

# Caracterização preliminar da variabilidade sazonal do albedo da superfície no cerrado *sensu stricto* matogrossense

## Preliminary characterization of surface albedo seasonal variability in the cerrado *sensu stricto* (brazilian savannah intermediate formations) matogrossense

### RESUMO

A caracterização da variabilidade do albedo na superfície vegetada do Cerrado *Sensu Stricto* Matogrossense, é importante no monitoramento de pesquisas relacionadas às alterações temporais e climáticas globais, bem como a observação das medidas da temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, balanços de radiação, entre outras variáveis micrometeorológicas. Pesquisas relacionadas à interação biosfera-atmosfera ainda são escassas na região, onde as práticas descontroladas de queimadas e desmatamento são comuns. Para os dados analisados, o albedo da superfície vegetada apresentou variabilidade sazonal bem definida caracterizando as diferenças entre as estações seca e chuvosa na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** alterações temporais, interação biosfera-atmosfera, física ambiental.

### ABSTRACT

The variability characterization of the vegetated surface albedo in the *Cerrado Sensu Stricto of Mato Grosso* is important in monitoring research related to global weather and climate changes, as well as observing measurements for temperature, precipitation, relative air humidity, radiation balance, and other micrometeorological variables. Research related to biosphere-atmosphere interactions is still scarce in a region where uncontrolled fire and deforestation practices are commonplace. The analyzed data for the vegetated surface albedo showed well-defined seasonal variability, characterizing the differences between the rainy season and the dry season in the region.

**KEYWORDS:** weather changes, biosphere-atmosphere interaction, environmental physics.

**Marcia Graciela da Silva Moraes**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental/  
Instituto de Física - Universidade  
Federal de Mato Grosso  
Cuiabá, MT, Brasil  
marcia@fisica.ufmt.br

**Amanda Finger**

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental/  
Instituto de Física - Universidade  
Federal de Mato Grosso  
Cuiabá, MT, Brasil

**Iramaia Jorge Cabral de Paulo**

Professora no Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental/  
Instituto de Física - Universidade  
Federal de Mato Grosso  
Cuiabá, MT, Brasil

## INTRODUÇÃO

Os parâmetros fundamentais para o acompanhamento das alterações temporais e climáticas locais, regionais e globais, podem ser a utilização das medidas e das estimativas das variáveis micrometeorológicas como os balanços de radiação solar, fluxos de calor no solo, fluxo de calor sensível, fluxo de calor latente, precipitação entre outros.

Pode-se dizer que a atmosfera tem a função de regular o clima na Terra. Já biosfera tem um papel importante no ciclo de carbono e na determinação da concentração atmosférica de gases do efeito estufa e de aerossóis, além de afetar o albedo da superfície terrestre (Shimizu, M. H., 2007).

A vegetação é um importante receptor e armazenador de radiação solar, o que ocorre devido à absorção de energia incidente pelo sistema solo-planta, e é dependente do albedo da superfície (JARVIS et. al., 1997). Albedo tende a diminuir com a altura vegetativa e umidade do solo (IDSO et. al., 1974; KESSLER, 1985; CULF et. al., 1995). Ele diminui no período diurno com a elevação solar, sob condições de céu claro (IZIOMON et. al., 2001).

Considerando um efeito adicional em altas latitudes ou pôdo sol e nascer do sol (ângulos baixos) a luz solar passa através de uma maior quantidade de atmosfera, reduzindo a intensidade em até 15% (FORINASH, 2010).

O termo albedo tem origem na palavra latina *albus*, que significa branco. Albedo é a parcela refletida do espectro de radiação solar incidente numa superfície, e pode ser quantificado como a proporção, ou a percentagem de radiação solar de todos os comprimentos de onda refletidos por um corpo ou superfície para o valor que incide sobre ela, ou seja, a razão entre a radiação solar refletida pela radiação solar incidente.

O índice do albedo poderá variar de 0 a 1 dependendo das características intrínsecas a superfície, como a cor ou a sua natureza. Em uma superfície branca, o índice do albedo poderá aproximar-se de 1, valor de um corpo branco ideal com reflexão total, ou seja, com reflexão de 100% da radiação incidida sobre ele, ou aproximar-se de 0 em uma superfície escura que se aproxime do corpo negro ideal, com reflexão zero da radiação incidida sobre ele, ou seja, absorção total da radiação incidida.

Na Terra o albedo é cerca de 0,30 indicando que 30% da energia incidente é refletida de volta para o espaço, onde 20% radiação do solar é refletida por nuvens, 6 % pela atmosfera e 4% pela superfície da Terra (FORINASH, 2010).

