

ALBEDO PLANETÁRIO E COBERTURA DE NUVENS, SOBRE A REGIÃO DE BELO HORIZONTE, MEDIDO PELO SATÉLITE SCD2 DO INPE

Nelson Veissid – nelson.veissid@inpe.br

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Laboratório Associado de Sensores e Materiais - CTE

Resumo. O segundo satélite da Missão Espacial Completa Brasileira do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais foi colocado em órbita em 23 de outubro de 1998 e leva a bordo um experimento de células solares produzidas no Brasil. O principal objetivo deste experimento é o de qualificar as células em missão. Ele atua como um sensor de radiação e pode medir a radiação solar direta e a parte desta radiação que é refletida pelo planeta Terra. Portanto, o experimento mede o albedo planetário e estatística realizada nos dados de albedo permite estudar padrões e tendências para diferentes áreas sobre a América do Sul. A região sobre a cidade de Belo Horizonte foi escolhida para este trabalho porque é o local do congresso. A região é uma área circular de diâmetro de 5° em latitude e longitude centrada em 20° Sul e 44° Oeste. Nesta região, as curvas de valores médios mensais, trimestrais ou semanais e seus respectivos desvios padrão (variabilidade) mostram que os valores do albedo planetário estão com tendência em aumentar e, este fato, é mais intenso no trimestre referente aos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro. O trabalho também mostra o estudo da fração da cobertura de nuvens usando dados do albedo planetário, o qual apresenta aumento em valor absoluto de 0,23% por ano.

Palavras-chave: Albedo Planetário, Cobertura de Nuvens, Energia Solar

1. INTRODUÇÃO

A fração da radiação solar que é refletida para o espaço exterior pelo sistema superfície e atmosfera é conhecida como albedo planetário. O valor do albedo depende da natureza ou qualidade da atmosfera e do tipo de superfície (solo, floresta ou oceano) e da cobertura de nuvens. Ação antropogênica no uso do solo, como, por exemplo, o processo de longo prazo de urbanização das cidades brasileiras, ou a conversão de florestas para a agropecuária na região amazônica desde 1970, resultou em modificações de propriedades da superfície vegetada como, por exemplo, o albedo (refletividade da superfície). No caso da Amazônia, em geral, substituiu-se uma superfície mais escura (floresta), por superfícies mais brilhantes (e.g., plantações, estradas, construções, etc.), o que implica em uma maior fração da luz solar sendo refletida de volta ao espaço (Nobre et al., 2012). Vários fenômenos naturais e antropogênicos (efeito estufa, inversão térmica, aerossóis, desmatamento, erupção vulcânica e outros) alteram o valor desta refletividade (Veissid, 2003, 2011 e 2012). Portanto, os valores do albedo planetário podem ser usados para monitorar mudança climática.

O Experimento Célula Solar do satélite Brasileiro SCD2/MECB atua como um sensor de radiação eletromagnética (350-1100 nm) e permite medir o albedo global sobre a América do Sul. Os dados correspondem a vários arquivos diários armazenados e processados desde a data do lançamento do satélite. Estes dados podem ser agrupados em períodos de tempo (anual, sazonal ou mensal) ou serem estudados por regiões em latitude e longitude (Veissid e Pereira, 2000). Os sinais do Experimento são transmitidos em tempo real pela telemetria do satélite e recebidos na estação receptora de Cuiabá, MT-Brasil (16° S, 56° W). A Fig. 1 lado esquerdo mostra as órbitas do satélite SCD2 dentro da visada desta estação no mês de novembro de 1998.

Distribuição estatística temporal do albedo sob uma determinada região, por exemplo, círculo em latitude e longitude com diâmetro de 5° , mostra comportamento Gaussiano para o logaritmo do albedo. Esta descoberta de que é o logaritmo do albedo que tem dispersão com distribuição Gaussiana foi relatado pela primeira vez por Veissid (2007) e usado em vários outros trabalhos (Veissid, 2009, 2010 e 2011). Portanto, a distribuição assim definida permite determinar o valor médio e o respectivo desvio padrão ou variabilidade como uma função ao longo dos dias do ano (Vuolo, 1996). Este comportamento permite monitorar variabilidade climática, pois variações deste padrão estatístico são indícios de mudanças climáticas (Veissid, 2002 e 2009). A Fig. 1 lado direito mostra o histograma de medidas realizadas sobre a cidade de São Paulo nos últimos cem dias dos anos de 1999, 2000 e 2001 (Veissid 2009 e 2010). Neste período o valor médio foi constante e, isto, permitiu estudar a dispersão em torno deste valor médio.

