

Análise da dinâmica espacial das áreas queimadas no bioma Cerrado

Gabriella Garcia Silva¹
Leonardo Nogueira de Oliveira¹
Fernando Moreira de Araújo¹
Laerte Guimarães Ferreira Junior¹

¹Universidade Federal de Goiás - UFG/IESA-LAPIG
Caixa Postal 131 – 74001-970 – Campus Samambaia – Goiânia-GO, Brasil
gabigarcia1002@gmail.com
lnonogueira@gmail.com
fernandomsbl@gmail.com
laerte@iesa.ufg.br

Abstract. The Cerrado, also known as Brazilian savanna, is the second largest biome in the country, occupies an area of approximately 2.039.000, about 23% of the national territory, their limit is about 12 among the 27 states. For years, the Cerrado has been undergoing a transformation of its natural landscape, due to expansion of land use, specifically the intensification of agriculture. The burn may be used to clean areas aiming to livestock or farming, but this process interferes directly in the environmental balance of the area. For analyze of dynamics spatial and temporal of burned areas in the biome Cerrado three scenes were analyzed three scenes were analyzed of satellite Landsat 8 (221/70, 223/69 e 225/70) with at least 30% of pastures, were mapped altogether 21 images from July to October of 2013. For the extraction of scars of burned first was performed a segmentation of images and then we proceeded with the visual / manual inspection. The selected scenes presented 11%, 16% and 29% in the total of burned areas respectively for the scenes 221/70, 223/69 e 225/70. The occurrence of fire for three scenes had greater intensity on the areas of remnant vegetation (on average 70%), followed by cultivated pasture (23%). Note the predominance of location of fires in areas with slope up to 20%. The patterns of occurrence for the three scenes Landsat analyzed show that simple management practices for fire fighting (ex. Firebreaks) are not made, especially in the transition zones pasture-agriculture with remnant vegetation.

Palavras-Chave: burned Area, cerrado biome, severity fire, área queimada, bioma cerrado, severidade do fogo.

1. Introdução

O bioma Cerrado possui uma área de aproximadamente 2.039.000 Km², cerca de 22% do território nacional. Sua extensão incide sobre os estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rondônia, São Paulo, Tocantins, além dos encaves no Amapá, Roraima e Amazonas (IBGE, 2004). Em função dos vários impactos ambientais observados, como a redução e a fragmentação dos ecossistemas (MACHADO, 2000; CARVALHO et al., 2009), o bioma Cerrado está entre os hotspots da biodiversidade mundial (Myers et al., 2000).

Nos últimos anos o cerrado vem passando por um processo de transformação de sua paisagem natural devido a expansão do uso do solo, especificamente pela intensificação da agropecuária. Dentre as várias práticas de manejo e do uso da terra está à queimada, a qual vem ocorrendo de forma mais intensificada devido ao baixo custo para as práticas antrópicas, tais como o manejo do pasto para criação de bovinos, controle de pragas e de pragas e expansão agrícola (Coutinho, 1990; RIVEIRA-LOMBARDI, 2003).

O clima dominante na região é o tropical-quente-subúmido, caracterizado por forte estacionalidade das chuvas. Há duas estações bem definidas: Estação Seca de maio a setembro e outra Chuvosa de outubro a abril (EMBRAPA, 2012). No período de seca, as queimadas têm um aumento significativo, devido à baixa umidade relativa do ar e baixos níveis de chuva.

Especificamente esse artigo tem o objetivo de analisar a dinâmica espacial das áreas queimadas no bioma Cerrado pré e pós fogo na paisagem com base primeira imagem Landsat de setembro (i.e. mês de maiores registros de queimadas) para o ano de 2013.

2. Materiais e Métodos

O mapeamento das cicatrizes de queimada para as três cenas Landsat, i.e. 221/70, 223/69 e 225/70 (Figura 1), foram selecionadas a partir do critério de que cada imagem deveria apresentar ao menos 30% de sua área ocupada por pastagem cultivada com base no mapeamento do PROBIO Cerrado (Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira) (MMA, 2007).

