

Análise do potencial dos dados do CBERS-2 para a discriminação de classes representativas de cobertura da terra do Distrito Federal

Helena da Silva Bezerra¹, Edson Eyji Sano¹, Laerte Guimarães Ferreira²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cerrados
BR-020 km 18 Caixa Postal 08223 CEP: 73301-970 Planaltina, DF
E-mail: heleno@cpac.embrapa.br; sano@cpac.embrapa.br

² Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais
Campus Samambaia, Caixa Postal 131, CEP: 74001-970 Goiânia, GO
E-mail: laerte@iesa.ufg.br

Abstract. The possible discontinuity of Landsat program, the successful launching of two CBERS satellites and the availability of CBERS data with no costs in the INPE's web site, among other factors, made the China-Brazil joint satellite data an excellent option for optical and medium spatial resolution remote sensing users in several applications. The CBERS-2 CCD, IR-MSS and WFI imageries from the Federal District of Brazil were processed and analyzed statistically to verify the potential of such data to discriminate representative land cover classes of the study site. We analyzed 101 samples (regions of interest) over both natural vegetation covers (grasslands, shrublands and woodlands) and anthropogenic covers (urban areas, reforestations and croplands). Results showed the potential of CBERS-2 data to discriminate land cover classes of FD and a certain limitation to monitor their seasonal variations due to the persistent cloud cover in the study area during the satellite overpass in 2005.

Palavras-chave: CBERS-2, cobertura da terra, sensoriamento remoto, Distrito Federal.

1. Introdução

A parceria entre os governos brasileiro e chinês para o lançamento do programa denominado de CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) resultou no lançamento de dois satélites em 1999 e 2003. Os referidos satélites foram configurados para captar feições da superfície terrestre através de três sistemas ópticos: a câmera imageadora de alta resolução (CCD); o imageador por varredura de média resolução (IR-MSS); e o imageador de campo de visada amplo (WFI) (Lino et al., 2000; INPE, 2006). Os dados do CBERS-2 podem ser obtidos gratuitamente mediante cadastro eletrônico na página eletrônica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE; www.dgi.inpe.br).

Dentre as diversas possibilidades de aplicação dos dados do CBERS-2, destaca-se o mapeamento de cobertura da terra de diferentes ecossistemas e em escalas distintas. Uma região de estudo que apresenta um interesse particular no mapeamento e monitoramento de classes de cobertura da terra é o Distrito Federal (DF) que, desde o início da década de 1980, têm apresentado um dos crescimentos populacionais mais acentuados do Brasil. O objetivo principal desse estudo foi analisar o potencial dos dados do CBERS-2 para mapear classes representativas de cobertura da terra do DF.

2. Materiais e Método

O DF ocupa uma área aproximada de 5.814 km² e possui um clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo tropical (Aw) e tropical de altitude (Cwa) (Nimer & Brandão, 1972; Barros, 2003), com dois períodos sazonais bastante distintos: período chuvoso, de outubro a março, onde se concentram mais de 80 % da precipitação anual; e período seco, de abril a setembro, com pluviosidade reduzida (< 50 mm/mês), intensa insolação, pouca nebulosidade, grande amplitude térmica e níveis críticos de umidade relativa do ar. A série histórica da estação meteorológica automática da Embrapa Cerrados (latitude

sul: 15,59°; longitude oeste: 47,71°; período: 1986 a 2005) aponta para uma precipitação média anual de 1.304 mm, uma temperatura média anual de 22 °C e uma umidade relativa média anual em torno de 70 % na região de estudo.

As principais áreas de remanescentes de vegetal natural do DF são encontradas em áreas de preservação permanente como o Parque Nacional de Brasília, a Reserva Ecológica de Águas Emendadas e o Campo de Instrução de Formosa do Exército Brasileiro. Na porção leste do DF, mais especificamente na região conhecida como PAD-DF (Plano de Assentamento Dirigido do Distrito Federal), encontram-se as principais produções de grãos do DF: soja, milho, trigo, algodão e feijão. Nesse local, Sano et al. (2005a) identificaram a presença de 104 pivôs-centrais no DF (ano-base: 2002). Na porção norte do DF, ocorrem vegetação nativa predominantemente arbóreo-arbustiva.