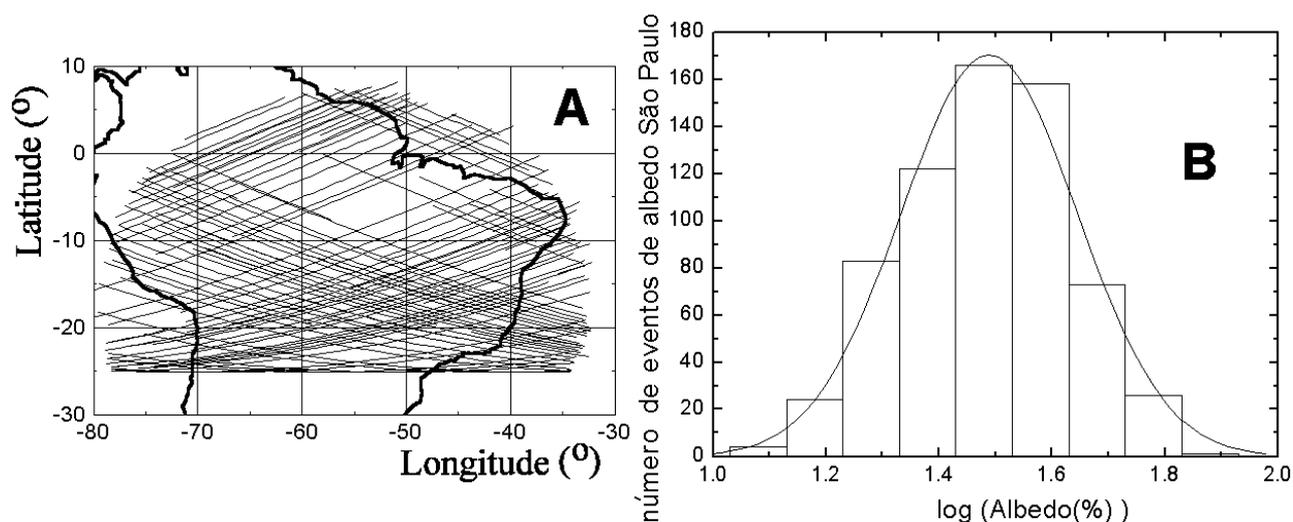


Figura 1 – Órbitas do satélite SCD2 no mês de novembro de 1999 dentro da visada da estação receptora de Cuiabá-MT (A) e histograma do logaritmo do albedo sobre a cidade de São Paulo mostrando o comportamento Gaussiano (B).

Os pontos de telemetria do Experimento amostrados a cada meio segundo pelo satélite, conforme padrão típico mostrado na Fig. 2A, são submetidos a uma mudança de variável de tempo para ângulo de rotação. O pico da radiação solar ou amplitude solar é obtido pelo método dos mínimos quadrados no ajuste de uma parábola em torno do seu máximo. Usando este algoritmo, os pontos telemetrizados mostrados na Fig. 2A se transformam na curva da Fig. 2B. O albedo planetário é a razão ou quociente entre a altura dos dois picos da Fig. 2B após correções esféricas angulares (Veissid, 2000). A refletividade do planeta Terra é um parâmetro importante para muitas áreas de estudo, tais como sensoriamento remoto e climatologia, e é usado no cálculo do balanço energético da energia solar (Veissid, 2002 e 2009; Veissid et. al, 2010).

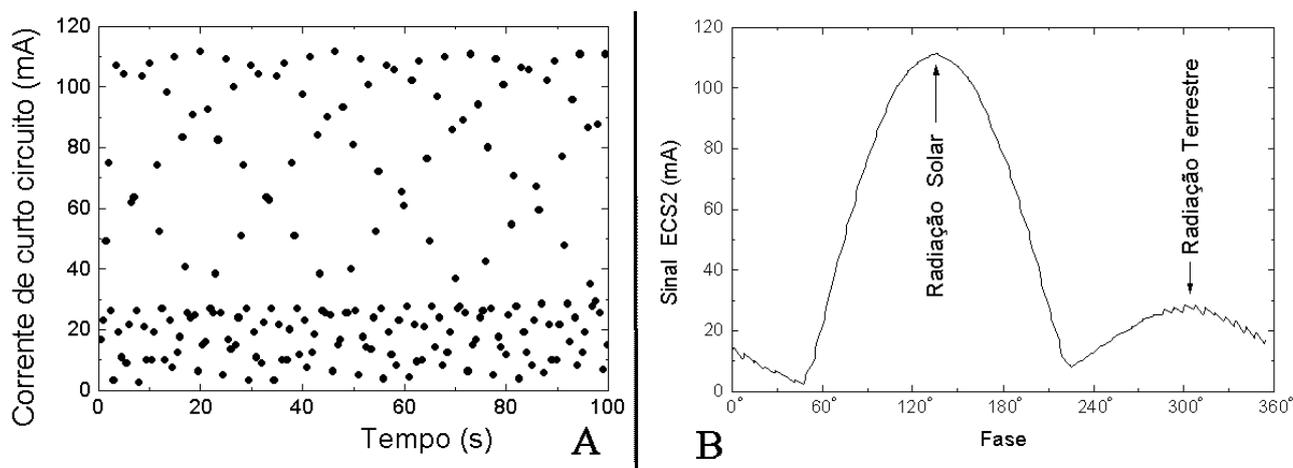


Figura 2 – Exemplo de sinal da telemetria do Experimento Albedo em função do tempo (A) e a curva destes sinais em função do ângulo de rotação do satélite (B).

A curva da Fig. 2B mostra que o Experimento percebe a radiação solar e a radiação refletida pela Terra de maneira simultânea. A rotação intrínseca do satélite é de 35 rpm e com eixo de rotação perpendicular ao plano da eclíptica da Terra. Desta forma, a face lateral do satélite está sempre voltada para o Sol ou para a Terra. A diferença de 180° entre os dois picos neste gráfico mostra que o satélite se encontra geometricamente alinhado entre a Terra e o Sol.

