

METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DA COBERTURA DE NUVENS ATRAVÉS DE IMAGEM DE SATÉLITE

Alice dos S. MACEDO^{1,2}, Jefferson G. de SOUZA¹, Fernando R. MARTINS¹, Enio B. PEREIRA¹

¹CCST/INPE - São José dos Campos - São Paulo – ²alicesmacedo@gmail.com

RESUMO: O coeficiente efetivo de cobertura de nuvens é um dado importante para a determinação da influência das nuvens na estimativa de irradiação solar na superfície partir de imagens de satélite utilizando o modelo de transferência radiativa BRASIL-SR. A metodologia adotada para sua obtenção apresenta problemas que levam a uma superestimativa de seu valor na região semi-árida do nordeste brasileiro. Para tanto, o presente trabalho propõe uma nova metodologia para a obtenção desse coeficiente e avalia a implicação da alteração no desempenho do modelo BRASIL-SR. Os resultados mostraram que o coeficiente de cobertura de nuvens efetivo obtido com o novo método apresentou valores bem abaixo dos obtidos na metodologia antiga para a posição geográfica da estação SONDA de Petrolina. Este trabalho apresenta resultados preliminares mas indicam que a confiabilidade das estimativas de irradiação solar na superfície pode ser melhorada com o aprimoramento do método proposto.

ABSTRACT: The cloud cover is an important factor for determining the influence of clouds in the estimation of surface solar irradiance from satellite images using the radiative transfer model BRAZIL-SR. The methodology usually used to calculate them has problems that lead to an overestimation of its value in semi-arid region of northeastern Brazil. Thus, this paper proposes a new methodology for obtaining the cloud cover and evaluating the implications of this change in performance model BRAZIL-SR. The results showed that the coefficient of effective cloud cover obtained in the new method showed values below than those obtained in the old methodology to the geographical position of SONDA station in Petrolina city. This paper presents preliminary results but suggest that the reliability of estimates of solar radiation on the surface can be improved with the improvement of the proposed method.

1- INTRODUÇÃO

As nuvens desempenham um papel importante na transmitância atmosférica da radiação de ondas curtas e ondas longas e seus efeitos radiativos no balanço energético do planeta são muito estudados.

O modelo BRASIL-SR, que é um modelo físico para obtenção de estimativas da radiação solar incidente na superfície, determina a influência das nuvens na estimativa de irradiação solar na superfície a partir do coeficiente de cobertura de nuvens efetivo determinado a partir de imagens do satélite GOES-East.

A obtenção do coeficiente de cobertura de nuvens efetivo é realizada por meio da comparação da radiância observada em uma imagem de satélite, no canal visível com duas imagens compostas: uma imagem de céu claro, chamada imagem de mínima radiância e outra imagem de céu encoberto, chamada imagem de máxima radiância. A composição destas duas imagens é obtida a partir análise estatística das todas imagens de um mesmo horário de aquisição durante o período de um mês. Os pixels com valores elevados de radiância visível medidos pelo satélite apresentam maior nebulosidade, isto é, nuvens com maior espessura ótica e/ou maior cobertura de nuvens.

Em algumas regiões do Brasil o céu pode se apresentar completamente sem nuvens ou parcialmente nublado por um mês inteiro, tornando os valores da imagem de máxima radiância pouco representativo de uma condição completa cobertura de nuvens. Deste modo o cálculo do coeficiente de cobertura de nuvens efetivo torna-se irreal e superestimado.

A proposta deste trabalho é obter a imagem de máxima radiância levando em consideração aspecto geométrico dentro de intervalos regulares do ângulo Sol-Pixel-Satélite. Posteriormente, a avaliação do novo método é realizada pela comparação das estimativas de irradiação solar global fornecidas pelo modelo BRASIL-SR com dados observados em estações da rede SONDA (sonda.ccst.inpe.br). Os resultados apresentados aqui são preliminares e foram obtidos para o mês de maio de 2010. Os resultados correspondentes ao período de um ano serão apresentados durante o evento.

2- MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foram utilizadas imagens no canal visível do satélite GOES12 que são fornecidas pelo CPTEC/INPE para o período de maio de 2010.

Na nova metodologia empregada, obtiveram-se as imagens de máximo (Máx*) baseadas no pixel de máxima radiância dentro de cada faixa angular Sol-Pixel-Satélite que compõe a imagem de satélite durante todo o mês de maio. O pixel de máxima radiância dentro de cada faixa de angulação substituiu todo o valor máximo observado pelo satélite para um determinado pixel da imagem.

Após a composição de imagens, a eq.(1) foi utilizada para cálculo do coeficiente de cobertura de nuvens efetivo utilizando imagens de máximo obtidas método convencional e novo método proposto. A partir deste ponto, os coeficientes de cobertura efetiva de nuvens obtidos pelo método original e pelo método proposto foram nomeados de CN e CN^* , respectivamente.

$$C_{eff} = \frac{L_r - L_{clr}}{L_{cld} - L_{clr}} \quad (1)$$

onde: L_r é o valor das radiâncias medidas pelo satélite, L_{clr} é o valor da radiância obtida em condições de céu claro e L_{cld} é o valor da radiância obtida em condições de céu

nublado na imagem composta de máxima radiância.

As saídas CN e CN^* foram plotadas em gráficos de dispersão a fim de comparar o resultado dos dois tratamentos. Em seguida o modelo BRASIL-SR foi executado duas vezes para o período de estudo: uma utilizando os valores de CN como dado de entrada e outra CN^* . O objetivo foi avaliar qual o desempenho do modelo para estimativa da irradiação solar global quando alimentado por CN e CN^* . A radiação global obtida com o CN foi chamada GL e a obtida com CN^* foi chamada GL^* . As saídas GL e GL^* foram confrontadas com a radiação global observada, nomeada GLo , obtida em sites do projeto SONDA, <http://sonda.ccst.inpe.br/>.

3- RESULTADOS

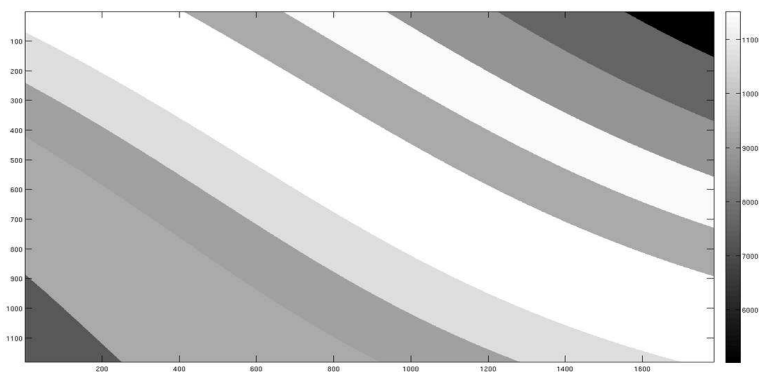


Figura 1: Imagem de Máx* às 15:00 horas.

A Figura 1 apresenta a largura das regiões da imagem de satélite que possuem o tamanho do ângulo Sol-Pixel-Satélite em intervalos de 1° . Nas imagens utilizadas, o intervalo de angulação não teve variações maiores que 13° . A Figura 1 mostra que a imagem de máximo obtida pelo novo método respeitou o ângulo entre o satélite e o sol proposta para obter-se o máximo pixel dentro da geometria do intervalo angular.

