

Distribuição espacial dos dados de alertas de desmatamentos do bioma Cerrado para o período 2003-2007

Genival Fernandes Rocha¹
Laerte Guimarães Ferreira¹
Nilson Clementino Ferreira^{1,2}
Manuel Eduardo Ferreira¹
Gabriela Nogueira Ferreira da Silva^{1,2}

¹Universidade Federal de Goiás - UFG/IESA, Programa de Pós-graduação em Geografia, Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento-LAPIG, Campus II, Cx. Postal 131, CEP: 74001-970, Goiânia - GO, Brasil
gfernandesr@gmail.com, {laerte; manuel}@iesa.ufg.br, gabriela.nogueira@pop.com.br

²Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás - CEFETGO
Rua 75, nº. 46, Centro - 74055-110 - Goiânia - GO, Brasil
ncferreira@uol.com.br

Abstract. The Brazilian Cerrado, the richest savanna in the world, is also our most threatened biome. In fact, approximately 40% of its area (~ 204 million hectares) has been already converted to agricultural crops and cultivated pastures, with clear environmental implications, particularly concerning the water resources and emission of greenhouse gases. Within this context, in this paper we present the results regarding the assessment of ongoing deforestation for the 2003 – 2007 period. Based on the use of the MOD13Q1 NDVI images (and CBERS CCD and Landsat TM for validation purposes), we found about 18,989 km² of potential deforestation, concentrated mainly (~80%) in four States and 30 municipalities. In relation to the major land use classes found in the Cerrado, most of the deforestation polygons are situated up to 10 km from the existent pasturelands, suggesting cattle ranching as the prominent destination of the converted areas. Nevertheless, the concentration of land cover change in few States and municipalities also corroborate the existence of active Cerrado agricultural frontiers, mainly in the States of Bahia and Mato Grosso. Our results strongly demonstrate the need of a systematic and multiple scale monitoring of the endangered Cerrado biome, along with a better understanding of the drivers and causes associated to the clear cutting of pristine areas.

Palavras-chave: Monitoramento do bioma Cerrado, desmatamentos, índices de vegetação MODIS, monitoring of the Cerrado biome, deforestation, MODIS vegetation indices.

1. Introdução

O bioma Cerrado, com uma área de 204 milhões de hectares, é um dos *hotspots* mundiais em biodiversidade, Myers et al. (2000), além de desempenhar um importante papel quanto aos recursos hídricos do país, haja vista a sua localização estratégica (i.e. situado no planalto central brasileiro) em relação as nascentes das bacias Platina, Tocantins-Araguaia e do São Francisco, (Christofidis, 2006; Clarke e King, 2005).

Por outro lado, aproximadamente 80 milhões de hectares já foram convertidos em agricultura e pastagem, Figura 1 (Sano et al. 2008), área esta que contribuí nacionalmente com 63,5% da produção de soja; 37% de arroz; 48% de café; 26% de milho; 30% de feijão; 89% de algodão e 55% da produção de carne. Ao todo, a agricultura e a pecuária do cerrado contribuem com 12,8% do produto interno bruto (PIB) brasileiro (Faleiro e Sousa 2007).

Frente a este quadro de severas transformações da paisagem, com graves implicações ambientais, principalmente quando levamos em conta o curto espaço de tempo decorrido para a ocupação da maior parte do bioma, a Universidade Federal de Goiás, através do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), em parceria com a *Conservation International* (CI) e a *The Nature Conservancy* (TNC), está conduzindo, com base no Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos (SIAD) (Ferreira et al., 2007), um

programa de monitoramento sistemático da cobertura vegetal do bioma Cerrado. Neste trabalho, apresentamos uma análise dos alertas de desmatamentos para o período de 2003 a 2007, quanto à sua distribuição espacial e relação com as áreas já ocupadas com agricultura e pastagens.

