

ANÁLISE DA ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR NA CIDADE DE RIO GRANDE - RS: ESTUDO DE CASO

JOSIÉLE SOUZA DOS SANTOS¹; ANDRÉ BECKER NUNES²

¹*Universidade Federal de Pelotas – josi03ju@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – beckernunes@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O Sol é a principal fonte de energia que a Terra possui. As reações termonucleares que ocorrem na superfície do Sol emitem para o espaço grandes quantidades de radiação eletromagnéticas (VIANELLO; ALVES, 1991). Uma parte desta radiação é interceptada pela Terra (chamada de Insolação Global), mas nem toda esta energia chega à superfície. A quantidade de energia que chega à superfície terrestre depende das condições da atmosfera. Ou seja, a radiação que incide no topo da atmosfera atravessa toda a camada atmosférica e, durante este trajeto, encontra gases e nuvens, que tanto refletem, absorvem e espalham a radiação. Devido à esta atenuação, apenas uma fração – em média, cerca de 50% – da energia que chega no topo da atmosfera incide na superfície terrestre.

Em dias encobertos, é esperado que chegue menos radiação na superfície. O objetivo desse trabalho é um estudo de caso para verificar a influência das condições atmosféricas – céu claro, céu nublado e céu nublado com precipitação – na radiação solar incidente na superfície.

2. METODOLOGIA

Para este trabalho os dias de estudo foram escolhidos utilizando imagens de satélite geoestacionário, no canal infravermelho, do mês de junho de 2015. Os dias escolhidos para verificar a atenuação foram 10,16 e 21 de junho de 2015, porque cada dia apresentou uma condição meteorológica diferente. O dia 10 foi um dia de chuva, o dia 16 de céu claro e o dia 21 foi um dia encoberto. Estas imagens estão disponíveis no site da Divisão de Satélite e Sistemas Ambientais/CPTEC/INPE (2015).

Foram, também, utilizados dados da Estação Meteorológica de Superfície Automática localizada na cidade de Rio Grande, RS, vinculada ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015).

A radiação incidente no topo da atmosfera (Q), ao longo de 24 horas, foi calculada para os dias escolhidos utilizando as coordenadas da estação, através da equação:

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

Onde:

S_0 representa o fluxo solar médio para uma distância (média) entre o Sol e a Terra com valor de 1370 W/m², ϕ é a latitude do local, δ é o ângulo de declinação solar, dado por:

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

Onde n é o dia juliano. D_r é a distância relativa dada por

$$D_r = 1 + 0.0334 \cos\left(\frac{2\pi n}{365}\right) \quad (3)$$

H é o ângulo referente a metade do fotoperíodo (T_d), dado por:

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra imagens de satélite dos dias 10/06/2015 (Figura 1a), 16/06/2015 (Figura 1b) e 21/06/2015 (Figura 1c), no horário 12UTC, enquanto que na Tabela 1 estão indicados os totais pluviométricos dos 3 dias em análise.

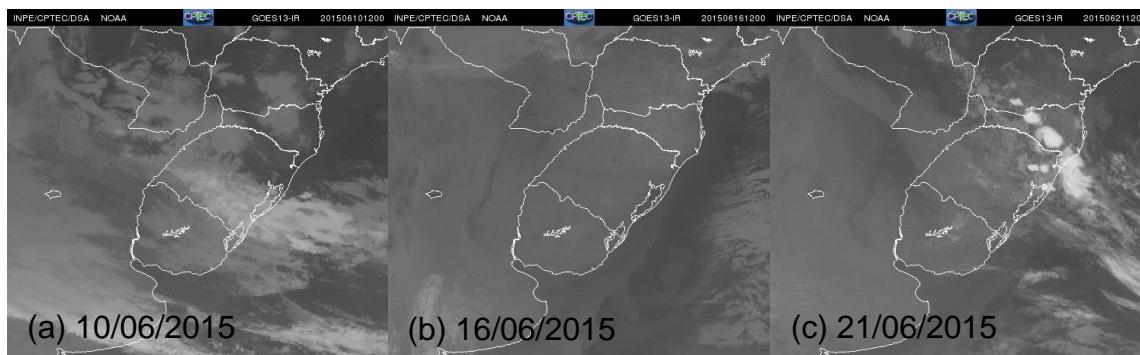


Figura 1 - Imagem de satélite do canal infravermelho às 12UTC, mostrando (a) dia de chuva, 10/06/2015, (b) dia de céu claro, 16/06/2015 e (c) dia de céu encoberto, 21/06/2015.

Tabela 1 - Total de precipitação em superfície nos dias estudados

Datas	Precipitação (mm)
10/06/2015	45
16/06/2015	00
21/06/2015	00

A Figura 2 mostra a radiação incidente à superfície em função da hora (UTC) do dia, para os 3 dias em estudo. Os resultados são apresentados nas formas de histogramas (na parte superior) e tabulares (na parte inferior). As barras em azul correspondem aos resultados obtidos para o dia 10/06/2015, em vermelho aqueles obtidos para o dia 16/06/2015 e, as barras em verde, mostraram os resultados obtidos para o dia 21/06/2015. Observa-se que, à noite, a radiação foi praticamente nula dada a falta de radiação solar. Pela manhã, próximo às 12UTC, a radiação começou a aumentar. Como esperado, no dia 16, caracterizado como dia de céu claro, houve um aumento maior da radiação incidente durante o dia. Em ambos os dias a radiação voltou a ser negativa às 22UTC.

Gráfico de valores de radiação em superfície na cidade de Rio Grande, RS

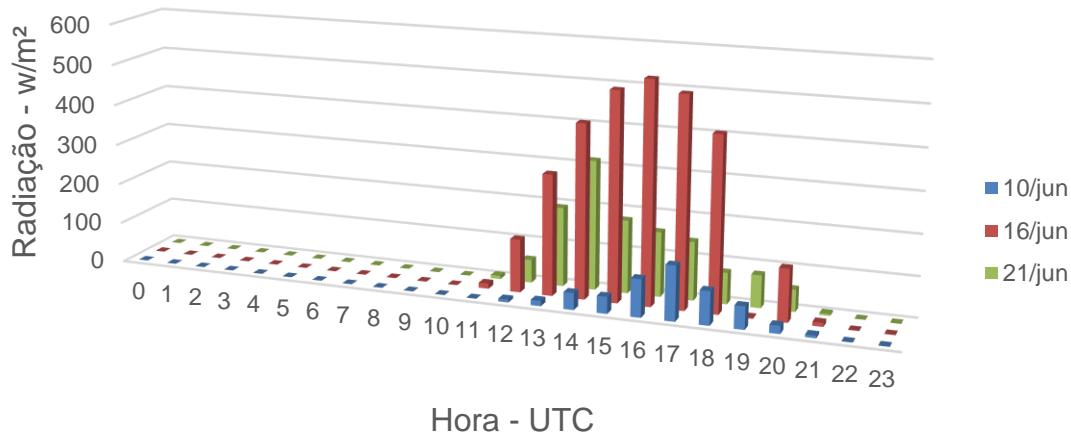


Figura 2 - Espectro de radiação incidente na superfície para os dias 10, 16 e 21 de junho de 2015, na cidade de Rio Grande, RS.

A comparação entre os dados calculados de radiação no topo da atmosfera com a radiação registrada na superfície indicou que houve grande diferença nos dias estudados, como mostram os resultados elencados na Tabela 2. No dia de céu claro (16/06/2015), 67,74% da radiação incidente no topo da atmosfera conseguiu atravessar a atmosfera. Como esperado, este foi o maior valor dentre os dias estudados. Lembrando que, para uma mesma distância, a atenuação é resultante da radiação atmosférica, essa atenuação deve-se a partículas suspensas no ar, gases e nuvens. Assim, no dia encoberto 26,27% da radiação incidente no topo da atmosfera conseguiu atravessar a atmosfera e no dia de chuva 9,11%.

Tabela 2 - Totais de radiação e transmitância.

Datas	Radiação na superfície (w/m ²) (24 horas)	Radiação no topo (w/m ²) (24 horas)	Transmitância (%)
10/06/2015	18,55	203,46	9,11
16/06/2015	136,06	200,84	67,74
21/06/2015	52,57	200,06	26,27

4. CONCLUSÕES

Com os dados de radiação na superfície coletados da rede de estações automáticas do INMET da cidade de Rio Grande, RS e com os cálculos feitos para a radiação incidente no topo da atmosfera para 3 dias selecionados, foi observado que em dias de céu claro, chegará mais radiação a superfície mesmo que haja atenuação. Essa atenuação é devida a partículas suspensas no ar, a gases atmosféricos e a camada de nuvens. No dia de céu encoberto chegou menos radiação a superfície que no dia de céu claro, devido a camada de nuvens. No dia de chuva chegou menos radiação que nos outros dias, devido a camada de nuvens ser mais espessa e assim impedir os raios solares de penetrarem na atmosfera.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CPTEC/INPE. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acessado em: 22/06/2015.

INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em: 22/06/2015.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa, MG: Ed. Universidade Federal de Viçosa/ Imprensa Universitária, 1991.