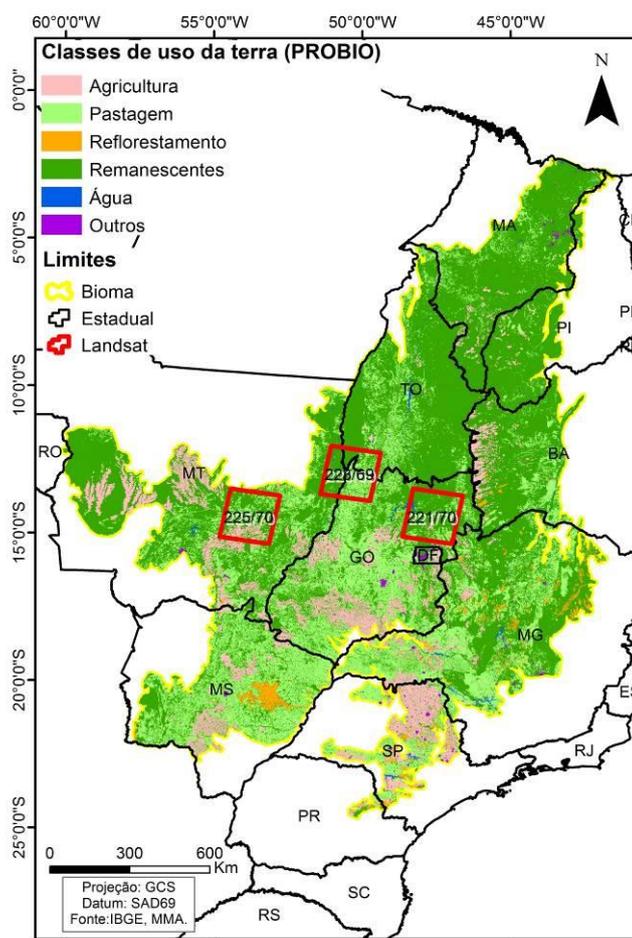


Figura 1. Localização das imagens Landsat 8 221/70, 223/69 e 225/70 utilizadas para a análise da dinâmica espacial das áreas queimadas no bioma Cerrado.

A aquisição das imagens Landsat 8 OLI para o ano de 2013 foram através do catálogo digital do *Earth Explorer – USGS* (United States Geological Survey - <http://earthexplorer.usgs.gov/>). Para a extração das cicatrizes de queimada com base nas imagens Landsat 8, primeiramente foi realizada a segmentação dos alvos que compõem cada imagem e, posteriormente, seleção e classificação das feições de queimadas por meio da inspeção visual/manual. As bandas espectrais utilizadas durante o processo de segmentação e inspeção visual foram: Vermelho (RED – 0,65 μm), Infravermelho Próximo (NIR - 0,86 μm) e Infravermelho de ondas curtas (SWIR 1 – 1,6 μm e SWIR 2 – 2,2 μm) e diferença normalizada NBR (*Normalized Burn Ratio* - bandas NIR e SWIR2) a qual confere boa

diferenciação das áreas queimadas em relação aos demais alvos que compõem cada imagem (Key, 2006; Key & Benson, 2006).

A partir da imagem Landsat correspondente a primeira quinzena (base) de setembro, foi realizada a extração de todos os fragmentos de cicatrizes de queimada. Para analisar a temporalidade das queimadas identificadas na imagem base, foram obtidas todas as imagens pré (4 imagens anteriores) e pós (2 imagens posteriores) mapeamento que apresentassem ao menos uma mancha de queimada, sendo ao todo 21 imagens analisadas, sendo sete imagens para cada cena, conforme ilustrado na Tabela 1. Ressalta-se que para cena 221/70 foi utilizada uma cena de novembro devido a data da segunda quinzena de outubro estar totalmente coberta por nuvens.

Tabela 1. Imagens Landsat 8 utilizadas na extração das cicatrizes de queimadas com suas respectivas datas.

221/70		225/70		223/69	
194	13/07/2013	190	09/07/2013	192	11/07/2013
210	29/07/2013	206	25/07/2013	208	27/07/2013
226	14/08/2013	222	10/08/2013	224	12/08/2013
242	30/08/2013	238	26/08/2013	240	28/08/2013
258	15/09/2013	254	11/09/2013	256	13/09/2013
274	01/10/2013	270	27/09/2013	272	29/09/2013

Posteriormente à obtenção das cicatrizes de queimadas, cada fragmento da pastagem foi classificado em cinco classes de intensidades obtidos a partir da diferença normalizada NBR. A classe 1 corresponde a ocorrência das queimadas próxima a data passagem do satélite, enquanto a classe 5 representa as queimadas com ocorrência entre duas ou mais semanas de antecedência à passagem do satélite (Tabela 2).

