

## MODELO BRASIL-SR

Fernando Ramos Martins e Enio Bueno Pereira

Divisão de Clima e Meio Ambiente (DMA)

O modelo BRASIL-SR é um modelo físico para obtenção de estimativas da radiação solar incidente na superfície que combina a utilização da aproximação “two-stream” na solução da equação de transferência radiativa com o uso de parâmetros determinados de forma estatística a partir de imagens de satélite. Foi inicialmente desenvolvido na Alemanha (GKSS, Geesthacht) e, posteriormente, adaptado e aperfeiçoado no Brasil por meio de convênio estabelecido entre o LABSOLAR/UFSC e o INPE. A cobertura de nuvens é considerada como principal fator de modulação da transmitância atmosférica no modelo BRASIL-SR. As demais propriedades óticas da atmosfera são consideradas como fatores secundários e são parametrizadas a partir de seus valores climatológicos. A obtenção de uma estimativa da radiação incidente na superfície através do uso do modelo pode ser dividida em três etapas: a) tratamento dos dados climatológicos e imagens de satélite; b) resolução da equação de transferência radiativa; e c) cálculo da radiação global. As bases de dados que compõe a primeira etapa são: temperatura do ar na superfície, albedo de superfície, visibilidade, umidade relativa, altitude e imagens de satélite. As bases de dados de temperatura e visibilidade para o território brasileiro foram obtidas a partir da compilação e análise geoestatística dos dados referentes à América do Sul disponibilizados em <ftp.ncdc.noaa.gov> como parte da base “Global Surface Summary of Day Data” mantida pelo National Climatic Data Center (NCDC). Os dados de umidade relativa para a América do Sul utilizados para alimentar o modelo BRASIL-SR foram obtidos no junto à “International Research Institute for Climate Prediction” (IRI) no portal <http://ingrid.ldeo.columbia.edu>. Os valores de albedo de superfície para o território foram disponibilizados por “Distributed Active Archive Center – Goddard Space Flight Center” (DAAC-GSFC) em <ftp://daac.gsfc.nasa.gov>. A topografia adotada tem como base as informações disponibilizados pelo Earth Resources Observation System Data Center (EROS/USGS). A determinação do coeficiente de cobertura efetiva de nuvens é realizada por meio de análise estatística de imagens dos canais visível e infravermelho térmico de satélites geoestacionários (GOES-12 ou METEOSAT). A segunda etapa envolve a modelagem atmosférica e aplicação do método de “Dois-Fluxos” para resolução da equação de transferência radiativa. O modelo BRASIL-SR assume que fluxo de radiação solar no topo da atmosfera está linearmente distribuído entre as duas condições atmosféricas extremas céu claro e céu encoberto. A natureza aleatória do fluxo de radiação solar em qualquer condição de nebulosidade é incluída no modelo através do coeficiente de cobertura de nuvens. As etapas de validação e atividades de inter-comparação de modelos de transferência radiativa mostram que o modelo BRASIL-SR apresenta estimativas de grande

confiabilidade e um desempenho semelhante aos outros modelos em uso para aplicação em pesquisa e no levantamento de recursos de energia solar como o modelo HELIOSAT, SUNY/ALBANY e NREL (refs). O modelo apresenta um desvio médio quadrático relativo (RMSEr) da ordem de 6% do total diário para estimativas de irradiação global em condições de céu claro e um RMSEr em torno de 10% para qualquer condições de nebulosidade. Maiores detalhes sobre as atividades de validação do modelo BRASIL-SR e inter-comparação das suas estimativas com outros modelos pode ser acessada nas seguintes publicações: (Beyer et al., 2004; Pereira et al. 2003; Martins, 2003).

### **Referências:**

- Leckner, B. The spectral distribution of solar radiation at the Earth's surface – elements of a model. *Solar Energy*, 20, 2, 143-150, 1978.
- R. A. McClatchey, R. W. Fenn, J. E. A. Selby, F. E. Volz and J. S. Garin, *Optical properties of atmosphere*. Air Force Cambridge Research Laboratories, Massachusetts: (AFCRL-72-0497), 108pp (1972).
- G. L. Stephens, *Journal of Atmospheric Science*, **35**,2123-2132 (1978).
- E. B. Pereira, F. R. Martins, S. Abreu, H.G. Beyer, S. Colle; R. Perez and D. Heinemann, Cross validation of satellite radiation transfer models during SWERA project in Brazil. Proc. ISES World Congress, Göteborg, Sweden (2003).
- F. R. Martins, Cross-validation of SWERA's core Radiative Transfer Models - partial report. [online]:[http://www.cptec.inpe.br/swera/bdd/pub/crossvalidation\\_report1.PDF](http://www.cptec.inpe.br/swera/bdd/pub/crossvalidation_report1.PDF), (2003)
- Beyer H. G.; Pereira, E. B.; Martins, F. R.; Abreu, S. L.; Colle, S.; Perez, R.; Schillings, C.; Mannstein, H.; Meyer, R., Assessing satellite derived irradiance information for South America within the UNEP resource assessment project SWERA. Proceedings of 5th ISES Europe Solar Conference in Freiburg, Germany, September, 2004