

## **Experimento Célula Solar do satélite SCD2/INPE, sensor não colimado que permite fazer imageamento do albedo planetário sobre a América do Sul**

Nelson Veissid

Laboratório Associado de Sensores e Materiais – LAS  
Instituto Nacional de pesquisas espaciais – INPE  
Caixa Postal 515, CEP 12245-970, São José dos Campos-SP, Brasil  
veissid@las.inpe.br

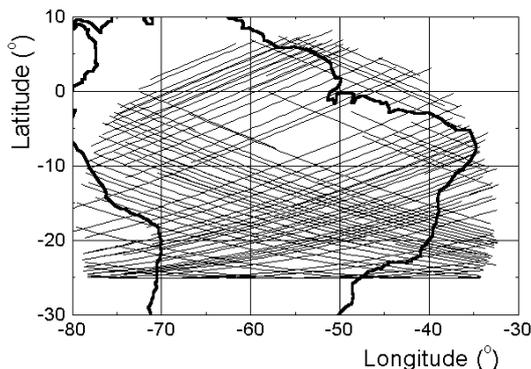
**Abstract.** This work describes the solar cell experiment and the method used to obtain planetary albedo. The data are obtained in real time by telemetry satellite and after processing they permit to calculate the Earth reflectivity (planetary albedo) on the South America. The SCD2/INPE satellite was launched on October 23, 1998 and it is generating new data at the moment. The analyze of these data is done using two different algorithm. First, is on a geographic point (latitude and longitude constant) where curves of albedo, as a function of the day of the year, permits determine the average, maximum, minimum and standard deviation values. This method indicates when exist an albedo value anomalous like high nebulosity or low reflectivity. The second algorithm is a study by scanning of the albedo values on the South American. This method permits obtain images of the minimum albedo which correspond that data where no clouds are interfering. This kind of image is important for remote sensing and global changing area. Results to the years 1999-2004 will be showed in this work.

**Palavras-chave:** albedo, satélite, refletividade, célula solar, mudanças globais.

### **1. Introdução**

Cerca de 30% da energia radiante do Sol que incide sobre a Terra é refletida de volta ao espaço. Essa fração refletida é denominada de albedo planetário. A maior parte do albedo é devido as nuvens, que variam rapidamente com o tempo e com a posição em latitude e longitude. A reflexão devida a atmosfera sem nuvens varia primariamente com a variação na quantidade de aerossóis e em condições ótimas ela apresenta um valor mínimo que é devido a superfície da Terra. A variação temporal do albedo planetário da Terra é importante no monitoramento das mudanças climáticas globais. A variação deste albedo é modulada principalmente pelas nuvens, mas fatores secundários, como por exemplo os desmatamentos e desertificações, constituem importantes parâmetros para o caso do Brasil. A determinação do albedo planetário tem sido obtida tanto com o emprego de satélites geoestacionários (GOES, METEOSAT) como por satélites de órbitas oblíquas e polares (séries NOAA e NIMBUS). O Experimento Célula Solar do satélite SCD2 do INPE (ECS2) tem como objetivo principal o estudo da variação do desempenho de suas células nacionais em função da vida do satélite. Considerando-se o ECS2 como um sensor de radiação, pode-se calcular o albedo planetário sobre a América do Sul. Esta idéia surgiu como produto colateral do O SCD2 é um satélite de coleta de dados meteorológicos e um transmissor de dados ambientais. Estes dados são recebidos das plataformas terrestres distribuídas ao longo do território Brasileiro e que trabalham de maneira remota, porque estão localizadas em lugares de difícil acesso. O plano da órbita do SCD2 está inclinado de 25° em relação ao plano do equador. A rotação ao redor do seu eixo é mantida em torno de 34 rpm. O SCD2 fica sob iluminação do Sol durante 65 min e o restante de cada órbita (35 min) é eclipsado pela sombra da Terra.

O SCD2 é um satélite de coleta de dados meteorológicos e um transmissor de dados ambientais. Estes dados são recebidos das plataformas terrestres distribuídas ao longo do território Brasileiro e que trabalham de maneira remota, porque estão localizadas em lugares de difícil acesso. O plano da órbita do SCD2 está inclinado de  $25^\circ$  em relação ao plano do equador. A rotação ao redor do seu eixo é mantida em torno de 34 rpm. O SCD2 fica sob iluminação do Sol durante 65 min e o restante de cada órbita (35 min) é eclipsado pela sombra da Terra. O sinal do ECS2 é recebido em tempo real pela antena receptora localizada na cidade de Cuiabá-MT, em função disto é que temos dados sobre a América do Sul. A Fig. 1 mostra algumas órbitas do satélite durante o mês de novembro de 1998 dentro da visada da estação receptora de Cuiabá.



