

# Cloud Cover Estimation Using Artificial Neural Networks in Brasilia (DF) and Petrolina (PE).

E. W. Luiz<sup>(1)</sup>, F. R. Martins<sup>(2)</sup>, E. B. Pereira<sup>(1)</sup>

(1) Earth System Science Center, National Institute for Space Research (CCST/INPE), São José dos Campos (SP), Brazil (eduardowluiz@cptec.inpe.br ; enio.pereira@inpe.br) (2) Mar Institute, Federal University of São Paulo (Imar/UNIFESP), Campus Baixada Santista, Santos (SP), Brazil (fernando.martins.unifesp@gmail.com)

**Abstract:** The role of each component in the Earth's energy budget and their corresponding influence on Earth's climate is the key to understanding the climate and its variability. Clouds are the main sources of uncertainty in the energy balance, making the knowledge of their physical properties, such as quantity, height and thickness, of great importance to climate modeling. From a more applied point of view, one can mention the importance of such information in air traffic control or solar energy resource assessment. This research aimed to develop a methodology to estimate the effective cloud cover index, obtained from statistical analysis of visible images of the GOES stationary satellite. The coefficient describes the cloud cover and cloud optical depths spatial variations, assuming values equal to 1 for completely overcast sky and zero for clear sky condition. The proposed method uses artificial neural networks (ANNs) in two sites of the SONDA Network (National Environmental Data Organization System) located in Brasília (DF) and Petrolina (PE), Brazil. The input data for ANNs were surface longwave downward irradiation, relative humidity, surface air temperature and other cloud parameters measured at the surface, for instance, the ratios of global and diffuse radiations with the radiation at the top of the atmosphere, called  $K_t$  and  $K_d$ , respectively. Additionally, the ANN performance grew when temporal variables were used together the former ones to feed ANNs such as the Julian day, the minute of the day and the solar zenith angle. The study was made for January 2008 to December 2011, and all data went through a quality control process. The results presented a good correlation with the satellite measurements, about 0.9 and MBE deviations equals to  $10^{-4}$  and RMSE below 0.11 for both locations. In addition, the method could evaluate the estimates nonlinearities, when compared with linear methods such as multiple linear regression.

**Key-words:** Nebulosity, Longwave Downward Radiation, Artificial Neural Network.

## **Metodologia para a Estimativa da Cobertura de Nuvens Utilizando Redes Neurais Artificiais em Brasília (DF) e Petrolina (PE)**

**Resumo:** O papel de cada componente do balanço de energia terrestre e sua correspondente influência no clima da Terra é a chave para entendermos o clima e sua variabilidade. Nuvens são as principais modeladoras do balanço de energia, tornando o conhecimento de suas características, como quantidade, altura e espessura, de grande importância para modelagem do clima. Sob o ponto de vista aplicado, pode-se citar o importante papel que tais informações fornecem para o controle do tráfego aéreo ou geração de energia solar. A presente pesquisa teve como objetivo desenvolver uma metodologia para estimar o coeficiente de cobertura efetiva de nuvens, que é determinado a partir da composição de imagens de céu claro ou encoberto para um período de interesse utilizando o canal visível de imagens do satélite estacionário GOES. O coeficiente descreve tanto a cobertura de nuvens quanto as variações espaciais da profundidade ótica das nuvens, assumindo os valores extremos de 1 para céu completamente encoberto e de zero para céu completamente desprovido de nebulosidade. O método proposto utiliza redes neurais artificiais (RNAs) e dados observados em duas estações da rede SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais), localizadas nas cidades de Brasília (DF) e Petrolina (PE). Dados de irradiação de onda longa incidente em superfície, umidade relativa do ar, temperatura em superfície e parâmetros de nebulosidade medidos em superfície como as razões das radiações global e difusa com a radiação no topo da atmosfera, chamadas de  $K_t$  e  $K$ , respectivamente, foram utilizados para alimentar as RNAs. Com o desenvolvimento do estudo, percebeu-se uma melhora nos resultados com a adição de variáveis temporais na entrada na rede, como o dia Juliano, o minuto do dia e o ângulo zenital solar. O período de dados utilizado em ambas as estações foi de janeiro de 2008 a dezembro de 2011, sendo que todos os dados passaram por processo de qualificação antes de sua utilização. O método apresentou boa correlação com as medições satelitais, com coeficientes de correlação de aproximadamente 0,9 e desvios MBE da ordem de  $10^{-4}$  e RMSE abaixo de 0,11 unidade em ambas as localidades. Além disso, o método conseguiu avaliar bem as não linearidades da estimativa, quando comparado com métodos lineares como Regressão Linear Múltipla.

**Palavras Chave:** Nebulosidade, Radiação de Onda Longa, Rede Neural Artificial.