2. MEDIDAS EXPERIMENTAIS

O satélite SCD2 cobre a visada mostrada na Fig. 1A. A região escolhida para o estudo deste trabalho corresponde a um círculo em latitude e longitude com diâmetro de 5° centrado em 20° de latitude sul e 44° de longitude oeste, onde a cidade de Belo Horizonte está no centro deste círculo. A partir de agora, no texto deste trabalho esta região é mencionada várias vezes como região de Belo Horizonte. Todos os dados medidos pelo Experimento sobre esta região são mostrados na Fig. 3 para o período de 11 anos (1999-2009). O lado esquerdo da Fig. 3 mostra os dados em escala linear de valores do albedo e o lado direito mostra os mesmos valores em escala logarítmica.

A dispersão dos valores do logaritmo do albedo é simétrica em relação a reta média. Devido a esta simetria, a distribuição de frequência de ocorrência de valores de albedo segue uma curva Normal ou Gaussiana de maneira similar com a curva mostrada na Fig. 2B para a região da cidade de São Paulo. Portanto, toda estatística realizada nos dados do albedo planetário são realizados usando o logaritmo dos seus valores.

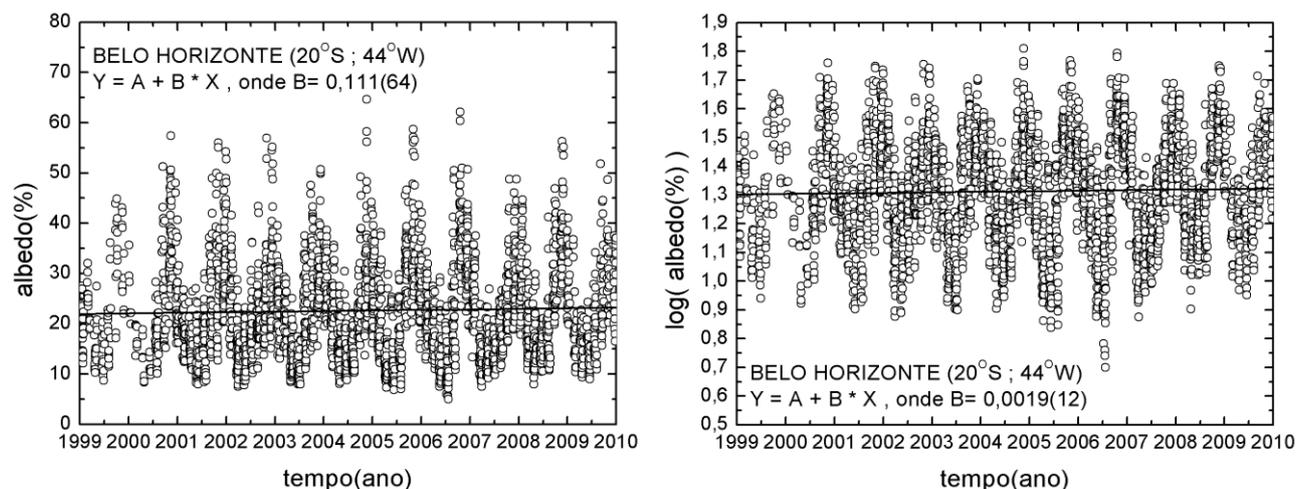


Figura 3 – Medidas do albedo planetário sobre a região de Belo Horizonte.

A Fig. 3 mostra variação sazonal e, também, a reta média dos pontos experimentais. A reta obtida no ajuste linear tem uma inclinação positiva de $0,0019 \pm 0,0012 \log(\%)$ por ano. Esta inclinação positiva é devido ao fato que em 1999 a refletividade teve um valor médio de 20,2% e em 2009 foi de 21,2%, considerando o gráfico da direita na escala logarítmica. O gráfico da esquerda apresenta uma reta média que não é representativa porque a dispersão em torno desta reta média não é simétrica e, em função disto, os valores mostrados no gráfico da esquerda são de 22% e 23%, para os anos de 1999 e 2009, respectivamente. Os anos intermediários tiveram um acréscimo no valor do albedo médio quase linear.

Cada ponto da Fig. 3 corresponde a uma medida de albedo feita quando o satélite SCD2 orbitava sobre a região de Belo Horizonte. A distribuição destes pontos é significativa e representa a atividade do sistema superfície-atmosfera. Cobertura de nuvens e refletividade da superfície em céu claro fazem os valores de albedo oscilar entre um valor máximo e um valor mínimo, respectivamente. Em função disto, a análise destes valores em função do tempo estabelece um padrão de comportamento e variações deste padrão permite monitorar mudança climática (Veissid, 2015).

3. RESULTADOS

As medidas experimentais mostradas na Fig. 3 foram analisadas e os resultados são apresentados em quatro diferentes formas, que são: Períodos Trimestrais, Padrão de Cinco Anos, Valores Extremos e Fração de Cobertura de Nuvens.

3.1 Períodos Trimestrais

A Fig. 3 mostra que os dados de albedo sobre a região de Belo Horizonte tem variação sazonal. Portanto, foi escolhido fazer o estudo dos valores em partes trimestrais. Os valores foram separados nos trimestres de Dezembro de 1998 até Novembro de 2009 e correspondem aos períodos trimestrais DJF (Dezembro, Janeiro e Fevereiro), MAM (Março, Abril e Maio), JJA (Junho, Julho e Agosto) e SON (Setembro, Outubro e Novembro). Os resultados são mostrados para cada trimestre separadamente na Fig. 4 e, também, mostra os valores dos coeficientes angulares das retas ajustadas.