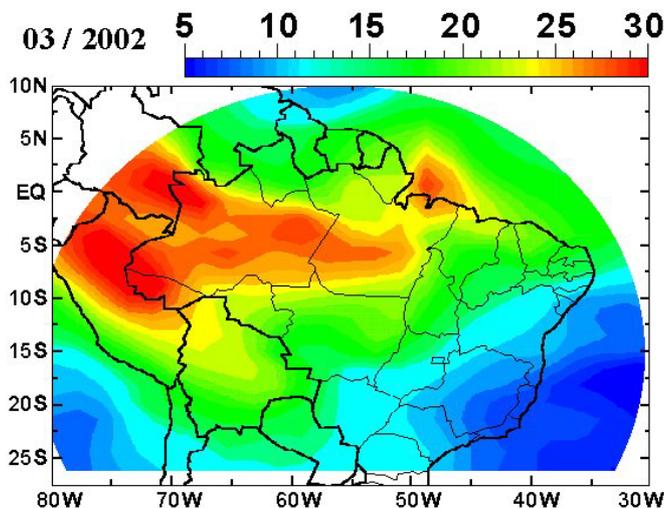
**Figura1.** Órbitas do satélite SCD2/INPE durante o mês de novembro de 1998, dentro da visada da estação receptora de Cuiabá.

## 2. Método de obtenção dos dados do albedo planetário

Os dados do ECS2 é obtido numa taxa de dois sinais por segundo na forma de arquivos em ASCII. Após uma transformada de variável de tempo para ângulo de fase do satélite estes dados se convertem numa curva com dois picos. O pico maior corresponde ao sinal do Experimento devido a radiação solar proveniente diretamente do sol e o pico menor corresponde ao sinal da parte desta radiação que é refletida pela Terra para o espaço. O albedo planetário, ou refletividade, é calculado pela razão entre as alturas destes dois picos, após algumas correções geométricas (Veissid et al, 2000).

## 3. Resultados

Os dados podem ser agrupados para gerar curvas da variação temporal do albedo ou para gerar imagens de albedo médio, mínimo, máximo e de desvio padrão em relação a média por períodos, que podem ser sazonal, mensal ou anual. As imagens de mínimo albedo permitem avaliar a refletividade da superfície da Terra. Por exemplo, a Fig. 2 mostra a imagem do albedo mínimo obtido no mês de março de 2002. Outras imagens podem ser vistas na pagina eletrônica do autor deste trabalho: <http://www.las.inpe.br/~veissid/>. Nesta figura é mostrado o valor de refletividade em escala de cores, conforme a barra acima da imagem. O ECS2 é um sensor não colimado de largo campo de visão (wide field of vision) porque as células solares colocadas no painel lateral do satélite não possuem sistema óptico de colimação. Portanto, o sinal é uma média das refletividades da posição zenital do satélite mas, apesar disto, a refletividade sob o sensor é o que tem maior peso, conforme explicado no trabalho de Veissid (2003).



**Figura 2.** Imagem do albedo mínimo obtido no mês de março de 2002, a partir dos dados do Experimento Célula Solar do satélite SCD2 do INPE.

A imagem da Fig 2 revela um valor alto (25%-30%) da refletividade mínima sobre a floresta Amazônica devido a evapotranspiração que ocorre nesta época. Os Oceanos Atlântico e Pacífico mostram valores baixo de refletividade (5%-10%). As bordas da América do Sul não são vistas com destaques porque o ECS2 é um sensor que mede o sinal médio das refletividades abaixo dele. Outro ponto importante nesta imagem é o alto valor de refletividade encontrado na foz do rio Amazonas e, este fato, não é encontrado nas outras imagens do site do autor deste trabalho (<http://www.las.inpe.br/~veissid/>).

#### 4. Conclusões

Este trabalho mostra que empregando uma tecnologia simples e de baixo custo em conjunto com um algoritmo adequado de tratamento de dados pode-se obter valores de albedo planetário no território brasileiro a partir dos dados do experimento ESC2 do INPE no satélite SCD-2. Este método surgiu como um produto colateral do objetivo principal do Experimento Célula Solar e ele pode ser adaptado para outros experimentos embarcados em satélites. Por exemplo, para medir o albedo espectral através de sensores com diferentes curvas de resposta espectral.

Os valores de albedo gerados pelos dados do ECS2 não precisam de calibrações porque a refletividade é obtida pela razão da altura dos dois picos obtidos pelo mesmo sensor. Portanto, efeitos de temperatura e de degradação do sensor com o tempo de vida do satélite são compensados. A monitoração dos dados durante os próximos anos irão permitir inferir mudanças globais, pois a interferência humana (poluição, desmatamento e outros) e efeitos naturais (vulcão, correntes marítimas e outros) mudam a refletividade do sistema superfície-atmosfera.

#### Referências

- Veissid, N. New Satellite Sensor and Method for the Direct Measurement of the Planetary Albedo, results for 1999, 2000 and 2001 in South America. *Atmospheric Research*, v. 66, p. 65-82, 2003.
- Veissid, N.; Pereira, E. B. Um Modelo Simples de Levantamento do Albedo Planetário Empregando Dados do Experimento Célula Solar do Satélite Brasileiro SCD2. *Brazilian Journal of Geophysics*, v. 18(1), p. 25-38, 2000.