As informações sobre o albedo da superfície é de fundamental importância na contabilização dos diversos processos físicos, como desmatamento, mudanças de temperatura, e até mesmo variação climática produzida pela atividade do homem (CHELLIAH e ARKIN, 1992; YIN, 1997; GIAMBELLUCA et. al., 1999).

Particularmente no Brasil, mudanças – no albedo de superfície – originadas por desmatamentos e desertificações, além de mudanças na composição da atmosfera oriundas da queima da biomassa (PEREIRA et. al., 2000) constituem componentes importantes para o controle desse balanço energético da atmosfera (ECK et. al., 1998).

O Cerrado é o segundo maior bioma em área do país, ocupando em torno de 23% do território brasileiro (RIBEIRO e WALTER, 1998). Em Mato Grosso, o Cerrado tem histórico de divulgação nos últimos anos, de recentes alterações no uso da terra devido à atividade antropogênica, o que pode ter ocasionado alterações na dinâmica de funcionamento desse bioma.

As pesquisas relacionadas às ciências ambientais, tem tido destaque nos últimos anos haja vista o interesse por parte de toda sociedade seja ela científica ou não, nas interações biosfera-atmosfera, pois, os desastres ambientais que tem ocorrido preocupam e conseqüentemente coloca em evidência a necessidade de estudos relacionados a essas mudanças globais, com intuito de saber se elas são de causas antropogênicas ou não, para ações preventivas e/ou corretivas a fim de amenizá-las.

Buscou-se analisar neste trabalho a caracterização da variabilidade sazonal do albedo de superfície vegetada na região da Baixada Cuiabana situada em Santo Antônio de Leverger, que compõe o Cerrado *Sensu Stricto* Matogrossense.

## METODOLOGIA

Os dados foram registrados e coletados numa torre micrometeorológica com 20m de altura onde estão instalados equipamentos para medidas micrometeorológicas que permitem estimar as densidades de fluxo de energia e matéria, na Fazenda Miranda, situada no município de Santo Antônio de Leverger, na microrregião da Baixada Cuiabana a 15 km de Cuiabá – MT, nas coordenadas geográficas de latitude 15°43'53,65" Sul e longitude 56°04'18,88" Oeste, com vegetação característica do Cerrado *Sensu Stricto* de Mato Grosso.

A estação seca compreende o período 01 de junho a 30 de agosto de 2009, referente aos dias julianos (DJs) 152 a 242 e a chuvosa compreende o período entre os dias 01 de dezembro de 2009 a 28 de fevereiro de 2010, referentes ao DJs 335 a 365 de 2009 e 1 a 59 (DJs) de 2010. A precipitação acumulada foi de aproximadamente 71 e 592 mm, respectivamente para os períodos seco e chuvoso.

Tabela 1

Período	Meses	Mínimos	Máximos
Seco	Junho, julho e agosto de 2009	16,80	22,00
Chuvoso	Dezembro de 2009; janeiro e fevereiro de 2010	19,45	25,57

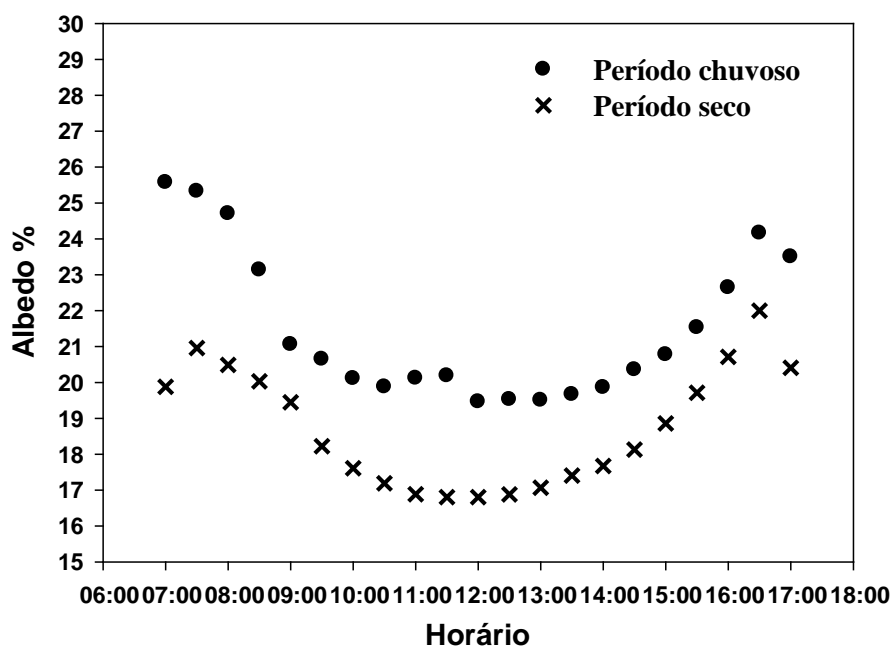


Figura 1: Caracterização da variação sazonal do albedo na superfície vegetada no Cerrado *Sensu Stricto* Matogrossense - Período seco e chuvoso 2009/2010.