O estudo das tendências para os trimestres DJF e SON mostra um aumento no valor do albedo planetário ao longo dos anos de 1999 até 2009. A taxa de aumento foi de $0,0054 \pm 0,0018 \log(\%)/ano$ e de $0,0043 \pm 0,0018 \log(\%)/ano$, para DJF e SON respectivamente. Considerando uma variação regular, isto significa que em D(1998)JF(1999) o valor médio do albedo foi de 25% e que em D(2008)JF(2009) este valor foi de 28%. Para o trimestre SON(1999) o valor médio do albedo foi de 27% e em SON(2009) foi de 30%. Este aumento absoluto de 3% é muito significativo em todos os aspectos, principalmente, na análise de estabilidade climática. Nos outros trimestres MAM e JJA não houve variação apreciável nos valores do albedo planetário.

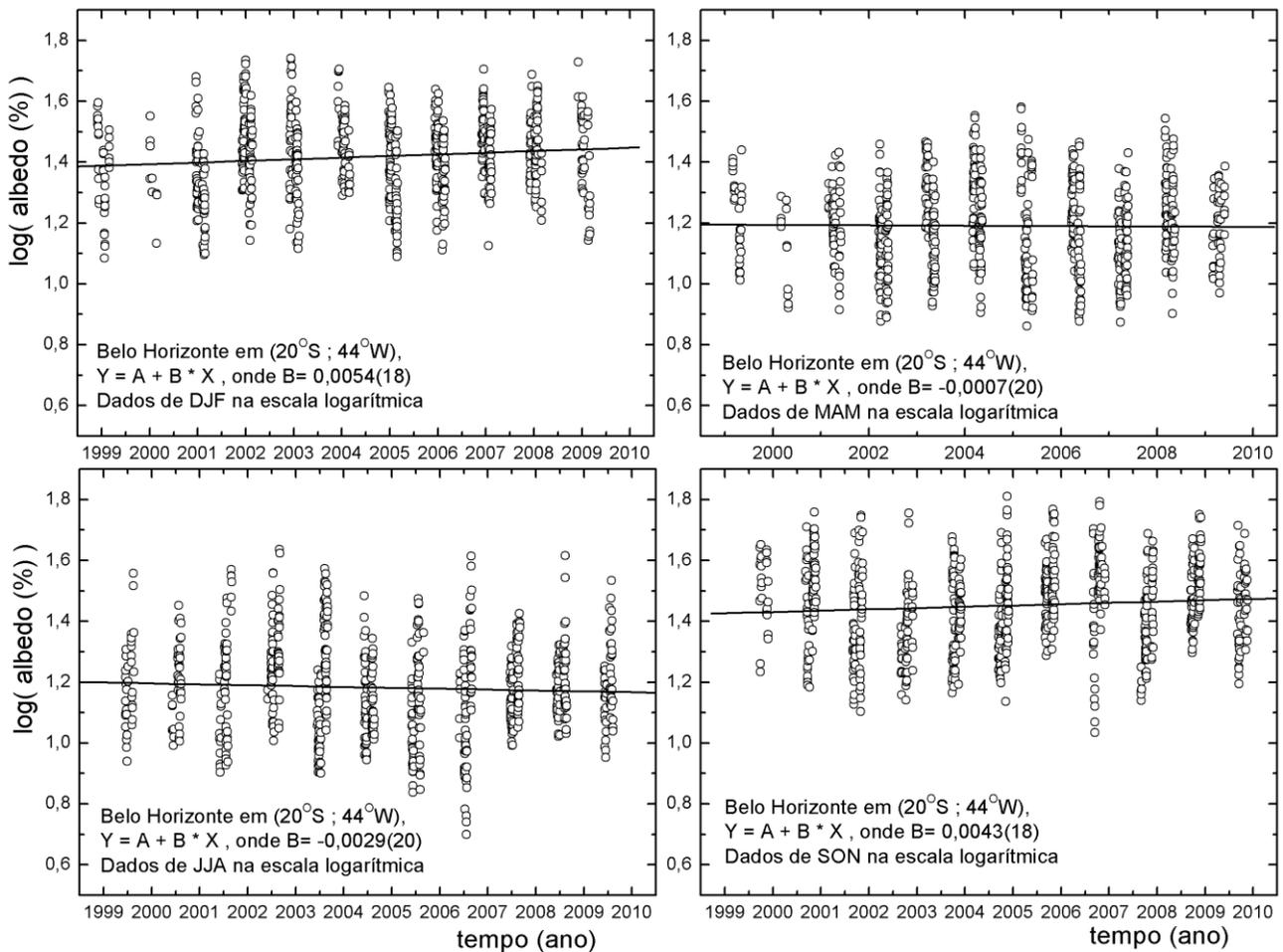


Figura 4 – Valores do albedo planetário da Fig. 3 separados por períodos trimestrais.

