



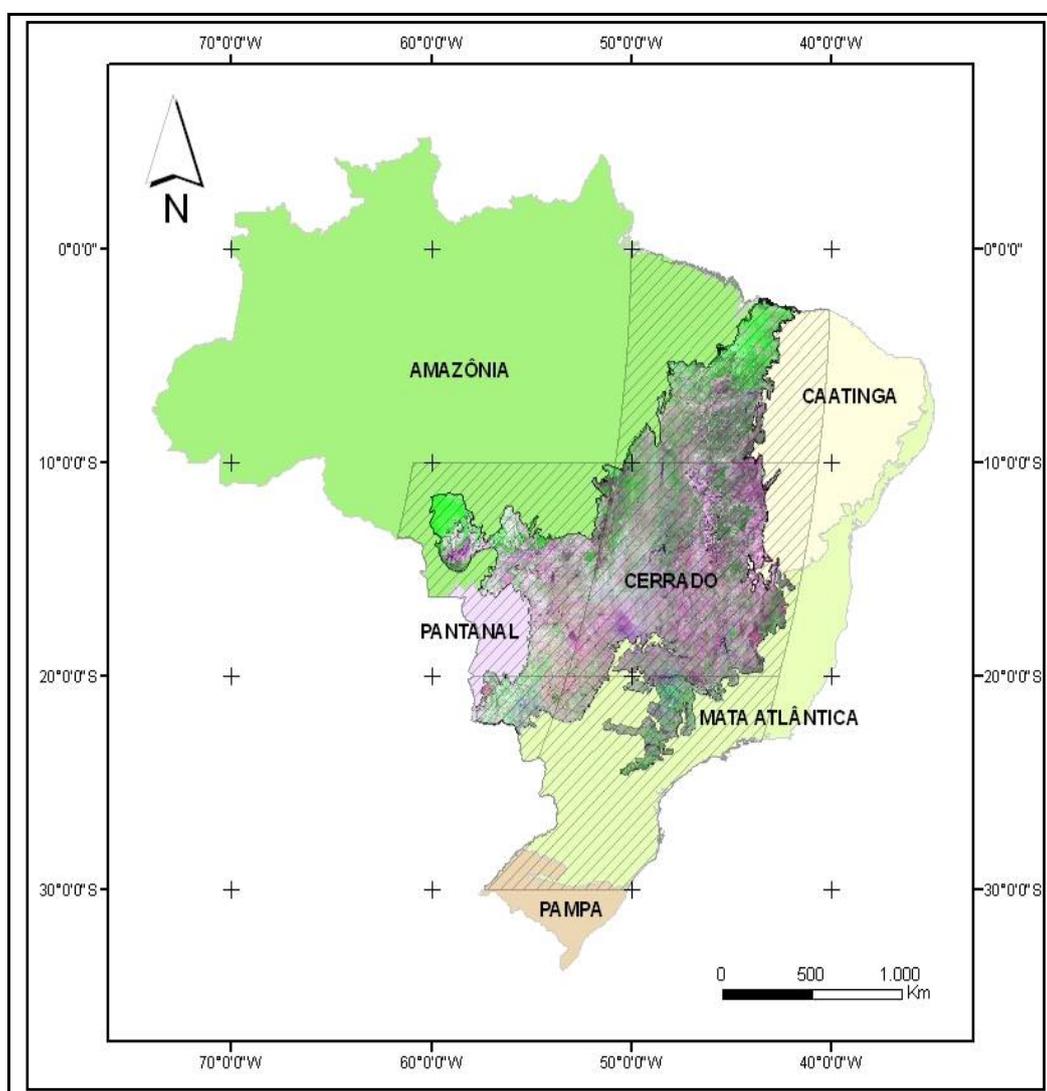
**Monitoramento de Mudanças na Cobertura Vegetal Remanescente  
do Bioma Cerrado**

**Outubro de 2003 – Outubro de 2007**



O mapeamento de mudanças na cobertura vegetal remanescente do bioma Cerrado, para o período entre outubro de 2003 e outubro de 2007, teve por base a comparação de imagens índices de vegetação MODIS (sensor abordo do satélite Terra, principal satélite da NASA no âmbito do Sistema de Observação Terrestre), com resolução espacial de 250 metros (obtidas na primeira quinzena do mês de outubro de cada ano, entre 2003 e 2007).