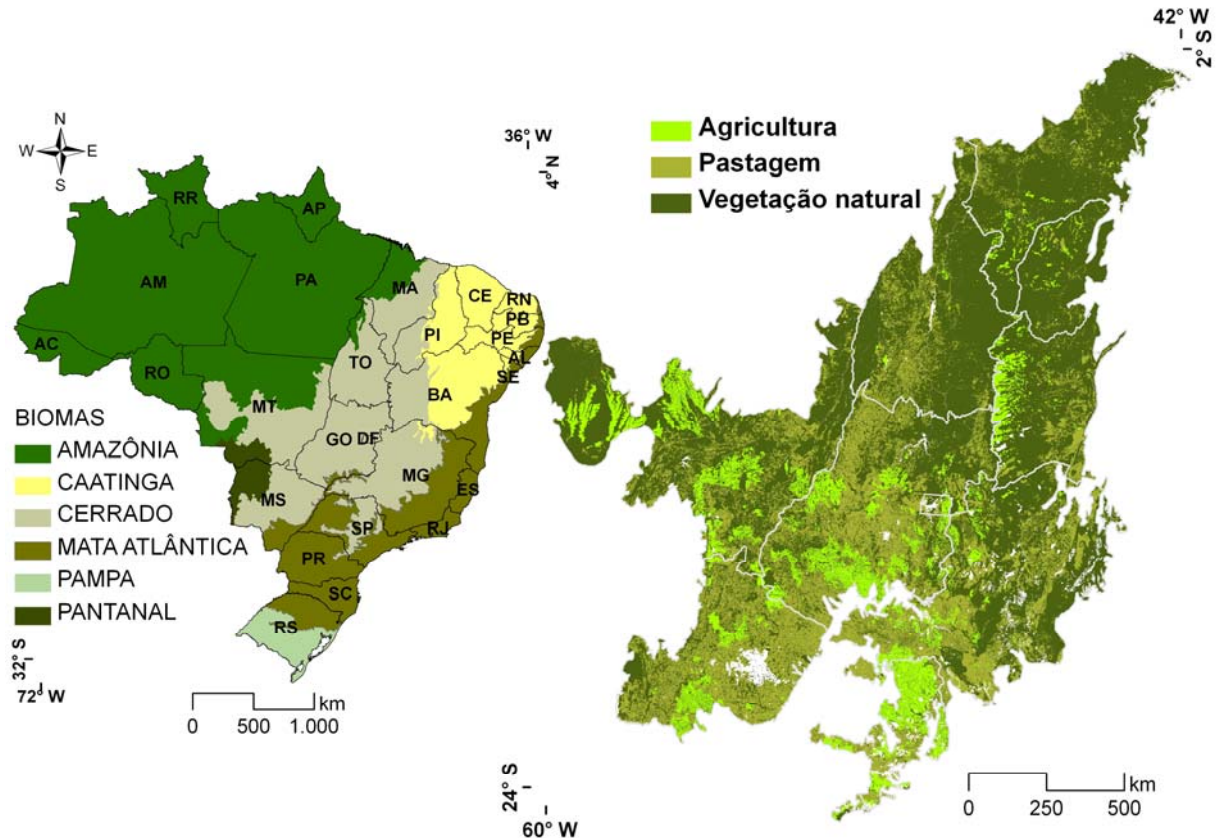


Figura 1: Biomas Brasileiros, com destaque para o mapa antrópico do bioma Cerrado.
Fonte: Sano et al. 2007.

2. Metodologia de Trabalho

Os alertas de desmatamentos para o período em questão (i.e. 2003 - 2007) foram obtidos através do SIAD, programa que gera dados de mudanças na vegetação utilizando imagens *NDVI* (Índice da Diferença Normalizada da Vegetação) distribuídos pela *National Aeronautic and Space Administration-NASA*, tendo como área de análise os remanescentes de vegetação natural mapeados no âmbito do PROBIO, Sano et, al 2007a, mostrado na Figura 1.

Especificamente, o SIAD utiliza dados *MOD13 Q1* de duas datas (ex. outubro 2003 - outubro 2007), e os parâmetros relativos à área mínima de detecção e limiar de mudança, os quais são definidos pelo usuário (para as análises em questão, foram adotados um limiar de mudança na cobertura vegetal de 30% e área mínima de 25 hectares). Todos os possíveis desmatamentos são então vetorizados e armazenados em um banco de dados geográfico. Em seguida, todos os polígonos passam por uma rigorosa inspeção visual, com base em imagens de alta resolução espacial (*CBERS CCD* e *Landsat TM* distribuídas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE), conforme mostrados na figura 2 e tabela 1, com vistas a categorizar as mudanças detectadas em queimadas, desmatamentos ou de outra natureza (ex. devidas à sazonalidade do Cerrado).

Tabela 1: Imagens necessárias para a realização do trabalho.

Satélite/Sensor	Cobertura do Bioma	2003	2004	2005	2006	2007	Total
CBERS-2 CCD	275	0	275	275	275	0	825
LANDSAT 5 TM	114	95	0	0	0	114	209
Terra/MOD13Q1	5	5	5	5	5	5	25

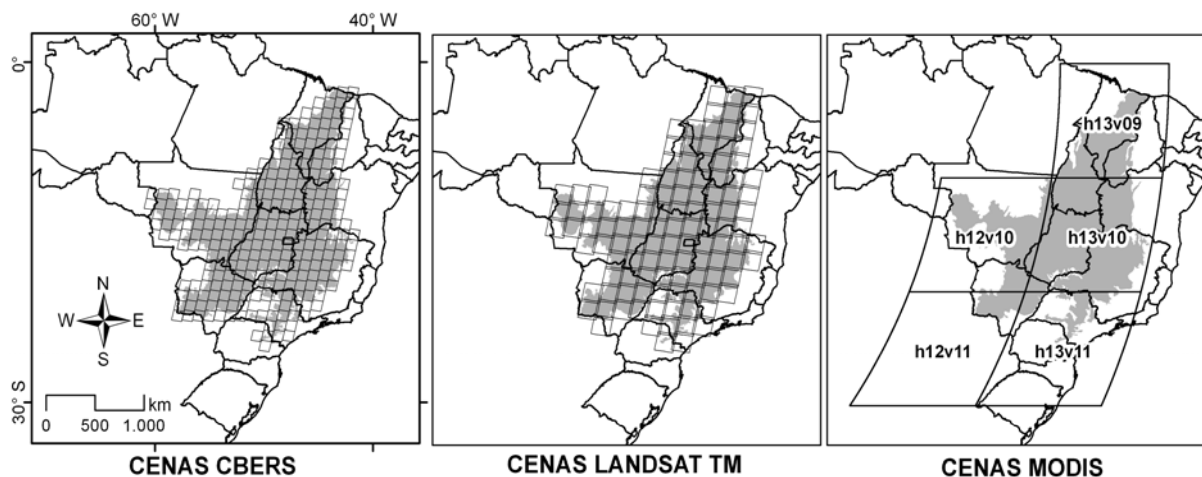


Figura 2: Cenas CBERS, LANDSAT e MODIS necessárias ao recobrimento do bioma Cerrado.

Após o processo de inspeção visual, os alertas de desmatamentos gerados pelo SIAD foram analisados em relação aos 1385 municípios que compõem o bioma Cerrado, Figura 5, bem como em relação à *buffers* de cinco e dez quilômetros de distância em torno das áreas de agricultura e pastagem, Figura 3.

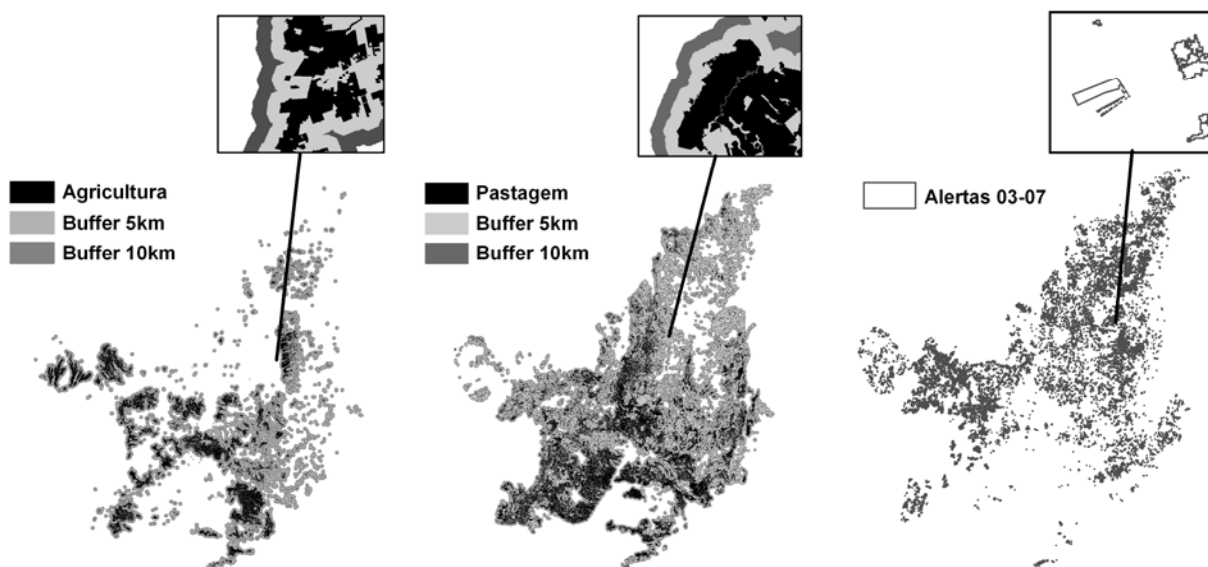


Figura 3: *buffers* da área de agricultura primeiro à esquerda seguido de pastagem e desmatamentos à direita.

3. Resultados e Discussão

Com base no mapa de cobertura natural PROBIO-MMA, Figura 1, o SIAD detectou 18.980 km² de possíveis áreas desmatadas para o período 2003-2007. É interessante observar que aproximadamente 80% destes alertas situam-se em quatro estados: Mato Grosso (35%), Bahia (14,8%), Piauí (12,7%), Tocantins (11,3%) e Maranhão (10,9%) mostrados na Tabela 2, Figura 4. Da mesma forma, da área total de 18.980 km², 65% concentram-se em apenas 30 municípios, Figura 5. A distribuição por municípios indica uma fronteira que segue para as regiões norte e nordeste, ainda que a distribuição desses alertas não seja homogeneia, haja vista novas áreas de uso obedecer a critérios como fertilidade do solo, declividade e de geomorfologia (ex. áreas de planalto).

Tabela 2 - Áreas (km²) de modificações (possíveis desmatamentos) na cobertura vegetal remanescente (por Estados) (2003-2007).

UF	ALERTAS DE DESMATAMENTOS		BIOMA CERRADO			
	Área (km ²) desmatada entre 2003-2007	% sobre a área desmatada 2003-2007	Área (km ²) de Cerrado nos Estados	% da área dos estados coberta por Cerrado	% sobre a área total do Cerrado nos Estados	% de alertas 2003-2007 em relação à área total do Cerrado
MT	6.689	35,2	358.834	40	17,6	0,33
BA	2.809	14,8	151.353	27	7,4	0,14
PI	2.398	12,6	93.438	37	4,6	0,12
TO	2.153	11,3	252.799	92	12,4	0,11
MA	2.070	10,9	212.550	65	10,4	0,10
GO	1.105	5,8	329.592	97	16,2	0,05
MG	917	4,8	333.714	57	16,4	0,04
MS	790	4,2	216.372	61	10,6	0,04
PR	26	0,1	3.741	2	0,2	0,00
SP	15	0,1	81.137	33	4,0	0,00
DF	9	0,05	5.802	100	0,3	0,00
Total	18.980	100	2.039.332		100	0,93

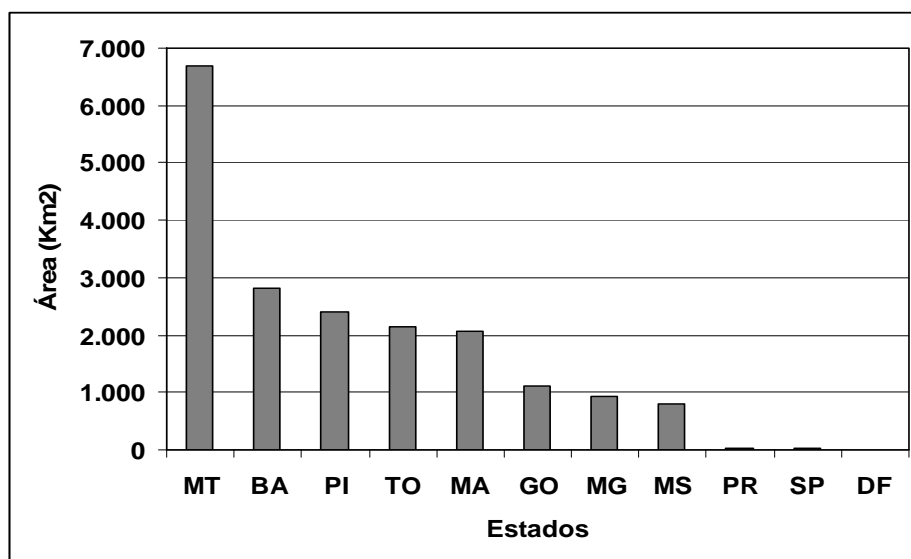


Figura 4: Distribuição dos desmatamentos por Estados no período 2003-2007

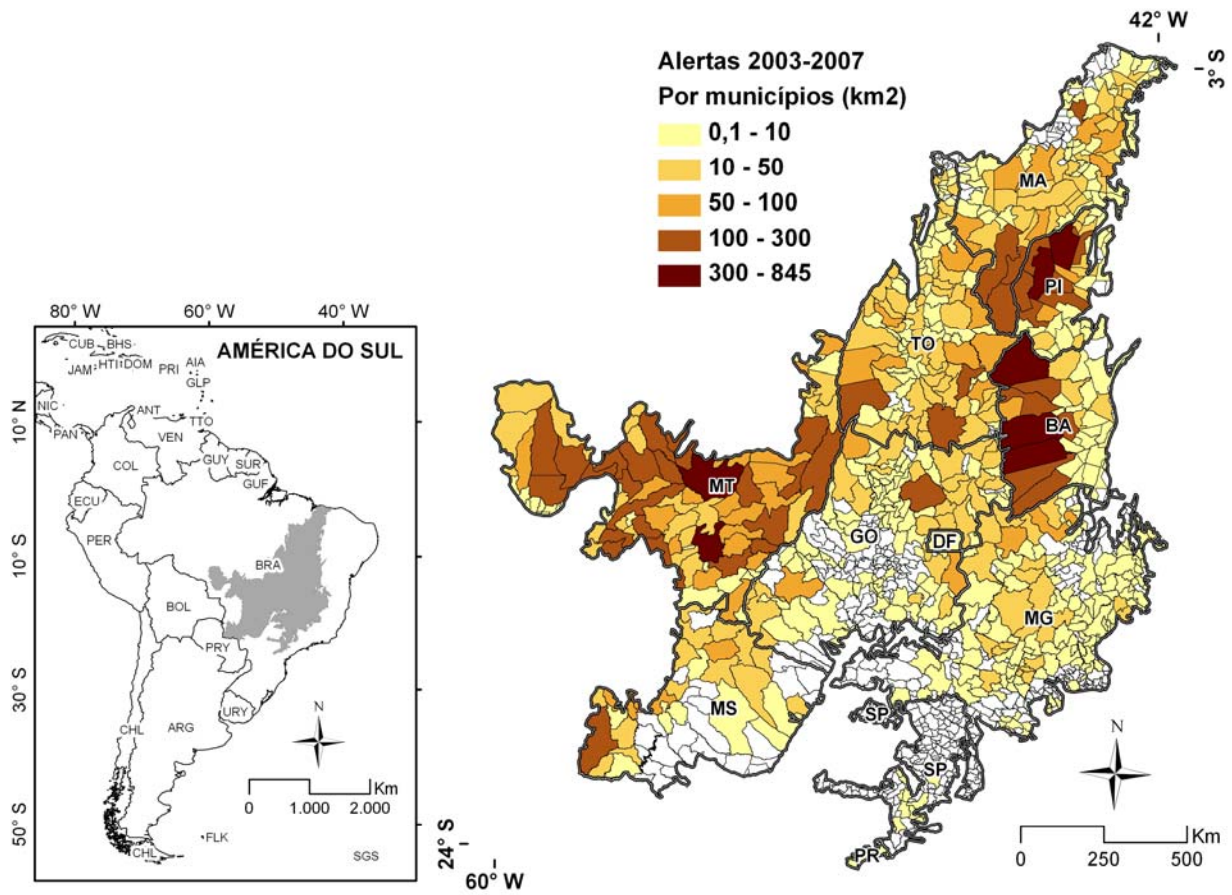


Figura 5: Distribuição dos alertas de desmatamentos por municípios do bioma Cerrado.

Os *buffers* entorno das áreas de agricultura e pastagem que podem ser vistos na Figura 3, indicam uma maior proximidade dos alertas em relação às áreas de pastagens, o que sugere a pecuária como atividade predominante para as novas áreas convertidas, Tabela 3.

Tabela 3: distância (*Buffer*) das áreas de pastagens e agricultura.

	<i>Buffers</i> agricultura		<i>Buffers</i> pastagens	
	5 km	10 km	5 km	10 km
Área (km ²) Alertas de desmate	7.315	9.561	13.194	15.329
% sobre a área total de Alertas =18.980 km ²	38,57	50,37	69,51	80,76
Quantidade de polígonos	4.353	6.284	10.587	12.347
% sobre o total 14.955 de polígonos	29,10	42,01	70,79	82,56

4. Considerações finais

Neste trabalho apresentamos o primeiro conjunto de alertas de desmatamentos para o bioma Cerrado, obtidos com base em imagens *MODIS NDVI* para o período de 2003 a 2007. Conforme os nossos resultados, pode-se observar uma concentração dos desmatamentos em poucos estados e municípios. Em fato, dos 18.980 km², 80% concentram-se em quatro estados e 30 municípios, o que configura a existência de novas fronteiras agrícolas, em particular na região oeste da Bahia e leste do Mato Grosso e em direção ao norte do Bioma (ainda que em relação ao bioma como um todo, a atividade pecuária seja predominante e com base nos *buffers* um indicativo de ser o principal responsável pela maior parte dos alertas detectados).