O albedo ( $\alpha$ ) médio horário, foi calculado a partir da razão entre os valores médios horários da radiação solar refletida pela superfície terrestre  $R_{gr}$  e a radiação solar incidente  $R_{gi}$ , para o período de 07:00 às 17:00 horas, onde  $\alpha$  é dado em porcentagem.

$$\alpha = \frac{R_{gr}}{R_{gi}} \times 100$$

A radiação global incidente ( $R_{gi}$ ) e a radiação global refletida ( $R_{gr}$ ) foram medidas por piranômetros modelo LI-200X-L (LI-COR Biosciences, Inc., Lincon, NE, USA) instalados a 4 metros de altura,

um com a face voltada para cima e o outro para baixo. Esses dados micrometeorológicos foram armazenados em um dataloggers CR 1000 (Campbell Scientific, Inc., USA), com intervalo de leitura de 30 segundos e registro das médias a cada 30 minutos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados analisados do albedo na superfície vegetada, foi possível visualizar claramente a variabilidade sazonal: há diferenças entre as estações seca e chuvosa. Para a estação chuvosa, todos os

horários do dia representativo apresentaram valores superiores aos da estação seca.

A Tabela 1 apresenta os valores máximos e mínimos para os períodos em estudo do albedo da superfície vegetada no Cerrado *Sensu Stricto* Matogrossense e estão em valores percentuais com relação ao total incidente.

A utilização de médias é adequada, pois minimiza os erros devidos, principalmente, à presença de nuvens. A nebulosidade é evento que depende de muitos fatores, sendo alguns sujeitos ao acaso.

Na figura 1, o albedo horário médio tem seu valor mínimo registrado em torno do meio dia

tanto para o período seco como para o período chuvoso. Essa diminuição no valor do albedo horário médio, é interpretado como a máxima radiação solar do dia, deve-se à sua incidência normal sobre as superfícies.

Nas primeiras e nas últimas horas de brilho solar, ao contrário, o albedo tende a aumentar, devido à incidência, da radiação solar, tangente à superfície. Esses dados concordam com a tendência encontrada por Querino et. al. (2006), que analisaram o albedo diário com a elevação solar na Região Amazônica, durante o período de 1991 a 1996. Os autores destacaram ainda que a mudança na coloração da vegetação, ângulo zenital e a geometria das copas das árvores influenciam a variação no albedo.

Waterloo (1994) explica que as variações naturais no índice de área foliar (IAF), altura e biomassa de algumas espécies apresentam respostas às variações sazonais e interanual do clima e à umidade do solo, pois durante prolongados períodos de seca, as plantas podem responder ao estresse hídrico e limitações à transpiração por meio do fechamento dos estômatos, seguido de perdas das folhas e em casos extremos, mortes de partes das plantas. Em contribuição, Liberato (2011) observou que quando IAF aumenta na floresta, o albedo também aumenta, e isso pode estar relacionado à geometria do dossel e idade das árvores e também da refletância na região do infravermelho próximo ser maior.

Nesta análise, as diferenças no albedo da superfície vegetada são características dos dois períodos estudados, podem ser relacionadas à umidade da superfície e à geometria do dossel do Cerrado *Sensu Stricto* Matogrossense.

## CONSIDERAÇÕES

O albedo da superfície vegetada apresentou variabilidade sazonal bem definida caracterizando as diferenças entre as estações seca e chuvosa no Cerrado *Sensu Stricto* Matogrossense, para os dados analisados.

Na estação chuvosa, todos os horários do dia representativo apresentaram valores superiores aos da estação seca.

Na análise da variação do albedo horário médio durante o período chuvoso foi superior ao do período seco, sendo que ambos seguem o mesmo padrão de comportamento. As diferenças de valores de albedo horário médio, dos períodos estudados, podem ser explicadas pela sazonalidade, caracterizada aqui principalmente pela diferença de precipitação.

Os valores de albedo também dependem dos diferentes tipos de superfície, do IAF, do ângulo de incidência da radiação solar, da presença de nuvens. Assim como sua variabilidade temporal depende dos processos físicos, químicos e biológicos (evapotranspiração, desmatamento, variáveis climáticas).

Não foram encontradas nas literaturas consultadas, informações referentes à caracterização da variabilidade sazonal do albedo da superfície para o Cerrado *Sensu Stricto* Matogrossense.