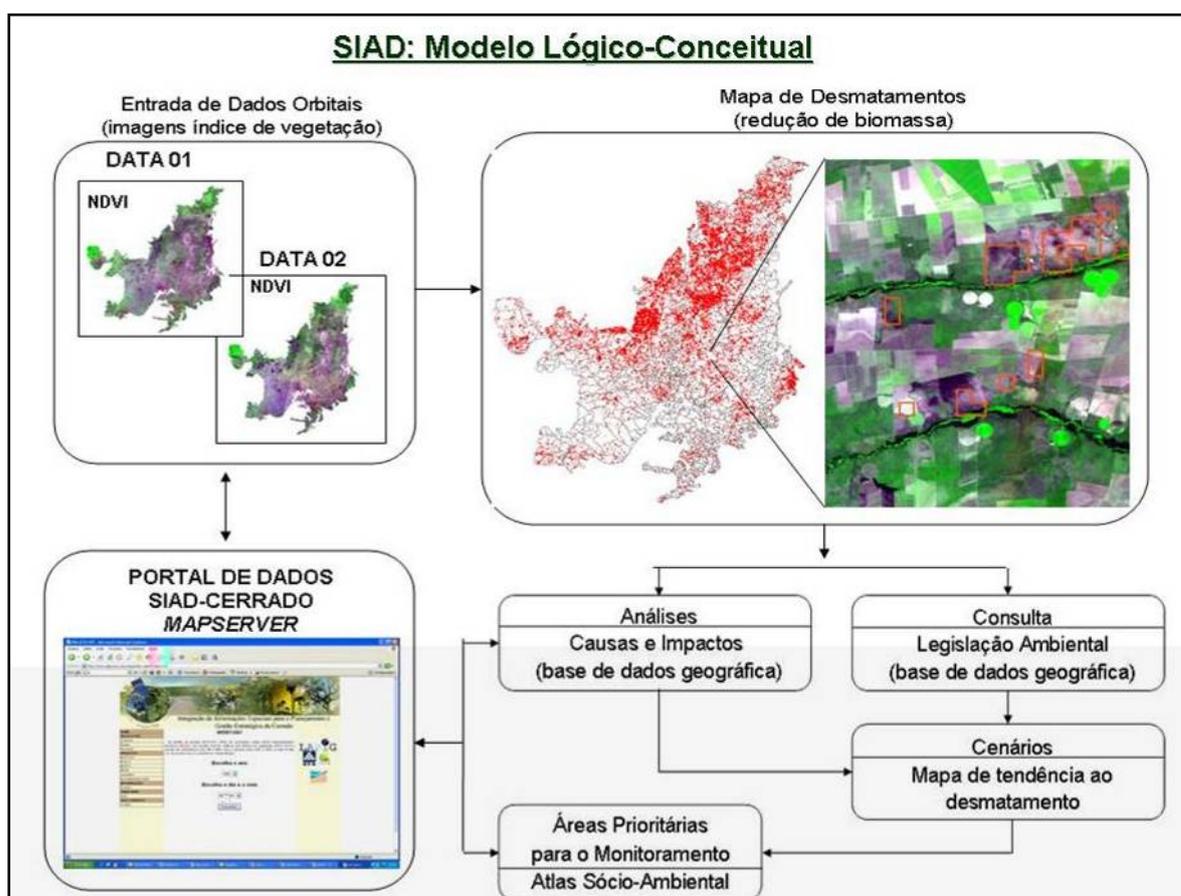
Através do Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos (SIAD), desenvolvido pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás, estas imagens, referentes às cenas H=12/13 V=09/11, foram automaticamente reprojetaadas para coordenadas geográficas (*datum* WGS 84), filtradas (para nuvens, sombras e aerossóis residuais) e articuladas em mosaico (figura 1).



**Figura 1** - Área do bioma Cerrado e respectivos *tiles* MODIS empregados na detecção dos desmatamentos (*tiles* H=12/13 V=09/11).

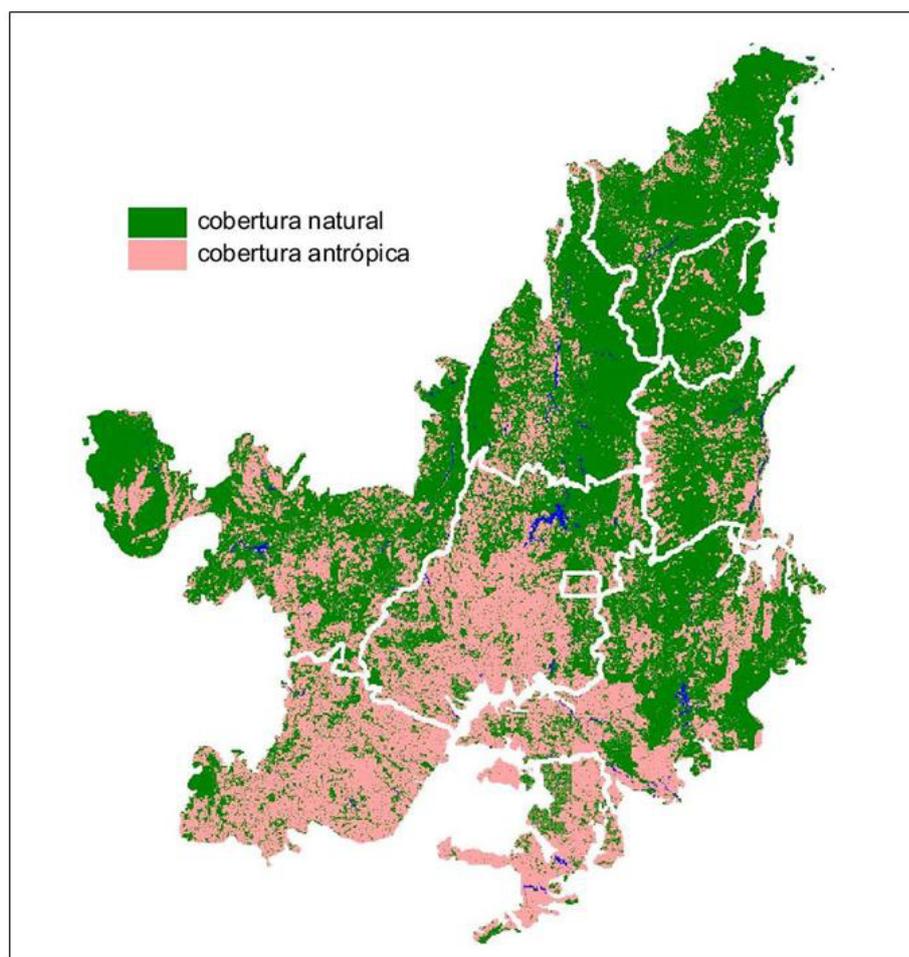
Especificamente quanto ao SIAD Cerrado, este sistema (desenvolvido sobre a plataforma do SIG ArcGIS), compara imagens NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) correspondentes ao período em análise, identificando, conforme um determinado limiar de mudança, as variações significativas nos valores do NDVI (i.e. diminuição na biomassa fotossinteticamente ativa) (figura 2). Todas estas variações, consideradas como indícios de possíveis desmatamentos, são então vetorizadas e armazenadas em um banco de dados geográfico, de acordo com uma área mínima definida para as detecções.

Para o mapeamento em questão, foi adotado um limiar de mudança na cobertura vegetal de 30%, seguido por uma área mínima de 25 hectares, condições necessárias para que um possível polígono de desmatamento fosse delimitado<sup>1</sup>.



