

## ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA NEBULOSIDADE E VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE A INCIDÊNCIA DE IRRADIAÇÃO SOLAR

### INTRODUÇÃO

Recursos energéticos renováveis são cada vez mais necessários devido à necessidade da substituição da geração de energia através de combustíveis fósseis, pois estes emitem grandes quantidades de gases poluentes na atmosfera. Entretanto, a atração de investimentos e a realização de ações efetivas ao desenvolvimento tecnológico e científico de outras fontes energéticas requerem a geração e o fornecimento de informações confiáveis sobre a disponibilidade desses recursos ao longo do Território Brasileiro (Pereira et al., 2006).

Atualmente no Brasil, o Projeto SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais) tem o objetivo de gerar uma base de dados solarimétricos e meteorológicos que atenda a essa demanda de informações. Assim, os dados de irradiação solar na superfície coletados pelo Projeto SONDA são utilizados na validação e parametrização das estimativas e previsões fornecidas pelos modelos.

### OBJETIVOS

As melhores estimativas de irradiação solar para locais não monitorados por sensores de superfície são produzidas com o uso de modelos numéricos baseados em informações de satélite (Guarnieri et al., 2006). As principais incertezas destas estimativas são resultados da variabilidade de aerossóis na atmosfera, juntamente com incertezas sobre a variabilidade da cobertura de nuvens (Pinker and Laszlo, 1989). Desta forma, os dados de irradiação solar na superfície coletados pelo Projeto SONDA são utilizados na validação e parametrização das estimativas e previsões fornecidas pelos modelos. Devido à importância e a complexidade da parametrização da nebulosidade e outros componentes atmosféricos na estimativa da radiação solar, o trabalho tem como objetivo o estudo da influência da nebulosidade e da umidade relativa do ar nos valores de irradiação solar global. O parâmetro estudado é a razão entre a irradiação solar global na superfície e no topo da atmosfera, referenciado por  $K_t$ .

### METODOLOGIA

No trabalho desenvolvido no Laboratório de Recursos de Energia Renováveis do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CCR/INPE – MCT, foram utilizados um Piranômetro CM21 (Kipp & Zonen), que mede a irradiação solar global a cada minuto, um Imageador do céu TSI-440 (Yes, Inc.), que avalia as frações de nebulosidade e um sensor de umidade do ar modelo 41372 (R.M. Young Co.), instalados na estação de referência do Projeto SONDA no Observatório Espacial do Sul. Com os dados coletados no período entre setembro de 2005 a dezembro de 2006 foram desenvolvidos modelos empíricos por regressão polinomial relacionando o parâmetro  $K_t$  com as frações de

cobertura de nuvens opaca e total. Adicionalmente, foram desenvolvidos modelos por regressão linear múltipla, referenciado por RLM, e por regressão polinomial múltipla, referenciado por RPM, utilizando as frações fina e opaca de nebulosidade e umidade relativa para a estimativa do parâmetro.

## RESULTADOS

Os modelos polinomiais encontrados foram  $Kt=0.775-0.556x+0.41x^2-0.333x^3$  para a fração de nuvens opacas e  $Kt=0.782-0.593x+1.092x^2-0.954x^3$  para fração total de nuvens. Os modelos RLM e RPM desenvolvidos são descritos, respectivamente, por  $Kt=0,80-0,498X_{op}-0,515X_{fina}$ , onde  $X_{op}$  representa a fração de nuvens opacas e  $X_{fina}$  representa a fração de nuvens finas, e  $Kt=0.596-0.389X_1+0.458X_1^2-0.505X_1^3+0.800X_2-0.816X_2^2$ , onde  $X_1$  é a fração total de nuvens e  $X_2$  é a umidade relativa.

Foram calculados os desvios estatísticos MBE (Mean Bias Error) e RMSE (Root Mean Square Error) entre as estimativas dos modelos e os dados de 2007. Foram obtidos valores de MBE de -2% para o modelo RLM, 6% no modelo polinomial para a fração de nuvens opacas, 5% para a fração total de nuvens e -2% para o modelo RPM. Os valores de RMSE foram de 13% para o modelo RLM, 17% e 15% para os modelos polinomiais das frações de nebulosidade opaca e total e 11% para o modelo RPM.

## CONCLUSÕES

A análise dos desvios estatísticos MBE e RMSE permitiu concluir que tanto os modelos polinomiais quanto o modelo RLM relacionando as frações de nebulosidade com o parâmetro  $Kt$  apresentam desempenhos equivalentes. Para o modelo RPM pôde-se observar uma diminuição significativa nos valores dos desvios, indicando que com a adição de novos e mais influentes fatores atmosféricos a melhora nos modelos pode ser consideravelmente alta.

A continuidade do trabalho deverá investigar melhor essas outras variáveis que podem contribuir para a redução dos desvios apresentados pelos modelos na parametrização de  $Kt$ .