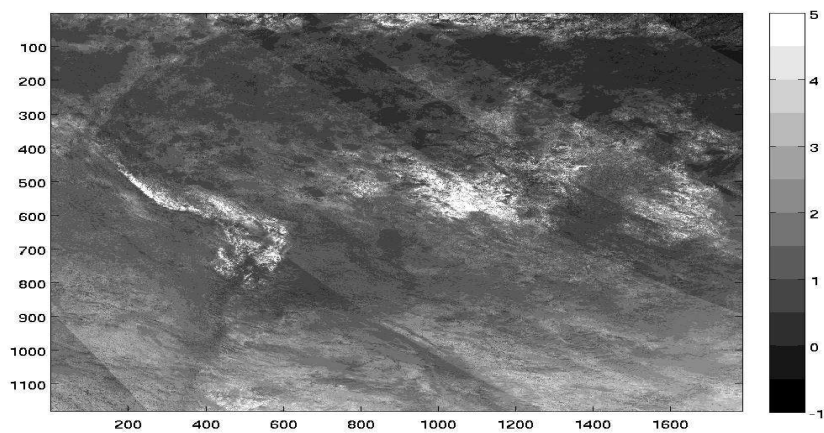


Figura 2 – Razão entre a radiância máxima para uma determinada geometria e a radiância máxima observada pelo satélite GOES às 15:00 horas para cada pixel específico.

A Figura 2 mostra a razão entre as imagens de máxima radiância obtidas pelos dois métodos de composição. O valor 1 representa que os dois métodos atribuíram o mesmo valor de máxima radiância para o pixel. Na Figura, quanto mais claro é o ponto maior foi a alteração em relação à imagem de máximo obtida com o método original. No Brasil, as maiores alterações ocorreram nas regiões Nordeste e Centro-Oeste.

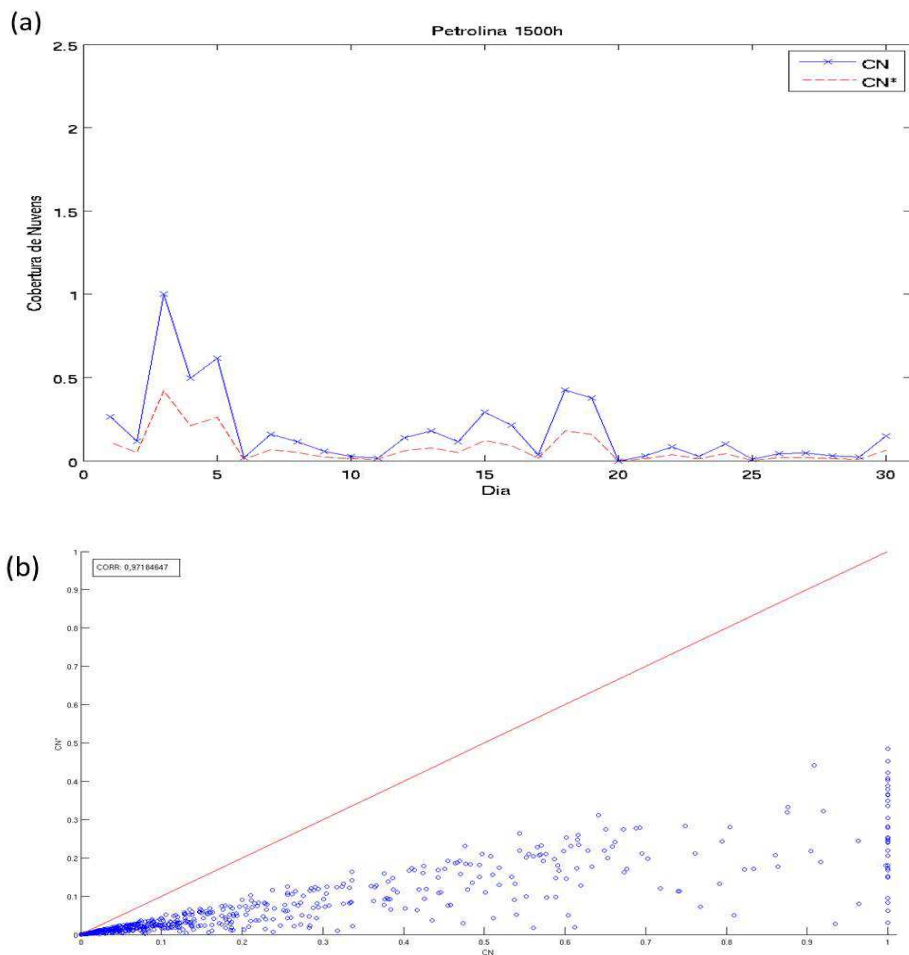


Figura 3: (a)Evolução temporal de CN e CN^* às 15:00 horas local do mês de maio de 2010, (b) diagrama da dispersão de CN X CN^* .