**Figura 2 - Modelo lógico-conceitual do SIAD Cerrado.**

<sup>1</sup> Para maiores informações sobre a metodologia utilizada para a detecção dos desmatamentos, ver: FERREIRA, Nilson Clementino; FERREIRA JUNIOR, L. G.; HUETE, Alfredo R.; FERREIRA, Manuel Eduardo. An



**Figura 3** - Distribuição das áreas no bioma Cerrado com cobertura vegetal nativa e antrópica. Fonte: Relatório final PROBIO-MMA, 2007.

Como o SIAD considera apenas a ocorrência de novos desmatamentos (áreas já convertidas ou em regeneração não são contabilizadas), é necessário o uso de uma “máscara” para separar as áreas antropizadas daquelas com remanescentes de Cerrado. Dessa forma, o monitoramento em questão teve como referência o atual mapa de remanescentes para o bioma, produzido pela Embrapa Cerrados – CPAC, em colaboração com a Universidade Federal de Uberlândia e Universidade Federal de Goiás, no âmbito do projeto PROBIO/MMA/GEF. Este mapa foi baseado na interpretação de imagens do sensor Landsat ETM+ obtidas no ano de 2002 (julho a novembro), nos dados do projeto Radambrasil e em levantamentos de campo (figura 3 e tabela 1)<sup>2</sup>. Especificamente, os 172 mapas (conforme

---

*operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis. International Journal of Remote Sensing*, v. 28, p. 47-62, 2007.

<sup>2</sup> SANO, Edson Eijy ; Rosa, R. ; Brito, J.L. ; FERREIRA JUNIOR, L. G. . Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 153-156, 2008.

articulação das folhas IBGE à escala de 1:250.000)<sup>3</sup>, originalmente em formato vetorial (*shape*), foram convertidos para uma matriz com resolução espacial de 250 metros, a mesma resolução das imagens MOD13Q1 utilizadas para a geração dos alertas de desmatamentos pelo SIAD. Em relação aos remanescentes, foram consideradas as classes de vegetação nativa (PROBIO): Floresta Ombrófila Densa (Da, Ds), Floresta Ombrófila Aberta (Aa, As), Floresta Ombrófila Mista (Mm), Floresta Estacional Semidecidual (Fa, Fb, Fs, Fm), Floresta Estacional Decidual (Cb, Cs, Cm), Savana (Sd, Sas, Saf, Sps, Spf, Sgs, Sgf), Savana Estépica (Td, Tas, Taf, Tps, Tpf, Tgs, Tgf). Não foram consideradas as áreas de vegetação secundária (Vs) e nem as áreas classificadas como Refúgios Vegetacionais (r). Todas as classes consideradas foram agrupadas em uma única classe que recebeu o valor de 1 (um) na máscara matricial criada. Assim, a máscara utilizada é do tipo binária ou booleana, onde as áreas de vegetação nativa remanescente em 2002 possuem valor de 1 e as áreas antropizadas possuem valor 0 (zero).

**Tabela 1 - Cálculo de área ocupada por cobertura vegetal nativa e antrópica em cada unidade federativa coberta pelo bioma Cerrado.**

Estado	% Estados	Cobertura Vegetal Nativa (ha)	Cobertura Vegetal Antrópica (ha)	Formação Florestal (ha)	Formação Savânica (ha)	Formação Campestre (ha)	Cobertura Vegetal Nativa (%)
SP	33	1.078.716	6.934.203	833.387	210.441	34.888	13
PR	2	118.692	255.565	20.558	14.048	84.085	32
MS	61	6.935.404	14.722.762	2.867.267	3.599.826	468.311	32
DF	100	213.527	362.138	44.645	162.718	6.164	37
GO	97	14.706.696	18.180.482	2.929.033	11.090.161	687.502	44
MG	57	17.794.873	15.418.690	3.279.762	11.322.147	3.192.964	53
MT	40	23.740.333	12.148.095	7.717.102	15.868.080	155.151	66
BA	27	11.209.896	3.963.095	3.333.902	7.357.605	518.389	74
TO	92	20.251.786	4.838.460	4.639.932	13.362.688	2.249.165	79
MA	65	18.753.706	2.318.028	12.337.965	6.032.951	382.790	89
PI	37	8.590.582	758.423	2.319.035	6.210.085	61.462	91

**Fonte:** Relatório final PROBIO-MMA, 2007.

Os polígonos gerados pelo SIAD são inspecionados visualmente, com o objetivo de se confirmar a natureza das mudanças detectadas, isto é, se as mesmas correspondem à desmatamentos ou à variações naturais da biomassa, devido, por exemplo, à conspícua sazonalidade da vegetação do Cerrado, diferenças interanuais na precipitação, etc. Para este

<sup>3</sup> Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado - Edital Probio 02/2004 (Projeto Executivo B.02.02.109) -Relatório Final. Brasília, DF, Junho/2007. Disponível em (acesso em Setembro/2007):

fim, foram adquiridas gratuitamente, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, um total de 825 imagens do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS, sensor CCD), sendo 275 cenas para os anos de 2004, 2005 e 2006 (além de 60 e 114 cenas do sensor Landsat 5 - TM para os anos de 2003 e 2007, respectivamente). Assim, cada polígono gerado pelo SIAD foi inspecionado e validado com base em imagens com resolução espacial entre 20 e 30 metros (figuras 4 e 5).

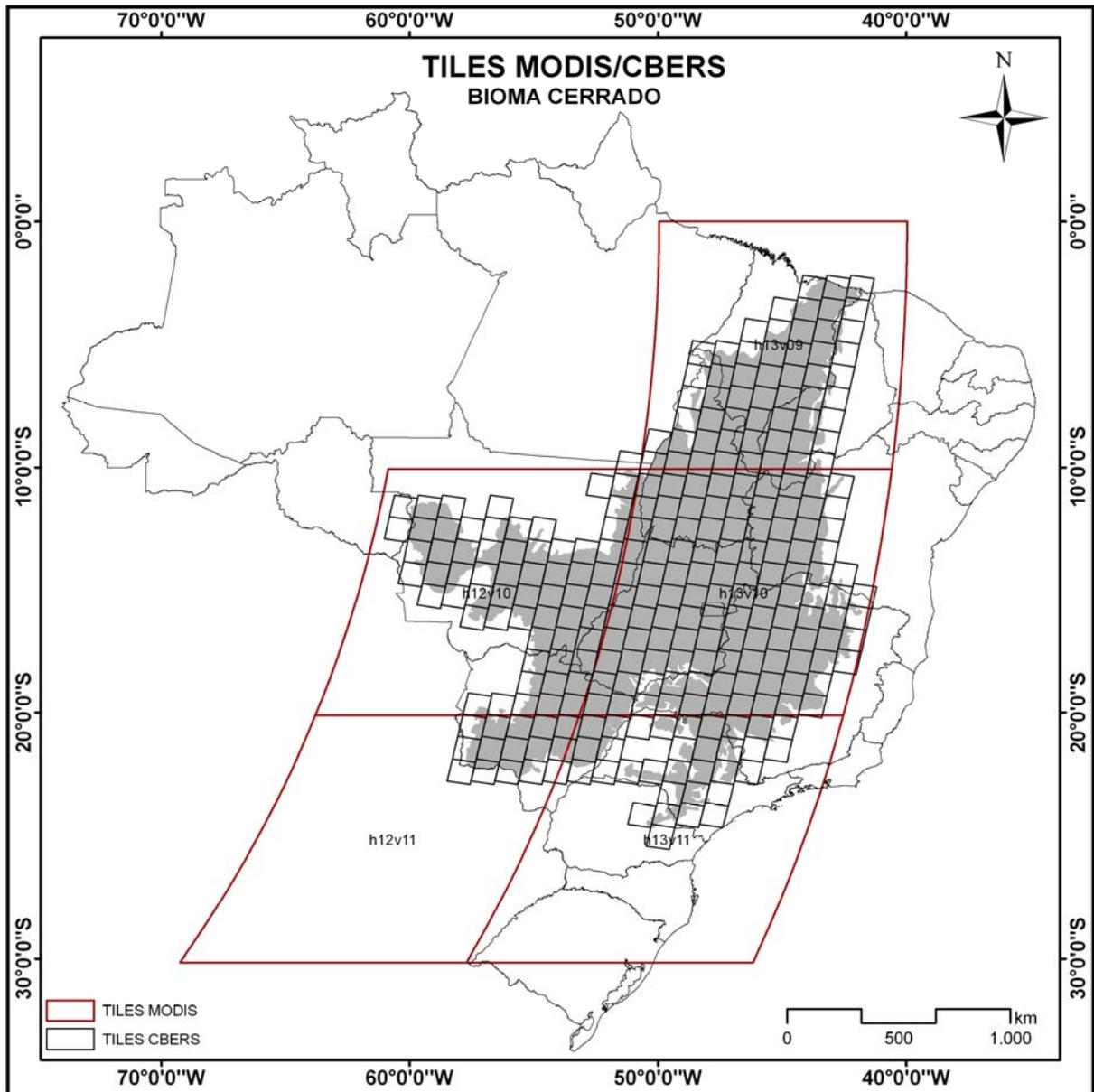


Figura 4 - 275 cenas do satélite CBERS II (CCD), utilizadas na inspeção/validação visual dos polígonos detectados com base nos cinco *tiles* MODIS.

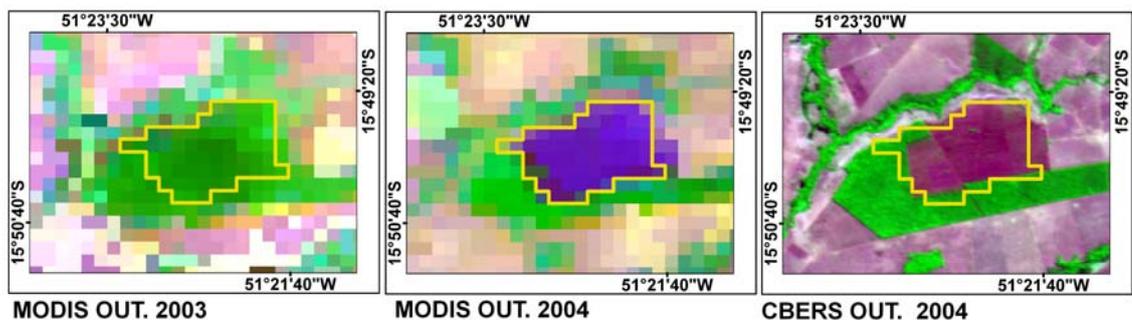


Figura 5 - Polígono de mudança gerado pelo SIAD (em amarelo) sobreposto às composições coloridas (RGB / MIR, NIR, Red) MODIS (outubro 2003 e 2004) e CBERS (outubro 2004).

Com base nos parâmetros utilizados no SIAD (i.e. limiar de detecção de 30% e área mínima detectada > 25 hectares), para o período de 2003 a 2007 foram identificados aproximadamente 18.900 km<sup>2</sup> de possíveis novos desmatamentos (tabela 2), dos quais, aproximadamente 60% estão concentrados nos 50 municípios mostrados na tabela 3. A distribuição dos desmatamentos, segundo os municípios que compõem o bioma Cerrado, é mostrada na figura 6.

