIS, 2001). Porém, os gases e material particulado variam na atmosfera temporalmente e espacialmente, por esse motivo os percentuais citados acima variam dependendo das condições atmosféricas e concentração de aerossóis.

A atenuação da radiação ao passar por um determinado caminho é dada pela sua espessura óptica, que é proporcional à sua profundidade geométrica e ao coeficiente de extinção (ROCHA, 2011). A espessura óptica atmosférica (τ) indica, portanto, a quantidade de material absorvedor e espalhador opticamente ativos encontrados no caminho atravessado pelo feixe de radiação (CARBONE, 2006).

Os elementos que constituem a atmosfera possuem distintos valores característicos de espessura óptica, pois cada elemento absorve irradiância solar em determinado comprimento de onda e para o restante do espectro é praticamente transparente. A espessura óptica atmosférica representa a média total da espessura óptica dos gases presentes na atmosfera (LACERDA; KASSAR, 2009).

O objetivo do presente trabalho é avaliar a influência da presença de nuvens na atenuação da radiação entre dois dias consecutivos com características distintas de cobertura de nuvens a partir da avaliação da transmitância e da espessura óptica.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados dados de estação meteorológica automática de superfície, localizada na cidade de Canguçu-RS (31°23'42" S, 52°40'32" O). A estação pertence ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados usados foram de radiação solar em superfície (kJ.m^{-2}), ao longo de 24 horas para cada dia analisado.

Para a escolha dos dias para estudo, foram analisadas imagens do satélite GOES-13 no canal visível, e avaliado a nebulosidade ao longo do dia. Escolheu-se um dia coberto por nuvens e um dia com condições de céu claro.

Em seguida, foi estimada a radiação solar Q ($W \cdot m^{-2}$) no topo da atmosfera, para os respectivos dias selecionados. Para isto, calculou-se o fotoperíodo, dado por:

$$T_d = (2/15) \cos^{-1}(-\tan \Phi \cdot \tan \delta) \quad (1)$$

onde Φ é a latitude (graus) e δ é a inclinação solar (graus), dado por:

$$\delta = 23,45 \sin [(360/365) (284 + n)] \quad n: \text{dia Juliano} \quad (2)$$

A radiação solar estimada para cada dia depende do dia Juliano e da latitude, e pode ser calculada com a seguinte equação:

$$Q = (S_0/\pi) D_r (H \cdot \sin \Phi \cdot \sin \delta + \cos \Phi \cdot \cos \delta \cdot \sin H) \quad (3)$$

onde $S_0 = 1370 W \cdot m^{-2}$ representa a constante solar para a distância média do Sol à Terra, $H = T_d/2$ e D_r é a relação entre a distância média do Sol à Terra, com a distância instantânea, calculado da seguinte maneira:

$$D_r = 1 + 0,0334 \cos (2\pi n/365) \quad (4)$$

Em seguida, calculou-se a transmitância para os dois dias de estudo, dada por:

$$t = I_0/Q \quad I_0: \text{radiação medida em superfície} \quad (5)$$

e, por fim, estimou-se a espessura óptica, sabendo-se que:

$$t = e^{-\tau} \quad (6)$$

aplicando ln temos:

$$\tau = -\ln(t) \quad (7)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das imagens de satélite foram selecionados para estudo os dias 06 e 07 de julho de 2014. No dia 06 a passagem de uma frente trouxe nebulosidade para a maior parte do Estado do Rio Grande do Sul. No dia 07 a frente havia passado e o céu ficou praticamente limpo durante a maior parte do dia (Fig. 1).

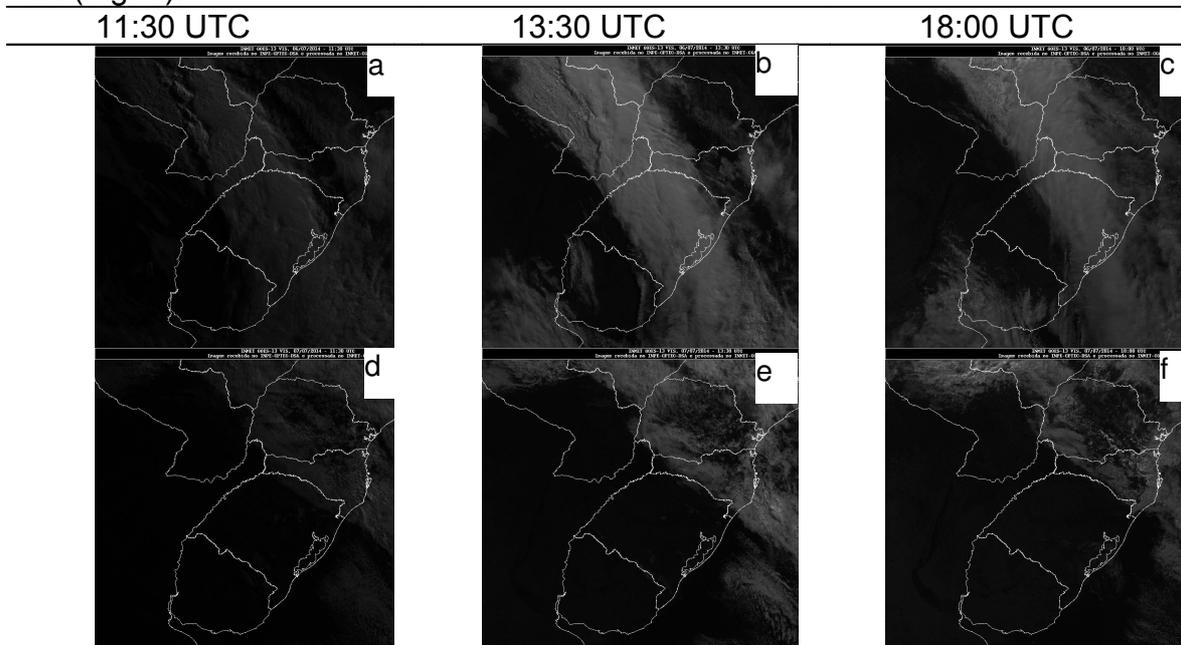


Figura 1 – Imagens do satélite GOES-13 no canal visível para os dias 06 (a, b, c) e 07 (d, e, f) de julho de 2014.

Os valores coletados de radiação em superfície e os valores obtidos para radiação estimada, transmitância e espessura óptica para os respectivos dias estão listados abaixo.

Tabela 1 – Radiação estimada para o topo da atmosfera, radiação medida em superfície, transmitância (t) e espessura óptica (τ).

	$Q_{\text{estimado}} (W \cdot m^{-2})$	$Q_{\text{medido}} (W \cdot m^{-2})$	t (%)	τ
06/07/2014	195,270	68,5216	35,09	1,047
07/07/2014	195,778	138,7740	70,88	0,344

No dia onde teve-se presença de nuvens, a transmitância diária foi de 35,09%, praticamente metade da transmitância diária para o dia sem presença de nuvens, que foi de 70,88%. Isso mostra o quanto a camada de nuvens na atmosfera influencia na radiação que chega até a superfície. No dia com presença de nuvens a atmosfera tem mais partículas absorvedoras e espalhadoras opticamente ativas ao longo do caminho por onde o feixe de radiação passa do que no dia de céu claro, por este motivo a espessura ótica (τ) no dia 06 foi mais elevada do que no dia 07.

A espessura ótica atmosférica permite estudos ambientais de qualidade de ar e da área de saúde ambiental. Porém aplicar este estudo voltado ao monitoramento de poluentes tem como desvantagem que a aplicabilidade só é viável em dias de céu aberto, uma vez que as nuvens influenciam fortemente na transmitância e conseqüentemente na espessura ótica.

4. CONCLUSÕES

De acordo com a análise da transmitância diária para dois dias consecutivos, verificou-se que no dia com presença de nebulosidade, a transmitância diária é aproximadamente duas vezes menor quando comparada a dia de céu limpo. Conseqüentemente, a espessura ótica é mais elevada quando há a presença de nuvens do que em dia de céu claro. Devido esta forte influência das nuvens na transmitância e na espessura ótica, estudos relacionados a saúde ambiental e qualidade de ar devem ser aplicados preferencialmente em dias de céu claro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARBONE, S. ; FORNARO, A. ; ANDRADE, M. F. ; LEME, N. P. ; PINHEIRO, D. K. Estudo de caso de espessura ótica de aerossóis obtidos a partir do espectrofotômetro brewer em são paulo campanha outono 2006. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**, 14., Florianópolis., 2006. Anais, XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro : Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2006. p. Trabalhos/3667.

CPTEC-INPE - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, 26 jun. 2014. Acessado em 26 jun. 2014. Online. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>

DA ROCHA, V. R. **Análise de propriedades de nuvens em função da profundidade ótica do aerossol a partir de produtos derivados pelo MODIS na região amazônica durante a estação seca**. 2011. 126f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Programa de Pós Graduação do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília, 25 jun. 2014. Acessado em 25 jun. 2014. Online. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>

LACERDA, Í. G.; KASSAR, E. **Estimativa da espessura óptica em Campo Grande – MS**. 2009. (Relatório)

PETTY, G. W. **A First Course In Atmospheric Radiation**. Sec.Ed. Sundog Publ. Madson, Wisconsin, 2006.

SANTAMOURIS, M. **Energy and climate in the urban built environment**, Londres,:James x James, 2001.