A Figura 3a mostra o comportamento de CN e CN^* ao longo de todo o mês maio às 15:00 horas, na cidade de Petrolina. O valor do coeficiente efetivo de cobertura de nuvens, mostrado no eixo vertical da Figura varia entre 0, para céu claro, e 1 para céu totalmente nublado. Observa-se que CN^* mostrou valores menores do que o obtido no método convencional (CN) ao longo de todo o mês. A Figura 3b mostra o gráfico de dispersão entre um CN e CN^* . O coeficiente de correlação entre as duas variáveis foi de 0,97. O novo método sempre determinou valores menores do coeficiente de cobertura de nuvens que o método original.

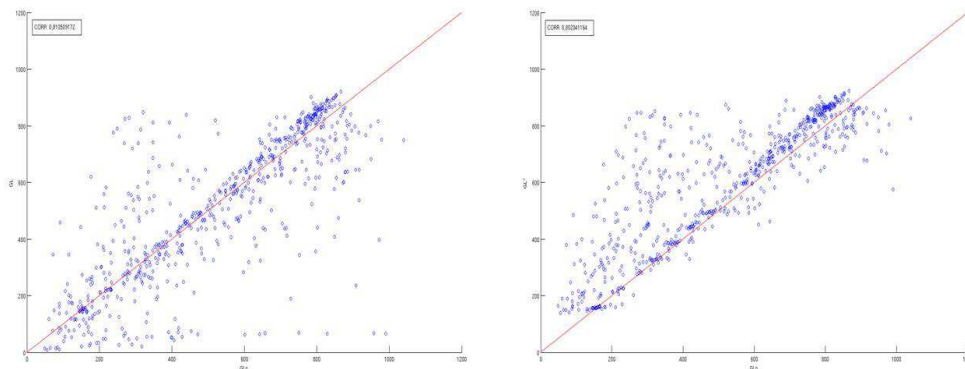


Figura 4: (a) Diagrama de dispersão G_{Lo} X G_L , (b) Diagrama de dispersão G_{Lo} X G_L^* , ambos em W/m^2 .

Na Figura 4 a influência da alteração da metodologia de determinação do coeficiente efetivo de cobertura de nuvens na estimativa da irradiação solar na superfície pelo modelo BRASIL-SR. Em (a) observa-se uma grande dispersão dos valores e a correlação entre valores estimados e observados na superfície é igual a 81%. Em (b), pode-se notar uma menor dispersão entre valores estimados e observados. No entanto, essa redução na dispersão praticamente não alterou o coeficiente de correlação, 80%. A hipótese para explicar esse acontecimento é baseada no fato de que a metodologia proposta pode ter indicado valores de máxima radiação muito elevados observados em eventos de reflexão da radiação solar na superfície do oceano e na cobertura de neve eterna na alta da Cordilheira dos Andes. Um aperfeiçoamento do método está sendo implementado com uso de máscara para que apenas valores observados pelo satélite sobre o continente sejam considerados. A Cordilheira dos Andes também será ocultada para evitar valores elevados em demasia devido ao elevado albedo da cobertura de neve.

4-CONCLUSÕES

Conclui-se que o novo método empregado para a obtenção das imagens de máximo gerou coeficientes de cobertura de nuvens efetivo com valores mais baixos, deste modo atingiu-se o objetivo de ter uma imagem de máximo com valores mais próximos dos valores observados em locais de baixa nebulosidade. A irradiação global na superfície foi superestimada com o uso da metodologia proposta. Acredita-se que os eventos de reflexão na superfície do oceano e neve possam ter influenciado nos resultados obtidos. A continuidade do estudo será realizada com o intuito de aprimorar o método proposto e evitar os problemas mencionados que levam a valores de máxima irradiação muito elevados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Martins, F. R. **Influência do processo de determinação da cobertura de nuvens e dos aerossóis de queimada no modelo físico de radiação BRASIL-SR**. 2001. Tese de Doutorado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos.