

# **Análise dos Dados Digitais de Radar (Satélite JERS-1, Banda L) para o Estudo Ambiental na Região dos Cerrados**

GIANE GORETH COSTA PINHEIRO\*

EDSON EYJI SANO\*\*

PAULO ROBERTO MENESES\*

\* Instituto de Geociências - IG

Departamento de Geologia Geral e Aplicada - GEO

Campus Universitário Darcy Ribeiro

70 910-900, Brasília - DF

\*\* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuárias - EMBRAPA

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC

BR-020 KM 18 Cx. Postal 08223

73301-970 Planaltina, DF

**Abstract.** The objective of this paper was to evaluate the potential of L-band synthetic aperture radar (SAR) data for environmental studies in the Brazilian Cerrados region. An analysis of the relationship between L-band SAR data and measurements of surface roughness, soil moisture content and leaf area index from the Brasília National Park was developed. The vegetation, soil and geological maps from the study area were integrated in a GIS software package to produce the biophysics map. A set of 15 sites was selected for field measurements in the following biophysical units: bare soil, “Campo Limpo”, “Campo Sujo”, “Cerrado Ralo”, and “Cerrado Típico”. Radar backscatter coefficients ( $\sigma^0$ ) from a wet season satellite overpass were compared with the field data to understand the influence of each variable in the L-band  $\sigma^0$  in the Cerrados region.

## **1 Introdução**

A Região Centro-Oeste do Brasil é caracterizada pela ocorrência anual de um período seco e um período chuvoso com duração aproximada de seis meses cada (Ramos, 1995). Durante o período chuvoso, que ocorre por volta de outubro a março, o uso de dados espectrais de sensoriamento remoto na região do visível e do infravermelho próximo apresenta dificuldades devido à intensa ocorrência de cobertura de nuvens. Um fator chave na escolha de sensoriamento remoto por radar está na vantagem deste fornecer dados a qualquer hora do dia ou da noite e em qualquer condição climática. Ao contrário dos sensores orbitais ópticos, como o LANDSAT/TM ou o SPOT/HRV, os sistemas de radar possuem fonte própria de radiação eletromagnética e operam com comprimentos de ondas mais longos (ordem de centímetros) em comparação com os sensores ópticos, o que permite a aquisição de informações sobre a superfície terrestre, mesmo quando há cobertura de nuvens (Ulaby et al., 1983). Na região dos cerrados, até o momento, existem poucos estudos avaliando a interação da energia emitida pelos diferentes sistemas orbitais de radar com a superfície terrestre. Estes estudos são essenciais para extrair informações corretas não só de geologia, como de vegetação e solos, a partir destas imagens.

O objetivo deste trabalho é analisar o potencial dos dados digitais de radar na banda L ( $\lambda = 23\text{cm}$ ) para estudos ambientais na região dos Cerrados.

## 2 Localização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no Parque Nacional de Brasília, situado na porção noroeste do Distrito Federal, entre os meridianos 47° 53' e 48° 05' de longitude oeste, e os paralelos 15° 35' e 15° 45' de latitude sul, abrangendo área de aproximadamente 30.000 ha.

## 3 Materiais e métodos

A metodologia adotada (adaptada de Sano, 1997) consiste na digitalização dos mapas geológico, de solos e de vegetação, na escala de 1:50.000 (TOPOCART, 1997), no sistema de informações geográficas (SIG) Arc/Info. Os mapas digitalizados foram cruzados no sistema, gerando o mapa de meio biofísico. Neste estudo, cada unidade de meio biofísico corresponde a áreas homogêneas em termos de unidade geológica, solo e vegetação.

Após a geração deste mapa, foram definidas as unidades de meio biofísico mais representativas nas quatro maiores classes de vegetação: Campo Limpo, Campo Sujo, Cerrado Típico e Cerrado Ralo (Ribeiro, 1998). Dados de radar nas unidades de solos expostos (cobertura vegetal esparsa) também foram analisados neste estudo.

Em função do número limitado da equipe executora do trabalho no campo, difícil deslocamento dentro do Parque e extensa área de estudo, foram selecionados três pontos de amostragem em cada uma destas cinco unidades biofísicas. Nos meses de fevereiro e março de 1998 foram obtidos os dados de campo referente a: teor de umidade do solo (método da gravimetria; Klute, 1986), índice de área foliar (método indireto, usando o medidor LAI-2000; Welles & Norman, 1991), densidade aparente (método de escavação; Klute, 1986) e rugosidade do terreno (através de uma sequência de pinos que mede 100 alturas relativas da superfície terrestre por metro; Simanton et al., 1978), este último, na classe de solo exposto.

A imagem disponível para esse estudo foi a do satélite JERS-1, de 01 de fevereiro de 1996, ou seja, uma defasagem de dois anos entre a data de passagem do satélite e obtenção dos dados de campo. Para estimar a umidade de solo na data de passagem do satélite, o primeiro passo é construir uma equação de regressão linear entre a umidade de solo e precipitação, ambas de 1998. Para o cálculo desta equação, foram coletadas amostras multitemporais (12 amostras) de umidade de solo em cada ponto de amostragem durante os meses de fevereiro e março de 1998. Os dados de precipitação nos dias de amostragem de umidade de solo serão obtidos de estações pluviométricas localizadas nas proximidades do Parque Nacional de Brasília (distância máxima de ~ 20 km do centro da área de estudo). O segundo e último passo será colocar a média de precipitação do dia da passagem do satélite, obtida das quatro estações, na equação de regressão, para a obtenção da umidade do solo em 1996. Os dados de índice de área foliar (**Tabela 1**) e de rugosidade do solo foram obtidos em fevereiro de 1998, isto é, no mesmo mês da passagem do satélite. Baseado em dados de precipitação de 1996 e 1998 obtidos no período de setembro a fevereiro (estação meteorológica da Embrapa-CPAC, Planaltina, DF), foi considerado que a densidade de cobertura vegetal de 1996 e 1998 na área de estudo foi semelhante. A precipitação total neste período e nesta estação foi de 747 mm em 1996 e de 685 mm em 1998, bem abaixo do total médio nos últimos 15 anos, que é de 1034 mm.

A imagem digital do satélite JERS-1 foi processada em sistema de processamento de imagens ERDAS/IMAGINE, inicialmente registrada com os mapas de geologia, solo, vegetação e meio biofísico, utilizando-se do sistema de georeferenciamento de latitude e longitude.

Nos quinze pontos amostrais, foram obtidos coeficientes de retroespalhamento a partir da média e desvio padrão de pelo menos 100 valores digitais (16 bits) da imagem JERS-1. Estes coeficientes correspondem à intensidade de energia retroespalhada pelo alvo, para uma dada energia emitida pelo sensor de radar de abertura sintética, e são expressos em decibéis (dB). A Eq. 1 mostra como os coeficientes foram obtidos:

$$\sigma^{\circ} = 10 \log [(DN^2 + STD^2)/n] + K \quad (1)$$

onde:

- $\sigma^{\circ}$  = coeficiente de retroespalhamento;  
 $DN$  = média dos valores digitais de um ponto de amostragem;  
 $STD$  = desvio padrão dos valores digitais;  
 $n$  = número de pixels;  
 $K$  = constante de calibração.

Tabela 1. Medidas de Índice de Área Foliar dos pontos amostrais do Parque Nacional de Brasília.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE	COBERTURA VEGETAL	ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR
1	48° 03' 25"W	15° 43' 53"S	Campo Limpo 1	4,33
2	47° 55' 24"W	15° 42' 31"S	Campo Limpo 2	2,95
3	48° 02' 06"W	15° 49' 07"S	Campo Limpo 3	3,35
4	47° 59' 06"W	15° 46' 15"S	Campo Sujo 1	2,78
5	48° 00' 11"W	15° 45' 28"S	Campo Sujo 2	3,75
6	48° 01' 05"W	15° 43' 01"S	Campo Sujo 3	3,53
7	48° 04' 57"W	15° 40' 36"S	Campo Cerrado 1	2,87
8	48° 04' 48"W	15° 38' 21"S	Campo Cerrado 2	2,96
9	48° 02' 39"W	15° 37' 47"S	Campo Cerrado 3	2,69
10	47° 56' 32"W	15° 43' 41"S	Cerrado "sensu stricto" 1	3,43
11	47° 57' 35"W	15° 43' 47"S	Cerrado "sensu stricto" 2	3,28
12	47° 59' 57"W	15° 44' 40"S	Cerrado "sensu stricto" 3	3,14

A análise dos dados consistirá em correlacionar os valores do coeficiente de retroespalhamento com a umidade do solo, o índice de área foliar e a rugosidade.

#### 4 Resultados preliminares

A comparação dos coeficientes de retroespalhamento com umidade de solo, rugosidade e índice de área foliar permitiu o entendimento da influência de cada um destes parâmetros biofísicos nos dados do radar (Banda L). Este último reforça as observações de Ulaby et al. (1984) e Sano et al. (1998), que demonstraram boa correlação multitemporal dos coeficientes de retroespalhamento derivado de imagem de radar com o índice de área foliar. Esta comparação e entendimento consistem no primeiro passo para extração de informações espaciais de geologia e de meio-ambiente a partir de imagens orbitais de radar.

Futuros trabalhos devem incluir, dentre outras informações, análise da influência da umidade do solo, vegetação e rugosidade nas imagens de radar da época seca; maior número de pontos de amostragem; maior número de unidades biofísicas; e análise do potencial do sinergismo SAR/visível/infravermelho.

## 5 Referências bibliográficas

- Klute, A. *Methods of soil analysis. Part 1 – Physical and mineralogical methods*. ASA/SSA, Madison, WN, 1986, 2<sup>nd</sup> ed.
- Ramos, P.C.M. *Vegetation Communities and Soils in Park National of Brasília*. University of Edinburgh, 1995, 203p. (Tese doutorado).
- Ribeiro, J.F.; Walter, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrados. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P., ed. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1998, Cap. III, p. 89-166.
- Sano, E.E., Qi, J., Huete, A.R.; Moran, M. S. Synergistic Use of Microwave and Optical Remote Sensing Data for Estimation of Soil Moisture Content in Semiarid Rangeland. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1998 (submetido).
- Simanton, J.R.; Dixon, R.M.; & McGowan, I. A microroughness meter for evaluating rainwater infiltration, *Proceedings of Hydrology and Water Resources in Arizona and the Southwest*, Flagstaff, AZ, April 14-15, 8:171-174, 1978.
- TOPOCART. Mapas de vegetação, solo e de geologia. Escala 1:50.000. Brasília, DF, 1997.
- Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung, A.K. *Microwave remote sensing*, Reading:Addison-Wesley Pub. Co., v. III., 1983.
- Ulaby, F.T.; Allen, C.T.; Eger III, G. Relating the Microwave Backscattering Coefficient to Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment*, vol.14, 1984, p.113-133.
- Welles, J.M.; Norman, J.M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. *Agronomy Journal*, 83(5):818-825, 1991.