

ESTUDO DE CASO DE INFLUÊNCIA ATMOSFÉRICA NA RADIAÇÃO SOLAR

INCIDENTE NA SUPERFÍCIE EM SÃO MARTINHO DA SERRA-RS

LAIZ CRISTINA RODRIGUES MELLO¹; LUIZ GABRIEL CASSOL MACHADO²;

ANDRÉ BECKER NUNES³

¹Faculdade de Meteorologia/UFPel – laiz.cristina.96@gmail.com

²Faculdade de Meteorologia/UFPel – gabrielcassol09@gmail.com

³Faculdade de Meteorologia/UFPel – beckernunes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a radiação solar é de suma importância pois os principais fenômenos físico-químicos decorrentes na Terra são oriundos desta variável, possibilitando amplas aplicações ao seu estudo, relacionado à agricultura, balanço energético, sensoriamento remoto, entre outros. Para se obter os dados de radiação há uma contrariedade, pois são coletados por estações solarimétricas e pela significativa extensão territorial brasileira e por problemas na calibração dos instrumentos, somente em alguns poucos locais são encontrados dados consistentes sobre parâmetros meteorológicos (BELÚCIO, 2014). A radiação terrestre, ao percorrer a atmosfera, é atenuada, devido aos processos de espalhamento e absorção. A radiação incidente na superfície terrestre possui uma interferência da nebulosidade, sendo que uma parte considerável da enorme quantidade de energia proveniente do sol é refletida pela superfície das nuvens e, portanto, não contribui para a insolação sobre a superfície (BARRETO, 2012).

Este trabalho tem como objetivo analisar a radiação solar incidente na superfície em função da nebulosidade, de acordo com os dados do Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais (SONDA) e do cálculo da radiação solar no topo da atmosfera, para a cidade de São Martinho da Serra-RS, para os dias 2 a 4 de setembro de 2014.

2. METODOLOGIA

A estação solarimétrica em São Martinho da Serra, ($29^{\circ} 26' 34'' S$ $53^{\circ} 49' 23'' O$), dispõe de dados que passam por um processo de validação, garantindo a confiabilidade. Foram utilizados dados de radiação global incidente na superfície dos dias 2 a 4 de setembro de 2014 e com base nas imagens de satélite do GOES da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSA/INPE), para determinar condições locais de cada dia.

A Radiação Solar no Topo da Atmosfera, considerando a constante solar $S_0 = (1370 \text{ W/m}^2)$, é dada por (PETTY, 2006):

$$Q \simeq \frac{S_0}{\pi} D_r [H \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin H] \quad (1)$$

A, declinação solar é dada por:

$$\delta = 23.45 \sin((360/365)(284 + n)) \quad (2)$$

Sendo n o dia Juliano. A distância relativa entre o Sol e a Terra, dada por:

$$D_r = 1 + 0,0334 \cos\left(\frac{2\pi n}{365}\right) \quad (3)$$

O foto período é a duração do dia, em horas, que a imagem do Sol está acima do horizonte para iluminar o topo da atmosfera, e é dado por:

$$T_d = (2/15) \arccos(-\tan \varphi \cdot \tan \delta) \quad (4)$$

Sendo φ a latitude do local. A variável H é o ângulo referente a meio fotoperíodo.

A intensidade da radiação solar incidente na superfície terrestre é dada pela média aritmética diária da radiação aferida pela estação solarimétricas da rede SONDA: <http://sonda.ccst.inpe.br/baseados/saomartinho.html>. A razão entre a radiação incidente na superfície e a radiação incidente no topo da atmosfera (Equação 1), fornece a transmitância total, que é influenciada pela quantidade e tipo de nebulosidade atuante na região tratada.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados apresentados na tabela 1, observa-se grande variação da transmitância total, especialmente entre os dias 2 e os demais. Percebe-se que existe valor duvidoso, devido a magnitude da radiação incidente na superfície estar muito elevada (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa da radiação incidente no topo da atmosfera, radiação incidente na superfície coletada pela estação SONDA e transmitância total:

Dia	Radiação Atmosfera (W/m ²)	Radiação Superfície (W/m ²)	Transmitância (%)
02/09/2014	329,3032	86,5988	26,2975
03/09/2014	334,3152	293,7974	87,8802
04/09/2014	334,4961	337,8915	98,9951

Baseando-se na condição de tempo observada na imagem de satélite (Figura 1), tem-se para o dia 2, céu encoberto por nuvens com desenvolvimento vertical e topos mais frios (Figura 1B), nuvens do tipo *Cumulonimbus*, para a região sul do Brasil, direcionando ao resultado de uma baixa transmitância.

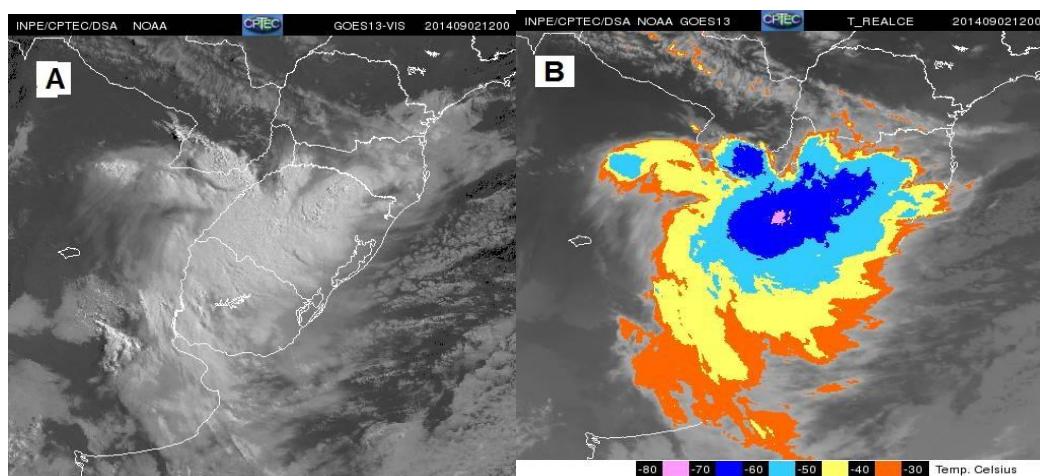


Figura 1- 1A) Imagem de satélite canal visível 12GMT do dia 02/09/2014.
1B) Imagem de satélite com temperatura realçada às 12GMT do dia 02/04/2014.

No dia 3, há nebulosidade atuando na região, mas com topos não muito frios, possivelmente uma nebulosidade de camada baixa, do tipo *Stratus*, conforme a figura

2A e pouco mais visíveis no canal infravermelho (Figura 2B). Não obstante, verificou-se um aumento significativo da transmitância, podendo ser descrito pelo efeito *Cloud Gap Effect*: enquanto as nuvens atenuam a radiação incidente na atmosfera em áreas sombreadas por nuvens, superfícies do solo iluminadas pelo sol podem receber mais irradiação do que sob céu claro devido à dispersão de luz e reflexão das nuvens vizinhas (GU,G.L et al.2001).

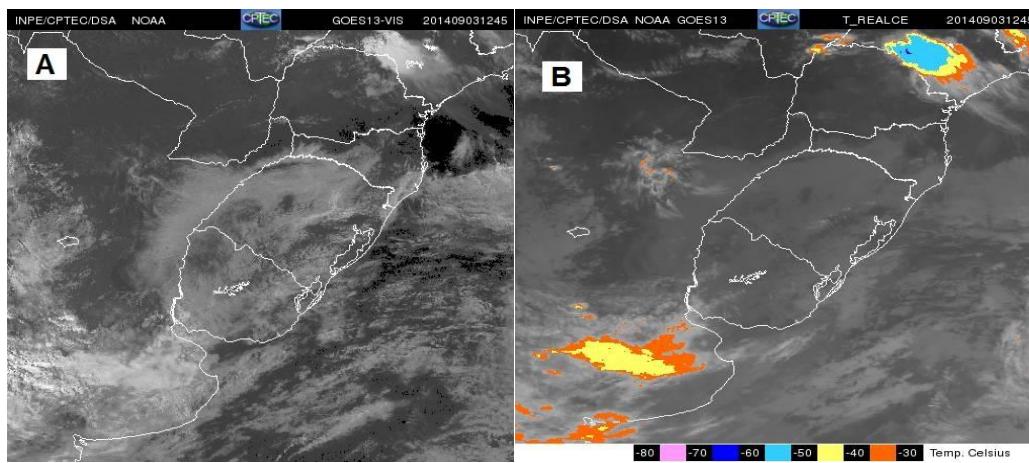


Figura 2- 2A) Imagem de satélite canal visível às 12:45GMT do dia 03/09/2014.
2B) Imagem de satélite com temperatura realçada às 12:45GMT do dia 03/09/2014.

No dia 4, há presença de nuvens que indicam bom tempo na região de São Martinho da Serra, classificadas como *Cirrus*, as quais são finas e indicam céu claro, que se associam à uma elevação do valor da incidência da radiação na superfície, produzindo um aumento na transmitância.

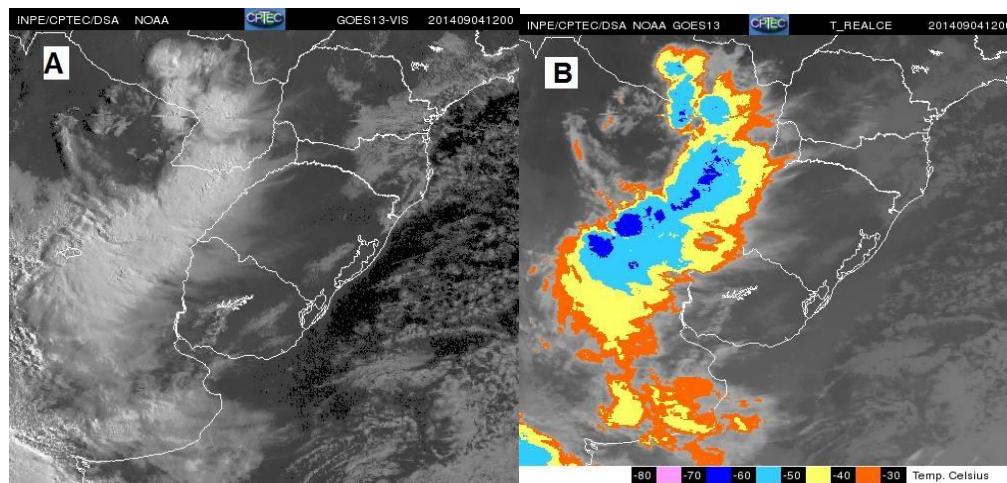


Figura 3- 3A) Imagem de satélite canal visível às 12 GMT do dia 04/09/2014.
3B) Imagem de satélite com temperatura realçada às 12 GMT do dia 04/09/2014.

4.CONCLUSÃO

A quantidade de irradiação a qual chega na superfície está diretamente ligada à nebulosidade presente na região e a intensidade do feixe tende a diminuir com a quantidade de nebulosidade, afetando transmitância da atmosfera, definida no procedimento deste trabalho. Para estudos posteriores, sugere-se a comprovação do Efeito Cloud Gap Effect, que aumenta a radiação solar incidente na superfície devido à reflexão de nuvens de bom tempo.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO, T.M.B.M. Avaliação da radiação solar com base em dados de nebulosidade - **Geografia (Londrina)**, v. 21, n. 3.p.41-55, set/dez. 2012.
- BELÚCIO, L. P.Radiação solar global estimada a partir da insolação global estimada a partir da insolação para Macapá(AP)- **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.4, 494 - 504, 2014.
- GU, G. L. Cloud Modulation of surface solar irradiance at a pasture site in southern Brazil, **Agricultural and Forest Meteorology**, Volume 106, 27 January 2001, Pages 117-129.
- PETTY, G. W. **A First Course in Atmospheric Radiation**. Estados Unidos: Editora Sundog Publishing, 2006. 342 p.