3.2 Padrão de Cinco Anos

A dispersão de valores pode ser analisada por comparação com algum padrão para estudar e entender as variações. O padrão escolhido neste trabalho foi um período de cinco anos (1999 até 2003). A dispersão do logaritmo do albedo planetário tem uma distribuição Gaussiana e, este fato, permite determinar valor médio e desvio padrão da variabilidade, conforme relatado na parte introdutória deste trabalho. Neste contexto, temos que a frequência de repetição de eventos dentro de uma faixa de mais ou menos um desvio padrão de variabilidade em torno da média é de 68%. A Fig. 5A mostra as curvas calculadas da média mensal e a faixa limitada pela envoltória de um desvio padrão acima da média e um desvio padrão abaixo. No gráfico da Fig. 5A os valores de albedo dentro desta envoltória correspondem a 68% dos pontos e, logicamente, fora da envoltória estão os outros 32% dos pontos distribuídos simetricamente com 16% acima e 16% abaixo dos limites da envoltória. Os anos posteriores a este período de cinco anos devem repetir estas taxas de frequência de 68% e as taxas de 16% acima e 16% abaixo. No caso deste comportamento não se repetir nos anos seguintes ao período de cinco anos, podemos considerar que está ocorrendo mudança climática.

A curva azul na Fig. 5A corresponde aos valores de albedo planetário mínimo com céu claro sem nuvens e será usado na seção 3.4 deste trabalho. Esta curva foi obtida a partir da curva media da envoltória menos 1,8 vezes o desvio padrão. O valor 1,8 foi adotado para nivelar os valores de albedo mínimo no período entre 130 e 190 dias, ver Fig. 5A.

Os pontos de albedo dos anos de 2004, 2005 e 2006 são mostrados na Fig. 5B e mostram frequência dentro da envoltória de 58%, 58% e 56%, respectivamente. Observar na Fig. 5B os valores pequenos de albedo nos invernos de 2004 e 2005. A Fig. 5C mostra que os anos de 2007, 2008 e 2009 obedeceram ao padrão dos cinco anos da Fig. 5A.

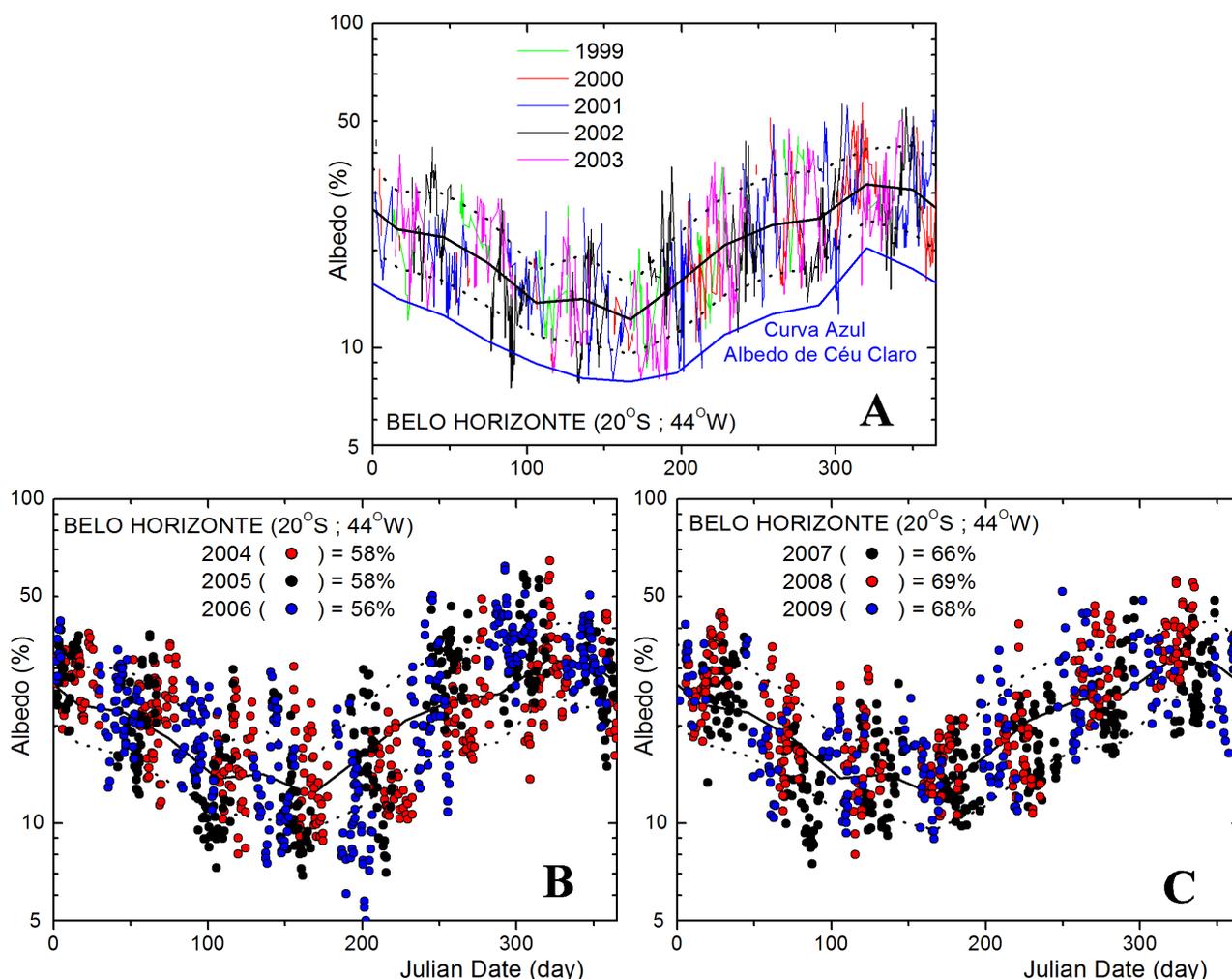


Figura 5 – Padrão de cinco anos (gráfico A), valores do albedo planetário de 2004, 2005 e 2006 (gráfico B) e valores do albedo planetário de 2007, 2008 e 2009 (gráfico C) sobre as curvas do padrão de cinco anos do gráfico A.