Nesse estudo, foram obtidas duas cenas do CBERS-2 de 08 de setembro de 2004 (órbita: 157; pontos: 117 e 118) e mais duas cenas do mesmo satélite de 15 de julho de 2004 (órbita: 158; pontos: 117 e 118). Esse conjunto de quatro órbitas/pontos é suficiente para cobrir todo o DF com imagens dos sensores CCD e IR-MSS. Com relação à imagem do WFI, foram adquiridas as cenas de 22 de junho de 2004 e 08 de setembro de 2004 (órbita/ponto: 157/116). Estas imagens foram registradas para o sistema de projeção cartográfica UTM (*Universal Transverse de Mercator*) e datum horizontal SAD69. O registro imagem-imagem foi feito através de uma cena ortorretificada do Landsat ETM+ (*geocover*), disponível na página eletrônica da NASA (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>). Para subsidiar a análise das imagens do CBERS-2, foi incluída ainda uma cena do satélite Landsat ETM+ de 20 de julho de 2001 do DF (órbita: 221; ponto: 71). As precisões do georreferenciamento das imagens CCD, IR-MSS, WFI e ETM+ variaram de 0,45 a 0,80 pixels. Teste adicional de correlação entre as duas bandas do infravermelho médio do sensor IR-MSS foi ainda realizado utilizando-se cenas provenientes de cinco outros biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa). Para cada bioma, foi selecionada uma cena de 2004 com menor cobertura de nuvens. Na parte central de cada imagem, foram definidos um ou mais polígonos regulares até atingir um mínimo de 2.200 pixels. Os valores digitais das bandas 2 e 3 contidos nesses polígonos foram comparados através de coeficientes de correlação.

Baseados em Araújo Filho (2005), nos conhecimentos de campo dos autores e na imagem do satélite Landsat ETM+ de julho de 2001, foram definidas 101 áreas irregulares de treinamento, localizadas sobre as seguintes classes de cobertura da terra: área urbana consolidada; área urbana não-consolidada; cultura agrícola; pastagem cultivada; reflorestamento; mata indiferenciada (mosaico de Mata Seca, Mata de Galeria, Cerradão e Cerrado Denso – sistema de classificação das fitofisionomias do Cerrado proposto por Ribeiro e Walter, 1998); Mata de Galeria; formações savânicas do Cerrado (mosaico de Cerrado Ralo e Cerrado Típico); e formações campestres do Cerrado (mosaico de Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Limpo Úmido e Campo com Murundus). Valores digitais médios, nas bandas do vermelho (VM) e do infravermelho próximo (IVP) dos sensores ETM+, CCD e WFI foram calculados para cada área de treinamento e analisados através de gráficos de dispersão. Para o sensor IR-MSS, o gráfico de dispersão envolveu dados obtidos pelas duas bandas no infravermelho médio.

Para abordar a questão do efeito da sazonalidade na discriminação de classes de cobertura vegetal por meio de dados do CBERS-2, foram selecionadas quatro áreas-teste na porção norte do DF (Tabela 1). As áreas 1, 2, 3 e 4 corresponderam ao Campo Sujo, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e pastagem cultivada com gênero *Brachiaria*, respectivamente. As áreas com vegetação natural situaram-se no PNB e corresponderam aos mesmos pontos de controle do experimento realizado em 2000 sob o escopo da LBA (*Large Scale Biosphere-Atmosphere*

Experiment in Amazonia; Ferreira et al., 2003). A área de pastagem plantada situou-se no limite norte do referido parque. Formações florestais como a Mata de Galeria e a Mata Seca, também presentes na área de estudo, não foram incluídas nessa análise por causa da sua baixa variação sazonal relativa da biomassa verde (Ferreira et al., 2003).

Tabela 1. Características dos alvos selecionados para análise do efeito da sazonalidade na suas discriminações com imagens do satélite CBERS-2.

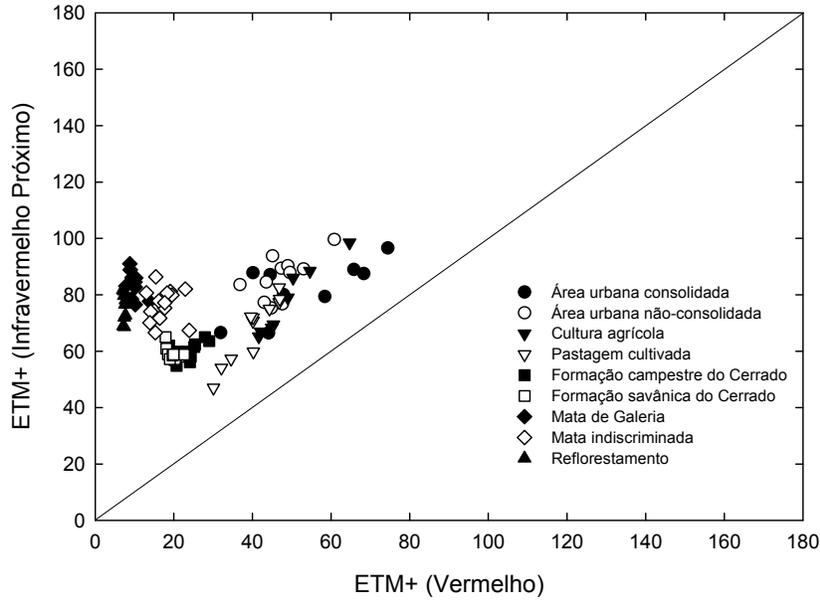
Área	Cobertura da Terra	Localização		Características da Cobertura vegetal
		Latitude	Longitude	
1	Campo Sujo	15°35'21"	48°00'24"	Extrato herbáceo dominante (> 95 %) com presença esparsa de arbustos (~ 4 % de arbustos) ^(a)
2	Cerrado Ralo	15°36'26"	48°01'49"	Estrato herbáceo dominante (~ 70 %), com ~ 24 % de arbustos e 5 % de espécies lenhosas ^(a)
3	Cerrado Típico	15° 43'59"	48°00'12"	Mistura de extratos herbáceo, arbustivo e arbóreo (~ 55, 20 e 25 % de extrato herbáceo, arbustos e espécies lenhosas, respectivamente ^(a)
4	Pastagem cultivada	15° 35'08"	48°00'57"	<i>Brachiaria decumbens</i>

(a) Fonte: Ferreira et al. (2003).

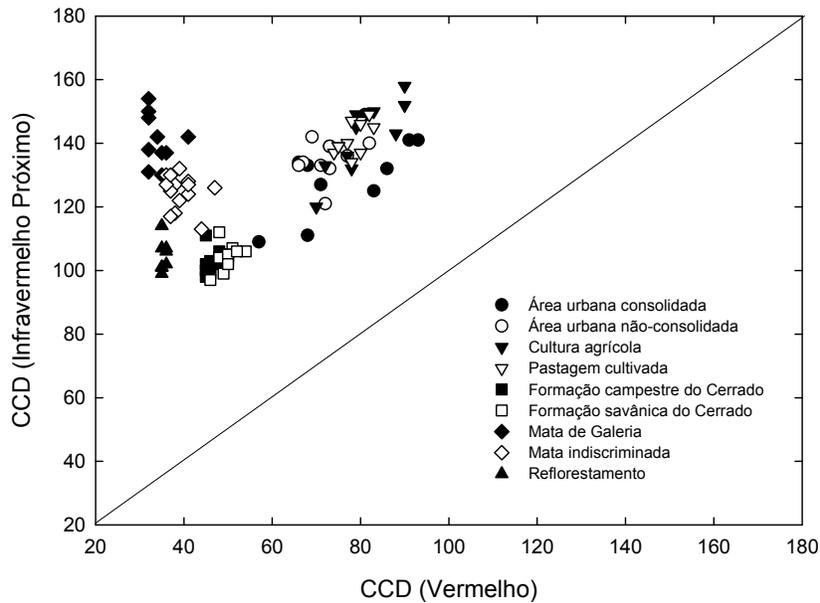
Para a análise do potencial das cenas do CBERS-2 para detectar mudanças sazonais, foram obtidas todas as imagens disponíveis do CCD do DF de 2005, independentemente da porcentagem de cobertura de nuvens. A porcentagem de cobertura de nuvens em cada imagem foi estimada através da técnica de classificação não-supervisionada por K-médias. As imagens utilizadas para esse cálculo foram os *quick-looks* (512 pixels x 512 pixels; formato: jpg) disponíveis na página eletrônica do INPE (www.dgi.inpe.br). Detalhes desse procedimento podem ser encontrados em Sano et al. (2005b).

3. Resultados

O diagrama de dispersão da Figura 1a, correspondente ao sensor ETM+, mostra as áreas urbanas consolidadas, as culturas agrícolas e as pastagens cultivadas, todas com pouca atividade fotossintética quando da passagem do satélite (mês de julho, estação seca), situadas próximas à linha diagonal 1:1. Áreas de Reflorestamento, Mata de Galeria e Mata indiscriminada situaram-se nas posições mais afastadas da linha 1:1. Formações savânicas e campestres, além de áreas urbanas não-consolidadas, com presença ainda significativa de vegetação nas suas áreas interiores, localizaram-se em posições intermediárias do gráfico. Dispersão mais significativa ocorreu ao longo da linha 1:1 e, em menor extensão, diagonalmente à mesma linha, indicando que variações espectrais devido ao substrato geológico, pedológico e matéria seca foram mais dominantes em relação a variações devido às atividades fotossintéticas. De uma maneira geral, as observações citadas acima para o sensor ETM+ valem também para os dados do CBERS-2 CCD (Figura 1b), exceto para uma maior dispersão intraclasse de pontos nos dados do CCD.



(a)



(b)

Figura 1. Gráfico de dispersão de valores digitais médios das classes representativas de cobertura da terra do Distrito Federal nas bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) do Landsat ETM+ (a) e do CBERS-2 CCD (b).

O gráfico de dispersão envolvendo as duas bandas do IR-MSS nas faixas do infravermelho médio (**Figura 2**) mostra a disposição dos alvos predominantemente ao longo da linha 1:1. Alvos com coberturas vegetais menores, isto é, áreas urbanas consolidadas e não-consolidadas, pastagens cultivadas e áreas com culturas agrícolas apresentaram valores

digitais maiores. Alvos com porcentagens de cobertura vegetal intermediária, como as formações savânicas, apresentaram valores digitais intermediários. Outro aspecto observado nessa última figura é a correlação bastante elevada das duas bandas do infravermelho médio do IR-MSS ($r^2 = 0,98$). Essa correlação elevada indica que as duas bandas estão registrando dados espectrais do terreno de uma forma similar. Resultados de testes adicionais de correlação realizados por este estudo, com imagens provenientes de outros biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal), confirmaram essa alta correlação. A média das correlações, considerando-se as cinco imagens selecionadas aleatoriamente dentro de cada região, em termos de data e localização, foi de $r^2 = 0,96$; a menor correlação foi encontrada para a imagem da Amazônia ($r^2 = 0,94$); e a maior para os biomas Caatinga e Pantanal ($r^2 = 0,99$). Aparentemente, as duas bandas espectrais do IR-MSS possuem informações bastante similares, isto é, o analista interessado em discriminar diferentes classes de cobertura de terras com dados do IR-MSS precisaria analisar apenas uma das duas bandas.