Tabela 2. Classes e intervalos da intensidade de cicatrizes de queimadas em relação ao período da passagem do landsat 8 OLI.

CLASSE	Intervalo	Intensidade
1	-1 a -0.2	Alto
2	-0,19 a -0.15	
3	-0.14 a -0.1	↑
4	-0.09 a -0.05	
5	> -0.04	Baixo

Para a análise complementar da variabilidade espacial e temporal das cicatrizes de queimadas, foram realizadas intersecções com os dados de focos de calor (anomalias termais), MOD14 e MYD14, mapeamento do PROBIO Cerrado (MMA, 2007) para identificar qual tipo de uso da terra mais afetado pelo fogo, e de declividade, gerado a partir do dado SRTM (TOPODATA - 30 metros).

3. Resultados e Discussões

Foram registradas para as 3 cenas Landsat o domínio da classe 5, representando 82%, 52% e 77%, respectivamente, para as cenas 221/70, 223/69 e 225/70 do total da área queimada mapeada. Essa classe representa as queimadas que obtiveram os maiores valores por meio da diferença normalizada, indicando a ocorrência destas na paisagem duas ou mais semanas anteriores a passagem do satélite, as quais caracterizam a recuperação do sinal espectral da vegetação gramínea sobre a vegetação queimada anteriormente. A classe 1 representa os polígonos de queimada ativa ou com um pequeno intervalo de tempo referente a passagem do satélite, apresentando baixa proporção em comparação a classe 5, sendo 1%, 9% e 2%, respectivamente, para as cenas 221/70, 223/69 e 225/70. As classes 2, 3 e 4 representou maior proporção para a cena 223/69 (38%), seguida da 225/70 (22%) e 221/70 (17%), conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Área queimada mapeada nas imagens landsat de acordo com as 5 classes de intensidade das queimadas.

CLASSE	Intervalo	223/69	225/70
1	29	500	194
2	104	357	341
3	195	845	668
4	326	808	1.110
5	2.971	2.764	7.528
TOTAL	3.625	5.275	9.841

A partir das classes de intensidade das queimadas é possível indicar o local de início do fogo, ou seja, o fogo inicia-se nas manchas de queimadas da classe 5 e se propagam para as áreas adjacentes ou classes 1 a 4. Porém são poucas as queimadas que apresentam polígonos que variam entre as classes de 1 a 5, conforme ilustrado na figura 2 e 3. Esta variação é encontrada em maior proporção para as imagens do mês de setembro, quando a ocorrência das queimadas é mais frequente devido ao período seco, quente e com ausência de registros de precipitação pluviométrica (chuva).

Ao intersectar os focos de calor com as áreas queimadas (Figura 3), foi observado uma baixa representação de focos que intersectavam as classes de queimada com maior intensidade, devido ao fato de que essas classes não ocupam grandes áreas, e o inverso acontece com as classes de menor intensidade, sobretudo a classe 5, a qual é correto afirmar que sobre essa classe que temos o início das queimadas. Na Data 6 as cenas apresentam uma maior proporção de polígonos queimados, conseqüentemente maior intersecção com focos de calor, com exceção da cena 221/70, onde a data 6 possui uma grande proporção de nuvens na imagem, sendo parte delas atribuídas as plumas de fumaça decorrente a linha de fogo sobre vegetação. A data 7 da cena 221/70 não apresenta nenhuma intersecção com os focos de calor e baixo registro de áreas queimadas comparado as cenas 223/69 e 225/70.