No caso desta frequência de contagem (68%) dos valores de albedo não se repetir significa que está ocorrendo uma mudança no clima. Por exemplo, se os valores de albedo acontecem com uma incidência maior do que a esperada na parte de cima do limite superior da envoltória indica um aumento na cobertura de nuvens. A Tab. 1 mostra este estudo de frequência feito nos pontos da Fig. 5.

Tabela 1 – Estudo da frequência de eventos dos pontos mostrados na Fig. 5.

ANO	Acima (%)	Abaixo (%)	Dentro (%)
Esperado	16	16	68
2004	23	19	58
2005	21	21	58
2006	27	17	56
2007	13	21	66
2008	24	7	69
2009	18	14	68

A distribuição do albedo é Gaussiana e, em função disto, temos uma confiança de 68% dentro da envoltória de mais ou menos um desvio padrão. O restante, 32%, fica distribuído simetricamente acima e abaixo da envoltória. Os valores esperados desta tabela são de 16% para segunda e terceira coluna e de 68% para a quarta coluna. O ano de 2006 foi que teve maior valor de frequência para parte acima da envoltória (27%). Somente o ano de 2007 teve uma frequência abaixo de 16% na parte de cima da envoltória. Isto mostra uma tendência de aumento de cobertura de nuvens quando comparado ao período de 1999 a 2003.

O ano de 2008 foi que teve menor valor de frequência para parte abaixo da envoltória (7%). Portanto, pode-se supor a existência de fenômenos climáticos que provocaram este fato, talvez forte períodos de tempo com baixa umidade relativa do ar. Este fato merece ser confirmado por estudos realizados com outras técnicas.

O padrão (curva média e envoltória) mostrado na Fig. 5 é típico para as regiões do sudeste do Brasil. Regiões diferentes possuem padrões diferentes e mostram a característica climática de cada região (Veissid, 2013).

3.3 Valores Extremos

A região escolhida para o estudo deste trabalho apresentou ao longo dos onze anos de dados medidos valores de albedo oscilando em torno do valor médio de 21% de refletividade. Houve dispersão em torno deste valor médio e, portanto, é importante é analisar os casos extremos e porque eles aconteceram.

Os três maiores valores de albedo na região de Belo Horizonte foram registrados nos dias de 16 de novembro de 2004 (64,6%), 31 de outubro de 2005 (58,7%) e 19 de outubro de 2006 (62,1%), nas horas local de 14 horas e 5 minutos, 17 horas e 6 minutos e 16 horas e 41 minutos, respectivamente. Estes três episódios de alta cobertura de nuvens podem ser confirmados por outros métodos.

Os três menores valores de albedo na região de Belo Horizonte foram registrados nos dias de 10 de junho de 2005 (6,9%), 3 de agosto de 2005 (7,0%) e 21 de julho de 2006 (4,8%), nas horas local de 16 horas e 48 minutos, 15 horas e 30 minutos e 15 horas e 56 minutos, respectivamente. Estes três episódios de baixa refletividade, também, podem ser confirmados por outros métodos. Vale a pena salientar que no dia 21 de julho de 2006 as 15 horas e 56 minutos, o albedo planetário de 4,8% foi menor do que valores sobre o oceano e isto indica que neste dia e horário aconteceu uma forte inversão térmica.

3.4 Fração de Cobertura de Nuvens

Trabalhos de Pereira et al. (2000) e Gonçalves de Souza et al. (2013) apresentam Eq. 1 do coeficiente de cobertura efetiva de nuvens, onde L_r é o valor da radiância visível medido por sistema óptico de um satélite para um determinado pixel, L_{clr} é este valor para condição de céu claro e L_{cld} é para condição de céu completamente nublado.

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

Neste trabalho é adotada a Eq. 2, em analogia com a Eq. 1, para o cálculo da cobertura de nuvens usando dados do albedo planetário visto pelo experimento do satélite SCD2. O valor A é o albedo medido em uma determinada região em latitude e longitude, A_{min} é o valor mínimo de albedo obtido na condição de céu claro e o A_{max} é o valor com céu totalmente coberto de nuvens. Os valores de A_{min} corresponde a curva azul do gráfico da Fig 5A e foi obtido dos valores das médias mensais menos 1,8 desvio padrão e o valor A_{max} foi estabelecido como sendo de 60%.