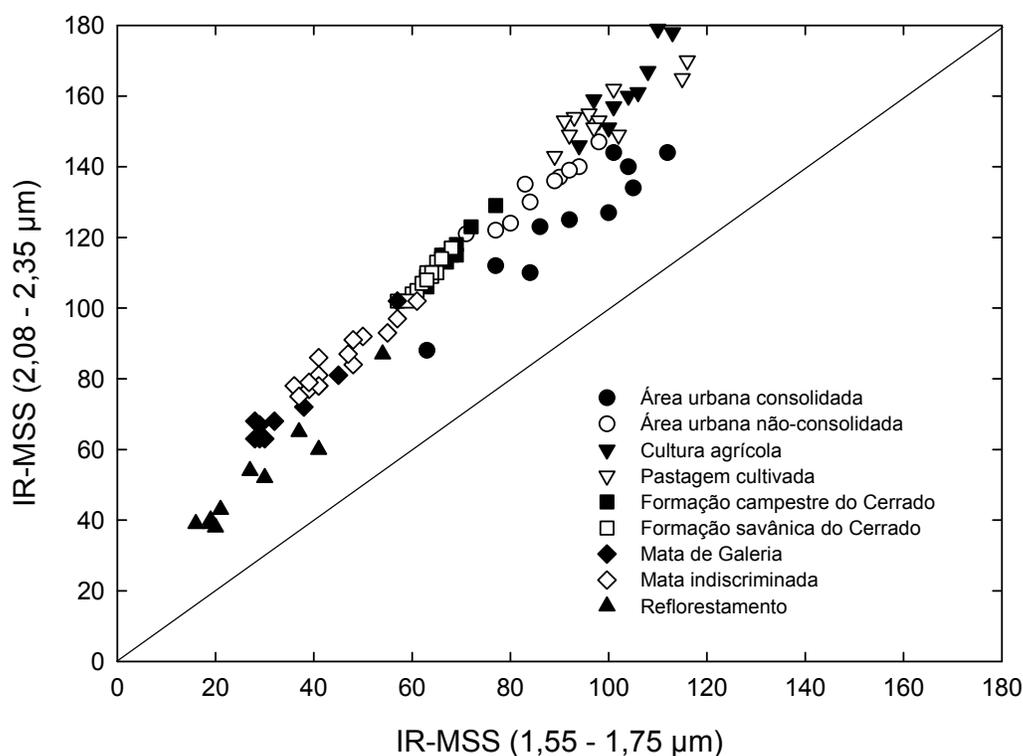
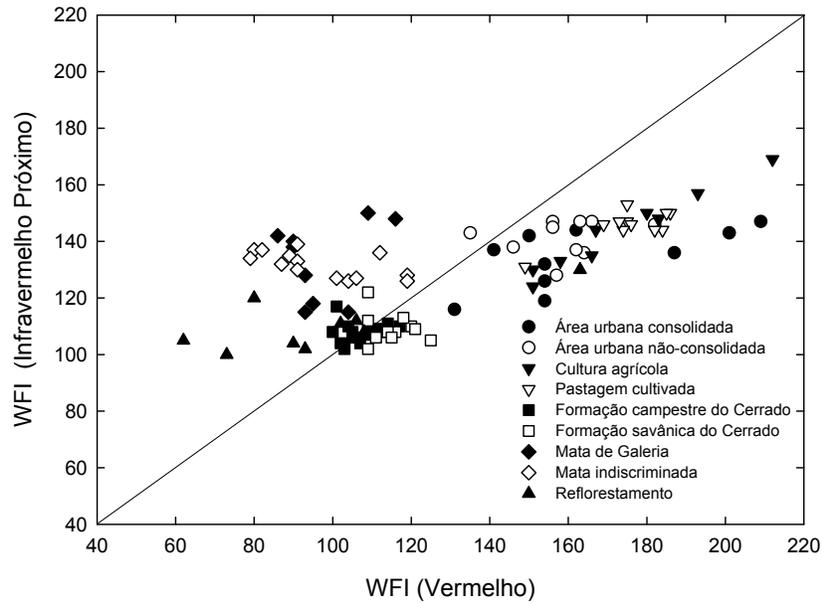
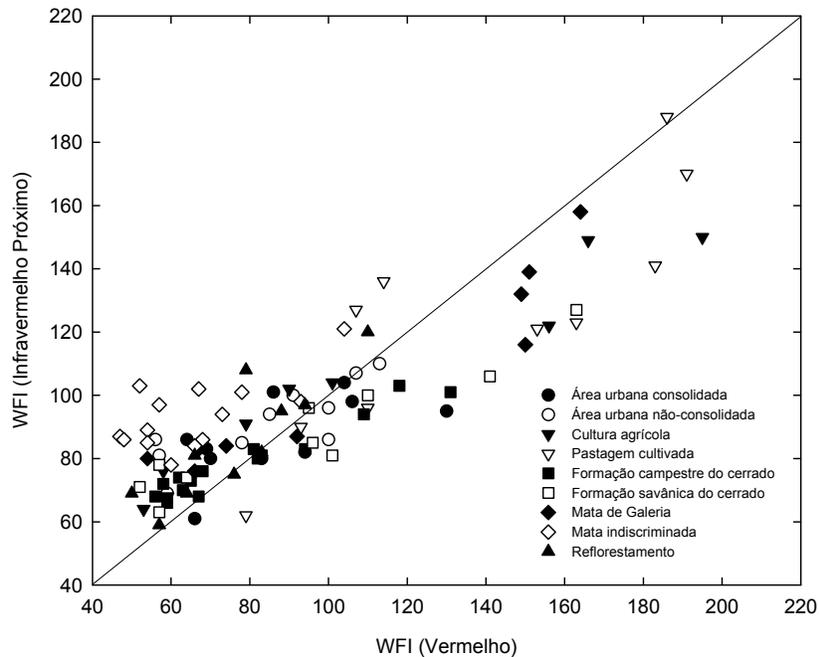


Figura 2. Gráfico de dispersão de valores digitais médios de classes representativas de cobertura da terra do Distrito Federal nas bandas 2 (1,55-1,75 μm) e 3 (2,08 – 2,35 μm) do CBERS-2 IR-MSS.