A importância deste estudo impõe a continuidade da pesquisa, para continuar contribuindo com as pesquisas relacionadas à interação biosfera-atmosfera e suas trocas de energia.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo auxílio a pesquisa. Ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, pelo apoio científico e pela oportunidade. Ao Grupo de Pesquisas em Ecofisiologia Vegetal, em especial a todos que participaram da instalação e coleta de dados na Fazenda Miranda de propriedade do prof. Clóvis Nobre

de Miranda em Santo Antônio de Leverger – MT.

## REFERÊNCIAS

- CHELLIAH, M.; ARKIN, P. Large scale inter-annual variability of monthly outgoing long-wave radiation anomalies over the global tropics. *J. Clim.* 5, 371–389, 1992.
- CULF, A. D.; FISCH, G.; HODNETT, M. G. The albedo of Amazonian forest and range land. *J. Clim.* 8, 1544–1554, 1995.
- ECK, T. F.; BRENT, H. N.; SHUTSKER, I.; SETZER, A. Measurements of irradiance attenuation and estimation of aerosol single scattering albedo for biomass burning aerosols in Amazonia. *J. Geophys. Res.* 103 (D24): 31.865–31.878, 1998.
- FORINASH, K. Foundations of Environmental Physics - Understanding Energy Use and Human Impacts, Editor Island Press, 2010.
- FRAIDENRAICH, N.; LYRA, F. Energia Solar: Fundamentos e Tecnologias de Conversão Heliotermoelétrica e Fotovoltaica, Editora Universitária da UFPE, Recife-PE, 1995.
- GIAMBELLUCA, T. W.; Fox, J.; YARNASARN, S.; ONIBUTR, P.; NULLET, M. A. Dry-season radiation balance of land covers replacing forest in northern Thailand. *Agric. For. Meteorol.* 95, 53–65, 1999.
- IDSO, S. B.; JACKSON, R. D.; REGINATO, R. J.; KIMBALL, B. A.; NAKAYAMA, F. S. The dependence of bare soil albedo on soil water content. *J. Appl. Meteorol.* 14, 109–113, 1974.
- IZIOMON, M.G.; MAYER, H.; WICKE, W.; MATZARAKIS, A. Radiation balance over low-lying and mountainous areas in south-west Germany. *Theoret. Appl. Climatol.* 68, 219–231, 2001.
- JARVIS, P. G.; MASSHERDER, J. M.; HALE, S. E.; MONCRIEFF, J. B.;

- RAYMENT, M.; SCOTT, S. L. Seasonal variation of carbon dioxide, water vapor, and energy exchanges of a boreal black spruce forest. *Journal of Geophysical Research*, v.102, n. D24, p. 28953-28966, 1997.
- KESSLER, A. Über die kurzweilige Albedo eines Kiefernwaldes. *Meteorol. Rdsch.* 38, 82–91, 1985.
- KESSLER, A.; JAEGER, L. Long-term changes in net radiation and its components above a pine forest and a grass surface in Germany. *Int. J. Climatol.* 19, 211–226, 1999.
- LIBERATO, A. M. Estimativa do Albedo e Índice de Área Foliar na Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.4, n.1, p. 25-35, 2011.
- LINACRE, E. *Climate data and resources, a reference and guide*, New York, Routledge Press, pp. 366, 1992.
- MONTEITH, J. L.; UNSWORTH, M. H. *Principles of Environmental Physics*, 3ª Edition, Editor Academic Press, 2008.
- PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; COUTO, P.; STUHLMANN, R.; COLLE, S. Effects of burning of biomass on satellite estimations of solar irradiation in Brazil. *Solar Energy*, 68(1): 91-107, 2000.
- QUERINO, C. A. S.; MOURA, M. A. L.; LYRA, R. F. F.; MARIANO, G. L. Avaliação e comparação de radiação solar global e albedo com ângulo zenital na região amazônica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, n.3a, p.42-49, 2006.
- RAUSCHENBACH, H. S. *Solar Cell Array Design Handbook*, Van Nostrand Reinhold Comp., New York-USA, 1980.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 87-166. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa Cerrados, Planaltina, 1998.
- SHIMIZU M. H.; *Simulação do Clima do Último Máximo Glacial: Um Experimento com um Modelo Estatístico-Dinâmico*, 2007.
- WATERLOO, M. J. Water and nutrient dynamics of *Pinus caribaea* plantation forests on former grassland soils in SW Viti Levu, Fiji., June, Ph.D. thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands, 478 p, 1994.
- YIN, X. The albedo of vegetated land surfaces: systems analysis and mathematical modelling. *Theoret. Appl. Climatol.* 60, 121–140, 1997.

Recebido em: out/2011  
Aprovado em: dez/2012