$$Cob = \frac{A - A_{min}}{A_{max} - A_{min}} \quad (2)$$

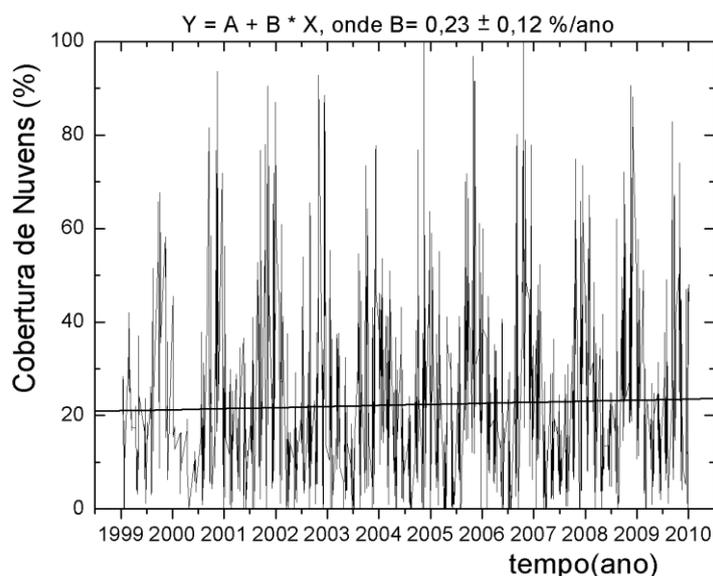


Figura 6 – Fração de Cobertura de Nuvens calculada usando dados da Fig. 3 e Eq. 2.

4. CONCLUSÕES

Um experimento simples colocado a bordo de um satélite Brasileiro permite estimar o albedo planetário em tempo real. Os dados tratados com um algoritmo adequado permitem monitorar variabilidade climática, pois o albedo corresponde a refletividade da energia solar pelo sistema atmosfera-superfície. Por exemplo, as nuvens produzem refletividade entre 60% e 80% e no oceano ela é menor do que 5%. Os continentes refletem entre 10% e 30%, dependendo da cobertura do solo. Portanto, o albedo é um excelente monitor da variabilidade climática e variações tendenciosas indicam mudança climática global. A metodologia empregada é isenta dos efeitos da degradação dos sensores (células solares) do Experimento, pois os dois sinais, da radiação solar e da radiação refletida, sofrem redução proporcional que é compensada pelo quociente no cálculo do albedo. Fato análogo acontece, também, com o efeito da temperatura.

A região escolhida para o estudo deste trabalho corresponde a um círculo com diâmetro de 5° centrado em 20° de latitude sul e 44° de longitude oeste. Os dados de albedo planetário sobre esta região são mostrados na Fig. 3 e, estes dados, foram analisados de duas formas distintas. Primeira, separados por períodos trimestrais e, também, analisados por comparação com padrão gerado nos primeiros cinco anos de vida do satélite. Estes dois tipos de estudos mostraram que a refletividade está com tendência em aumentar nos trimestres que são mais quentes (DJF e SON) e ela tem magnitudes diferentes, nos diferentes trimestres analisados. Os trimestres de Dezembro, Janeiro e Fevereiro foram os que mostraram maior acréscimo. Este aumento, provavelmente, é explicado por maior intensidade na cobertura de nuvens. Trabalhos complementares realizados com outras fontes de dados poderão confirmar este fato.

O estudo das frequências de incidência de eventos sobre a envoltória padrão produzida no período de cinco anos 1999-2003 mostrou resultados muito interessantes. Todos os anos, com exceção de 2007, houve um aumento significativo da frequência dos valores acima da envoltória, ver Tab. 1. O ano mais atípico foi o de 2008 onde a frequência acima foi de 24% e abaixo da envoltória foi de 7%, o esperado para estes dois valores seria de 16%. Os anos de 2004, 2005 e 2006 tiveram uma diminuição de incidência de valores de albedo dentro da envoltória muito abaixo do valor esperado, mas a estabilidade ficou estabelecida nos anos seguintes de 2007, 2008 e 2009. Os valores da Tab. 1 sugerem também que está ocorrendo um gradual aumento da cobertura de nuvens na região estudada.

Os resultados deste trabalho sugerem que não está ocorrendo de maneira significativa mudança climática na região de Belo Horizonte, mas levanta suspeitas que está acontecendo pequeno aumento de cobertura de nuvens nos trimestres de SON e DJF. A Fig. 5 mostra a reta ajustada nos valores de fração de cobertura de nuvens. A inclinação desta reta apresenta um aumento em valor absoluto de 0,23% por ano na cobertura de nuvens. Este fato talvez seja decorrência do aquecimento global. Este fato poderá ser confirmado por dados de estações radiométricas. Análise dos dados do Experimento em anos posteriores a 2009 irão permitir estabelecer de maneira segura se está ocorrendo mudanças climáticas na região de Belo Horizonte. A influência antropogênica poderá ser facilmente detectada a partir do estudo dos dados, principalmente, devido ao fato que o satélite SCD2 continua operando e, provavelmente, irá ser operacional por mais uma dezena de anos ou mais, pois o controle de órbita e as condições do satélite SCD2 estão excelentes.