Dados do sensor WFI de 8 de setembro mostraram vários pontos, especialmente os correspondentes aos alvos com pouca vegetação, situados abaixo da linha diagonal 1:1 (**Figura 3a**). Alvos com vegetação verde localizaram-se muito próximo da mesma linha diagonal. Os resultados mostrados nessa figura indicam que o sensor WFI do CBERS-2 desta data pode ter apresentado problemas técnicos no sistema sensor durante alguma etapa de gravação ou pré-processamento. Análise adicional de dados do WFI sobre o DF foi conduzida então com a imagem de 22 de junho de 2004, apresentando tendência similar à descrita acima (**Figura 3b**).



(a)



(b)

Figura 3. Gráfico de dispersão de valores digitais médios de classes representativas de cobertura da terra do Distrito Federal nas bandas do vermelho e infravermelho próximo do CBERS-2 WFI de duas datas de passagem: 8 de setembro de 2004 (a) e 22 de junho de 2004 (b).

A **Tabela 2** mostra as datas de passagens do satélite CBERS-2 sobre o Distrito Federal e as suas respectivas porcentagens de cobertura de nuvens. De um total de 10 cenas do DF disponível na página eletrônica do INPE para o ano de 2005, nenhuma apresentou cobertura de nuvens inferior a 10 %. A imagem de julho foi a que apresentou a menor taxa de cobertura de nuvens (12 %). Todas as outras apresentaram cobertura igual ou superior a 20 %. Essa

situação indica que a resolução temporal de 26 dias do programa CBERS é inadequada para monitorar a acentuada sazonalidade da região do Cerrado e impediu os autores de realizarem a análise do potencial do CBERS-2 para detectar mudanças sazonais dos alvos representativos da área de estudo.

Tabela 2. Datas de passagem do satélite CBERS-2 sobre o Distrito Federal em 2005 e suas respectivas porcentagens de cobertura de nuvens e datas de realização de trabalhos de campo para caracterização da cobertura vegetal.

Cena	Data de Passagem do CBERS-2 ^(*)	% de Cobertura de Nuvens
1	16/01/2005	não disponível
2	11/02/2005	56
3	09/03/2005	59
4	04/04/2005	35
5	30/04/2005	62
6	26/05/2005	37
7	21/06/2005	45
8	17/07/2005	12
9	12/08/2005	20
10	07/09/2005	31
11	03/10/2005	não disponível
12	29/10/2005	48

(*) datas de passagens correspondentes à órbita 157 e ponto 118 (órbita/ponto que cobre a maior parte do Distrito Federal).

4. Conclusões

A análise quantitativa do desempenho dos sensores CCD e IR-MSS do CBERS-2 mostrou que os mesmos são apropriados para discriminação de classes de cobertura da terra do Distrito Federal. O monitoramento da variação sazonal das classes de cobertura da terra da região do Cerrado através de imagens do satélite CBERS-2 é dificultado por causa da baixa periodicidade de aquisição de dados do CBERS-2 e da intensidade relativamente elevada de cobertura de nuvens no horário de passagem desse sistema sensor.

5. Referências

- Araújo Filho, M.C. **Desenvolvimento de um sistema de classificação hierárquico para mapas de uso e cobertura da terra por meio de imagens do satélite Landsat ETM+**. Brasília: Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 126 f., 2005 (dissertação de mestrado).
- Barros, J.R. **A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, Departamento de Geografia, 221 p., 2003 (dissertação de mestrado).
- Ferreira, L.G.; Yoshioka, H.; Huete, A. & Sano, E.E. Seasonal landscape and spectral vegetation index dynamics in the Brazilian Cerrado: an analysis within the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA). **Remote Sensing of Environment**, v.87, p. 534-550, 2003.
- INPE. **Satélite sino-brasileiro de recursos terrestres**. São José dos Campos: INPE. Disponível em: <http://www.cbbers.inpe.br/pt/index_pt.htm>. Acesso em: 02 outubro 2006.
- Lino, C.O.; Lima, M.G.R. & Rubscher, G.L. CBERS – An international space cooperation program. **Acta Astronautica**, v. 47, n. 2-9, p. 559-564, 2000.
- Nimer, E. & Brandão, A.M.P.M. **Balanço hídrico e clima da região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, 166 p., 1972.

Ribeiro, J.F. & Walter, T.M.B. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (eds.), **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, cap. 3, p. 89-166, 1998.

Sano, E.E.; Lima, J.E.W.; Silva, E.M. & Oliveira, E.C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 5, n. 2, p. 508-515, 2005a.

Sano, E.E.; Ferreira, L.G.; Asner, G.P. & Steinke, E.T. Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. **International Journal of Remote Sensing**, 2006 (no prelo).