A distribuição das cicatrizes de queimada sobre as classes de uso da terra e vegetação remanescente para as três cenas Landsat 8 se mostraram diversificadas, ficaram da seguinte, sendo para cena 221/70 temos baixas ocorrências sobre as áreas de agricultura (2%) e pastagem (16%), e predomínio sobre a vegetação remanescente, 79%. A cena 225/70 as queimadas estão registradas sobre as áreas de agricultura (14%), pastagem cultivada (17%) e vegetação remanescente (69%). A cena 223/69, por sua vez, não apresentou registros para a

classe de agricultura, porém 37% das queimadas estão sobre as áreas de pastagem, o dobro em relação a cena 221/70 e 225/70, enquanto 62% sobre a vegetação remanescente.

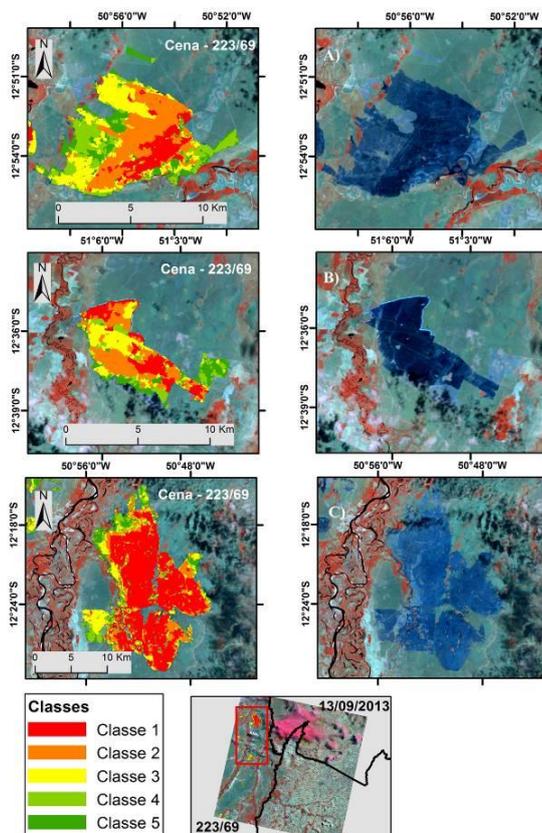


Figura 2. Representação das cinco classes de intensidade das queimadas referente a cena 223/69, data 13/09/2013.

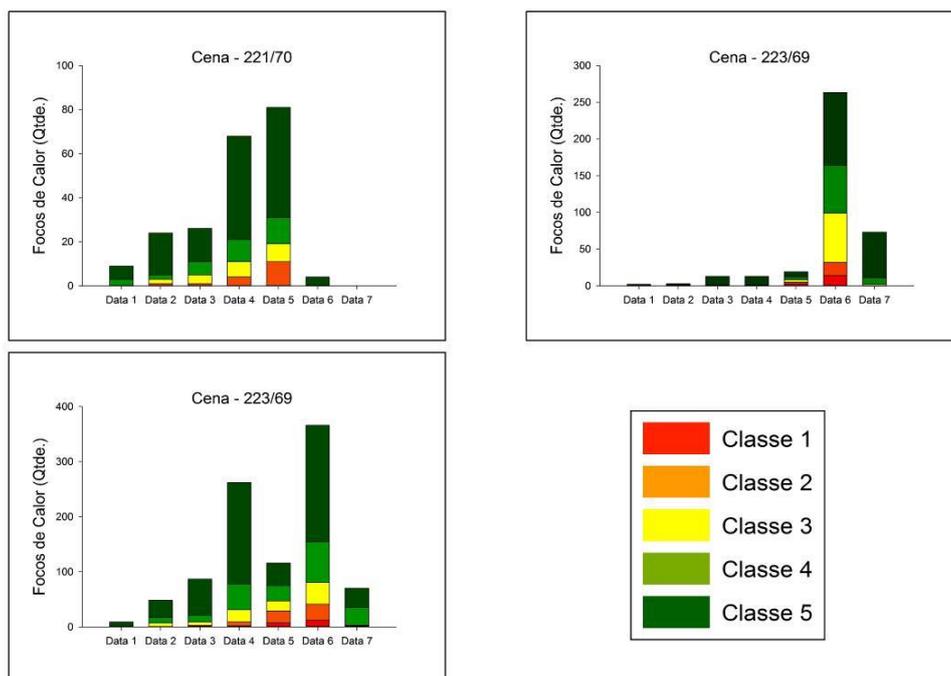


Figura 3. Intersecção de focos de calor com as classes de intensidade de queimadas para as cenas Landsat 221/70, 223/69 e 225/70.