Tabela 2 - Áreas (km<sup>2</sup>) de modificações (possíveis desmatamentos) na cobertura vegetal remanescente (por Estados) (2003-2007)

ALERTAS DE DESMATAMENTOS		BIOMA CERRADO			
UF	Área (km <sup>2</sup> ) de alertas entre 2003-2007	Área (km <sup>2</sup> ) de Cerrado nos Estados	% de Cerrado na área dos Estados	% da área do Cerrado nos Estados	% de alertas da área total do Cerrado 2003-2007
MT	6689	358.834	40	17,59	0,328
BA	2809	151.353	27	7,42	0,13772
PI	2398	93.438	37	4,58	0,11757
TO	2153	252.799	92	12,39	0,10558
MA	2070	212.550	65	10,42	0,10152
GO	1105	329.592	97	16,16	0,05417
MG	917	333.714	57	16,36	0,04494
MS	790	216.372	61	10,6	0,03874
PR	26	3.741	2	0,18	0,00125
SP	15	81.137	33	4	0,00076
DF	9	5.802	100	0,28	0,00045
Total	18.980	2.039.332			0,93104

Tabela 3 - Lista dos 50 municípios responsáveis por 50% dos possíveis alertas de desmatamentos no bioma Cerrado, no período de outubro de 2003 a outubro de 2007.

<b>NOME</b>	<b>UF</b>	<b>REGIAO</b>	<b>Área (km2) alertas</b>	<b>Área (km2) municípios</b>
Formosa do Rio Preto	BA	Nordeste	860	16185
São Desidério	BA	Nordeste	658	14819
Paranatinga	MT	Centro-Oeste	649	16530
Baixa Grande do Ribeiro	PI	Nordeste	582	7809
Uruçuí	PI	Nordeste	368	8453
Poxoréo	MT	Centro-Oeste	359	6923
Correntina	BA	Nordeste	346	12145
Cocalinho	MT	Centro-Oeste	282	16539
Balsas	MA	Nordeste	277	13141
Bom Jesus	PI	Nordeste	274	5317
Barreiras	BA	Nordeste	271	7895
Gilbués	PI	Nordeste	249	3495
Barra do Garças	MT	Centro-Oeste	249	9142
Nova Ubiratã	MT	Centro-Oeste	244	5080
Nova Mutum	MT	Centro-Oeste	243	8786
Alto Parnaíba	MA	Nordeste	233	11132
Nova Nazaré	MT	Centro-Oeste	226	4038
Nossa Senhora do Livramento	MT	Centro-Oeste	217	3432
Santa Filomena	PI	Nordeste	192	5285
Tangará da Serra	MT	Centro-Oeste	188	8570
São José do Rio Claro	MT	Centro-Oeste	175	4203
Pontal do Araguaia	MT	Centro-Oeste	175	2755
Porto Murtinho	MS	Centro-Oeste	170	12041
Ribeiro Gonçalves	PI	Nordeste	169	3979
Diamantino	MT	Centro-Oeste	154	6144
Guiratinga	MT	Centro-Oeste	152	5359
Santa Rita do Trivelato	MT	Centro-Oeste	150	4657
Ribeirão Cascalheira	MT	Centro-Oeste	148	8297
Riachão das Neves	BA	Nordeste	147	5839
Cocos	BA	Nordeste	141	10084
Campinápolis	MT	Centro-Oeste	140	5970
Sorriso	MT	Centro-Oeste	138	7299
Poconé	MT	Centro-Oeste	135	2687
Currais	PI	Nordeste	135	3157
Rosário Oeste	MT	Centro-Oeste	129	8035
Canarana	MT	Centro-Oeste	128	5198
Codó	MA	Nordeste	127	4364
Coroatá	MA	Nordeste	127	2264
Sebastião Leal	PI	Nordeste	124	2948
Baianópolis	BA	Nordeste	122	3360
Paraná	TO	Norte	121	11260
Jaborandi	BA	Nordeste	121	9478
Gaúcha do Norte	MT	Centro-Oeste	117	2624
Campo Novo do Parecis	MT	Centro-Oeste	116	9324
Tasso Fragoso	MA	Nordeste	114	4383
Niquelândia	GO	Centro-Oeste	112	9843
Nova Xavantina	MT	Centro-Oeste	111	5527
Formoso do Araguaia	TO	Norte	110	13423