Agradecimentos

O autor agradece ao Centro de Rastreamento e Controle de Satélites do INPE pelo fornecimento dos dados telemetrizados do satélite SCD2. O autor disponibiliza, para instituições e pesquisadores interessados, os dados de albedo planetário para trabalhos conjuntos e, também, para trabalhos acadêmicos de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS

- Gonçalves de Souza, J.; Macedo, A. S.; Martins, F. R.; Pereira, E. B., 2013. Metodologias de Estimativa de Cobertura de Nuvens e seus Resultados no Modelo BRASIL-SR, Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu-PR, p. 6207-6213.
- Nobre, C. A.; Reid, J.; Veiga, A. P. S., 2012. Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas, Rede Clima/INPE, São José dos Campos, 44 p.
- Veissid, N.; Pereira, E. B., 2000. Um Modelo Simples de Levantamento do Albedo Planetário Empregando Dados do Experimento Célula Solar do Satélite Brasileiro SCD2, Brazilian J. of Geophysics, Vol. 18(1), p. 25.
- Veissid, N., 2002. Variabilidade Climática Caracterizada pelo Desvio Padrão do Albedo Planetário. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia: A Meteorologia e a Gestão de Energia, Foz do Iguaçu-PR, Trabalho completo publicado nos Anais (CD-ROM), trabalho 2142-1.
- Veissid, N., 2003. New Developments in Using Solar Cells as Remote Sensors to Gauge Climate Change, Environmental Geosciences, Vol. 10(2), p. 47-57.
- Veissid, N., 2003. New Satellite Sensor and Method for the Direct Measurement of the Planetary Albedo, Results for the 1999, 2000 and 2001 in South America, Atmospheric Research, Vol. 66, p. 65-82.
- Veissid, N., 2007. Distribuição Logarítmica Temporal do Albedo Planetário sobre a América do Sul no Monitoramento de Mudanças Climáticas Globais. III Conferência Regional sobre Mudanças Globais: América do Sul, São Paulo - SP, Resumo publicado no CD do Congresso, trabalho 13.pdf.

- Veissid, N., 2009. Logarithmic Distribution of Planetary Albedo on South America: A New Tool for Monitoring Climate Changing. In: Pedro Leite da Silva Dias, Wagner Costa Ribeiro, João Lima Sant'Anna Neto e Jurandir Zullo Jr. (Org.). Public policy, mitigation and adaptation to climate change in South America. São Paulo: Editora Instituto de Estudos Avançados - IEA/USP, ISBN 978-85-63007-00-1, p. 249-265.
- Veissid, N., 2009. Novo Algoritmo para Mapas de Variabilidade Climática. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), Natal-RN. Anais do Simpósio. São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1707-1713. DVD, ISBN 978-85-17-00044-7. Trabalho completo disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.14.13.03>>.
- Veissid, N., 2010. Análise das Médias Mensais do Albedo Planetário Medido pelo Experimento Célula Solar do Satélite Brasileiro SCD2. In: III Congresso Brasileiro de Energia Solar, Belém – PA, Trabalho Completo nos Anais do CD-ROM do Congresso, trabalho 69570 (11 páginas).
- Veissid, N.; Escobedo, J. F.; Galdino, M. A., 2010. Taxa de Absorção Atmosférica sobre as Cidades de Botucatu-SP e Rio de Janeiro-RJ, Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 4, p.455-468.
- Veissid, N., 2011. Novo Algoritmo para Mapas de Variabilidade Climática. In: IV Conferência Regional sobre Mudanças Globais: O Plano Brasileiro para um Futuro Sustentável, São Paulo – SP, Pôster apresentado.
- Veissid, N., 2012. New Algorithm to Study Climate Change Based on Planetary Albedo Measurement by Brazilian Satellite SCD2. In: Climate Change, Impacts and Vulnerabilities in Brazil, Natal – RN, Apresentação oral.
- Veissid, N., 2013. Mapas de Anomalia Climática Medidos pelo Experimento Albedo do Satélite SCD2 do INPE. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vitória – ES, Trabalho Completo nos Anais do CD-ROM do Congresso.
- Veissid, N., 2015. SCD2 Satellite from INPE Monitors the Planetary Reflectivity Over South America, Geografia, v. 40, p. 241-249.
- Pereira, E. B.; Martins, F. R.; Abreu, S. L.; Couto, P.; Stuhlmann, R.; Colle, S., 2000. Effects of Burning of Biomass on Satellite Estimations of Solar Irradiation in Brazil, Solar Energy, . 68, n. 1, p. 91-107.
- Vuolo, J. H., 1996. Fundamentos da Teoria de Erros, Editora: Blucher, São Paulo, 264p.

PLANETARY ALBEDO AND CLOUD COVER, ON BELO HORIZONTE REGION, MEASURED BY SCD2 SATELLITE OF INPE

Abstract. *The second satellite of the Brazilian Complete Space Mission of the National Institute of Space Researches was launched on October 23, 1998 and carries on board an experiment of solar cells produced in Brazil. The main objective of Experiment is to qualify the cells in mission. It acts as a radiation sensor and can measure the direct solar radiation and the portion of this radiation that the Earth planet reflects. Therefore, the experiment measures the planetary albedo and the statistical data allows establishing patterns and trends for different areas on South America. The region on Belo Horizonte city was chosen to this work because is the local of the congress. The region corresponds to a circular area in latitude and longitude with diameter of 5° centered in 20° of south latitude and 44° of west longitude. In this region, the curves of monthly, quarterly or yearly and their respective average values and standard deviations (variability) shows that values of planetary albedo are tending to increase, and this fact is stronger in the quarter for months of December, January and February. The work also shows the study of cloud cover fraction using planetary albedo data, which presents a raising in absolute value of 0.23% by year of atmospheric nebulosity.*

Key words: *Planetary Albedo, Cloud Cover, Solar Energy*