Essa análise é importante para demonstrar, sobretudo, que a queimada é muito utilizada em práticas antrópicas nas diferentes regiões do bioma Cerrado, sobretudo com o intuito de abrir novas áreas a serem destinadas à agropecuária e renovação de pasto, prática que sem o devido manejo avança sobre as áreas naturais, como aqui representado nessa análise pela alta porcentagem de cicatrizes de queimada em áreas remanescentes.

Como há uma maior proporção de áreas queimadas inseridas na classe 5 para as três cenas, observa-se uma predominância de relevo plano ou suave (baixa declividade) para essa classe. Para a cena 223/69 temos uma proporção de 99% do relevo Plano (0 a 3) a Suave Ondulado (3 a 8) para as áreas queimadas. A cena 221/70, por sua vez, já apresenta uma variabilidade entre as seis classes de declividade para as áreas queimadas, sendo 16% (0 a 3), 22% (3 a 8), 27% (8 a 20), 25% (20 a 45), 8% (45 a 75) e 1% (>75). A cena 225/70 não apresenta queimadas sobre declividades >75, mas de 0 a 3 (20%), 3 a 8 (55%), 8 a 20 (17%), 20 a 45 (3%) e 45 a 75 (6%) (Figura 4 e Tabela 5).

Tabela 4. Proporção de declividade (EMBRAPA, 1979) para as classes de área queimada para as três cenas Landsat.

CENA 223/69	(0 . 3)	(3 . 8)	(8 . 20)	(20 . 45)	(45 . 75)	(>75)	%
1	319,38	93,22	0,28	0,01	-	-	9%
2	276,35	66,58	0,49	0,02	-	-	7%
3	640,56	147,84	0,99	0,01	-	-	16%
4	602,22	138,43	2,26	0,39	-	-	15%
5	1.949,86	629,89	23,30	2,43	-	-	53%
TOTAL	3.788	1.076	27	3	-	-	100%
CENA 221/70	(0 . 3)	(3 . 8)	(8 . 20)	(20 . 45)	(45 . 75)	(>75)	%
1	13	11	3	1	0	0	1%
2	54	33	11	2	0	0	3%
3	75	57	34	13	2	0	6%
4	93	93	73	33	6	1	9%
5	281	528	759	747	265	28	81%
TOTAL	516	723	880	796	273	29	100%
CENA 225/70	(0 . 3)	(3 . 8)	(8 . 20)	(20 . 45)	(45 . 75)	(>75)	%
1	34,62	93,82	20,36	0,99	0,01	-	3%
2	-	-	-	-	290,36	-	6%
3	126,47	324,02	87,10	9,81	0,28	-	11%
4	203,08	523,17	137,52	23,55	0,74	-	18%
5	626,05	1.794,93	622,86	96,19	1,91	-	62%
TOTAL	990	2.736	868	131	293	-	100%

A figura 4 ilustra as cicatrizes de queimadas referente a imagem da primeira quinzena de setembro para as três cenas sobrepostas a declividade, conforme a classificação proposta da Embrapa (1979).