Cuiabá	MT	Centro-Oeste	109	3392
Almas	TO	Norte	107	4021

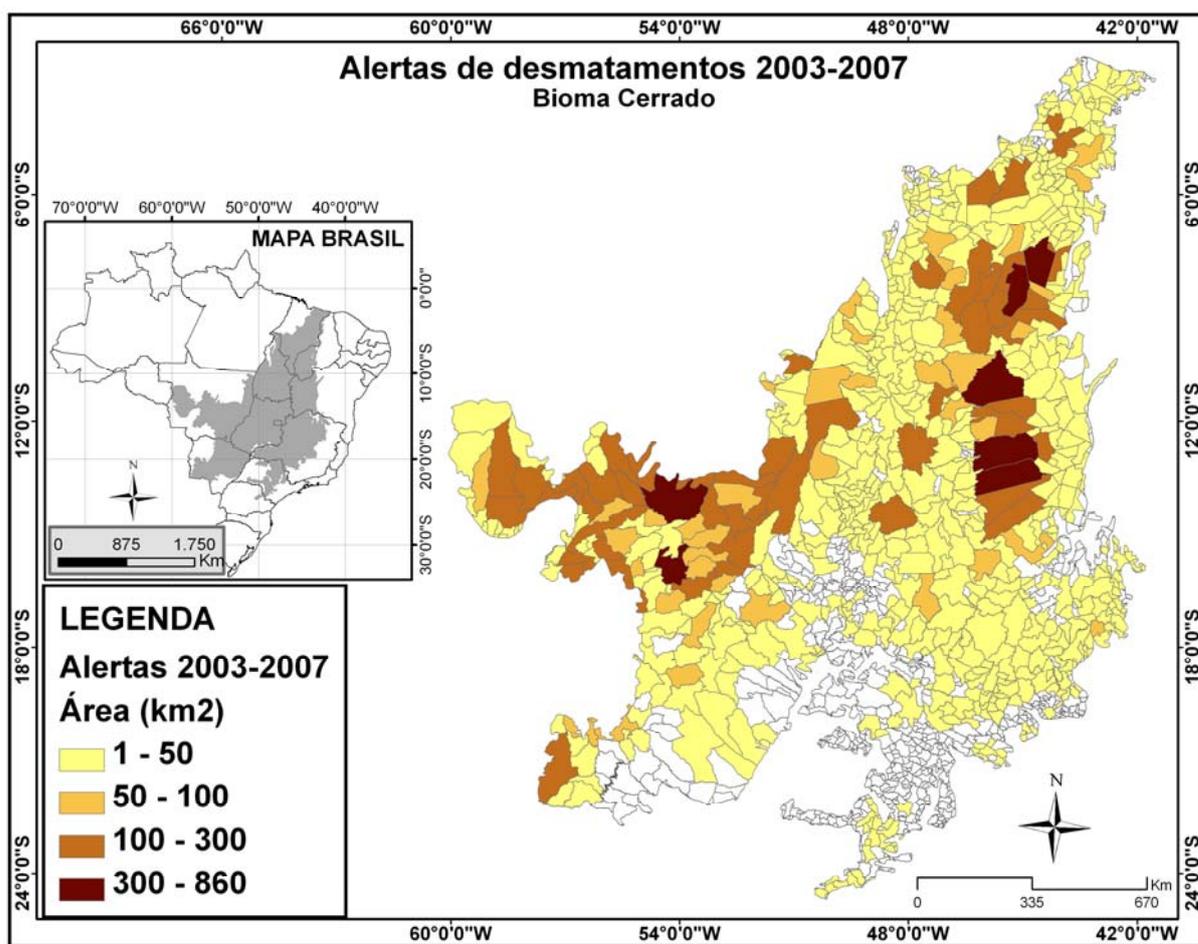


Figura 6 - Distribuição dos desmatamentos detectados entre outubro de 2003 e outubro de 2007 para os municípios do Bioma Cerrado.