Estes desmatamentos, que representam em torno de 2% dos remanescentes do bioma Cerrado, exigem um monitoramento sistemático, contínuo e em múltiplas escalas (i.e. bioma → propriedade rural). Assim, ao mesmo tempo que iniciamos a análise de dados para o período de 2007 a 2008, também verificamos a integração de diferentes dados de sensoriamento remoto, bem como o uso de diversas bases de dados censitárias (ex. censo agropecuário 2006 – 2007), com vistas à melhor entendermos as causas e desdobramentos da conversão em curso.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da parceria entre a UFG/LAPIG, *Conservation International* (CI) e *The Nature Conservancy* (TNC), cujo objetivo é a análise dos padrões espaciais e temporais dos desmatamentos no bioma Cerrado. O primeiro, segundo e quarto autores são bolsistas do CNPq (mestrado, produtividade em pesquisa e doutorado, respectivamente).

Referências Bibliográficas

Clarke, R. T.; King, J. **O Atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005. 128 p.

Christofididis, D. Oportunidades **de irrigação no Cerrado: recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação**. Item: irrigação e tecnologia moderna, n. 69/70, 2006.

Faleiro, F. G.; Sousa, S. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado. 2007**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2007.

Ferreira, N. C.; Ferreira, L. G.; Huete, A. R.; Ferreira, M. E. **An operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis**. *International Journal of Remote Sensing*, v. 28, p. 47-62, 2007.

Myers, N.; Mittermeyer, R. A.; Mittermeyer, C. G.; Fonseca, G. A.; Kent, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature*, 403, 853-858, 2000.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L. S.; Ferreira, L. G. **Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2007a.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L.; Ferreira, L. G. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 153-156, 2008b.

Imagens *MOD13Q1.A (NDVI)* disponível no site NASA <<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>>

Imagens CBERS, *LANDSAT-5 TM* disponível no site INPE <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>