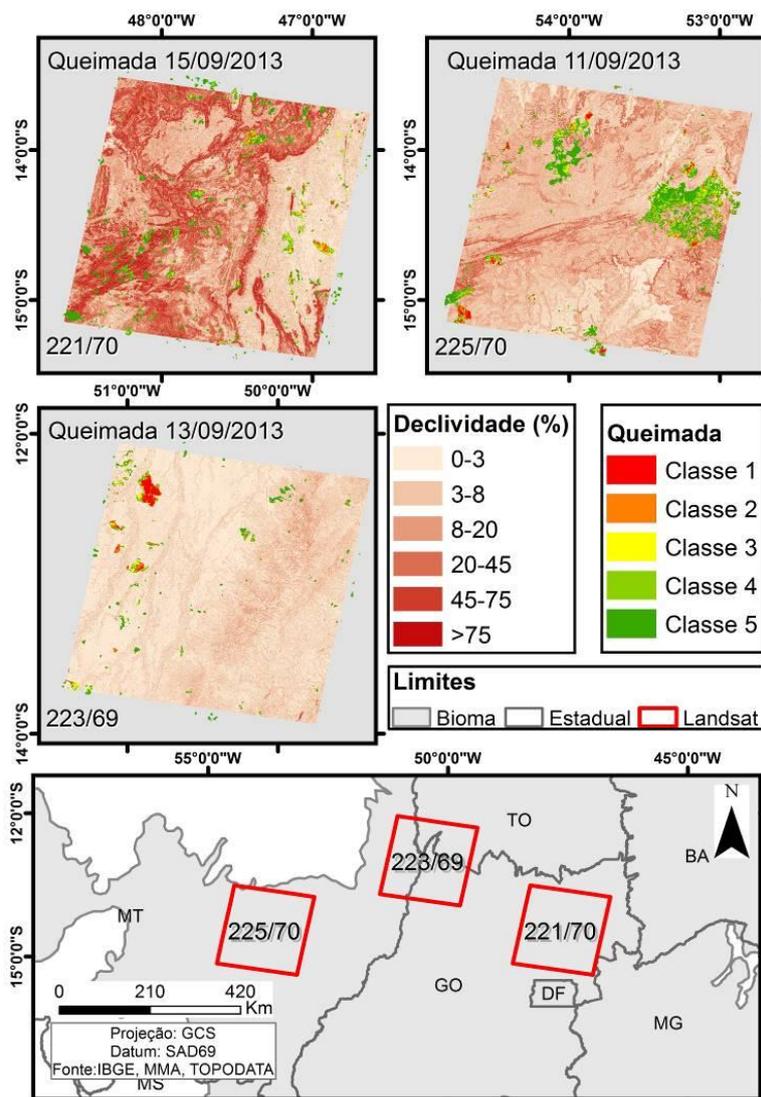


Figura 4. Cicatrizes de queimadas sobrepostas às classes de declividade.

4. Considerações Finais

Essa análise evidencia que as queimadas ocorrem no período seco, agosto e setembro, em maior proporção em relação aos demais devido a fatores como a baixa umidade, menor volume de chuva e pela grande quantidade de material combustível fino disponível no sistema, sobretudo advindo das pastagens cultivadas, as quais são grandes produtoras de biomassa seca a partir de espécies invasoras invasivas (ex: brachiaria sp).

Esta análise local confirma que as maiores proporções de queimadas no bioma Cerrado ocorrem sobre a vegetação remanescente, e que a sua dinâmica de ocorrência é gradual sobre a paisagem devido aos diferentes padrões vegetacionais, sobretudo para as classes antrópicas, agricultura e pastagem cultivada. Dessa forma, os padrões de ocorrência para três cenas Landsat analisadas mostram que as práticas de manejo simples para o combater o fogo (ex; aceiros) não são realizadas, sobretudo para as zonas de transição pastagem-agricultura e vegetação remanescente, pois as queimadas não apresentam padrão de distribuição espacial regular ou definido.

5. Agradecimentos

Este trabalho contou com a parceria do WWF Brasil. Também reconhecemos o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão das

bolsas PIBIC, doutorado e produtividade em pesquisa para o segundo, terceiro e quarto autores, respectivamente. Ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), cujo o apoio foi imprescindível à realização desta pesquisa.

6. Referências

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: Goldammer, J.G.(ed.). Fire in the tropical biota. **New York: Springer-Verlag**, 1990. Cap. 6, p. 82-105. (Ecological Studies, 84).

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. O Cerrado. Junho 2012. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/unidade/ocerrado/>> Acesso em: 15 set. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas e de Vegetação. Escala 1:5.000.000, Maio 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso: 20 jul. 2014.

MMA - Ministério Do Meio Ambiente. Mapeamento da cobertura vegetal do bioma cerrado, relatório final. Edital Probio 02/2004. Projeto Executivo B.02.02.109. Brasília, junho 2007.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403: 853-858, 2000.

RIVERA-LOMBARDI, R. J. Estudo da recorrência de queimadas e permanência de cicatrizes do fogo em áreas selecionadas do cerrado brasileiro, utilizando imagens TM/Landsat. São José dos Campos: INPE, 2003. 172p. – (INPE-12663-TDI/1006).

TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Ago. 2008. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>> Acesso em: 05 out. 2014.