

Dinâmica dos incêndios florestais no cerrado do Distrito Federal por meio de imagens do sensor MODIS

Greison Moreira de Souza¹
Helen da Costa Gurgel²
Pierre Mazzega Ciamp³

¹Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal (UnB/EFL).
Caixa Postal 04357 - 70919-970 - Brasília - DF, Brasil
greison.moreira@gmail.com

²Universidade de Brasília – Departamento de Geografia (UnB/IH/GEA) – Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS)
Brasília - DF, Brasil
helengurgel@unb.br

³Institut de recherche pour Le développement (IRD)/Universidade de Brasília (UnB) -
Observatory of Environmental Changes
pierre.mazzega@ird.fr

Abstract. In Cerrado (Brazilian savanna) the vegetation state and evolution are strongly conditioned by climatic seasonality and forest fires. Fires in the Cerrado are events that strongly influence the dynamics of Cerrado. They trigger a series of complex bio-physical and ecological processes and their actual impacts on vegetation are widely discussed among scientists. The present study aims at characterizing the recovery period of Cerrado vegetation after fire events in protected areas of the Federal District - Brazil using MODIS vegetation indices. We selected various zones of study within protected areas with and without recorded fires. Vegetation index NDVI and EVI of MOD13Q1 from MODIS/TERRA are used to construct data time series. The images are from the period 2000-2012, with a 250 m spatial resolution and a 16-day sampling period. The spectra of NDVI and EVI were obtained after making a 3D multitemporal data cube. Using criteria solely based on remote sensing data, we find that in natural sites (“campos naturais”) and Cerrado in the narrow sense the time-lag necessary for the vegetation to recover after a fire event is, respectively, in average 94 and 100 days when considering NDVI data, and 102 and 105 days, respectively, for natural sites (“campos naturais”) and Cerrado in the narrow sense when considering EVI data. This result does not imply that the floristic composition is identical to what it was before the fire, but it shows a very rapid recoverability of the Cerrado vegetation which is somehow has adapted itself to the high frequency of these events.

Palavras-chave: vegetation of cerrado, NDVI, protected areas, remote sensing, savanna, áreas protegidas, sensoriamento remoto.

1. Introdução

O Cerrado ocupa aproximadamente 22% do território brasileiro, segundo maior bioma brasileiro (IBGE, 2004). Considerado como um dos *hotspot* mundial de biodiversidade, o Cerrado apresenta extrema abundância de espécies endêmicas e nas últimas décadas tem sofrido acentuada perda de habitat (Myers et al. 2000).

Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo com características climáticas próprias. A fenologia da vegetação apresenta variação sazonal bem definida, grande produção de biomassa durante a estação chuvosa e na estação seca a maior parte de sua biomassa aérea seca morre (Klink e Solbrig, 1996).

O Cerrado tem uma estreita relação com o fogo, incêndios têm ocorrido na região com frequência durante vários anos (Walter et al. 2008). Muitas espécies apresentam estratégias ecológicas que as protegem do fogo (Coutinho, 1990; Medeiros e Miranda, 2005; Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger, 2006).

O bioma apresenta heterogêneo mosaico de fisionomias vegetais. A sazonalidade marcante do Cerrado e o regime do fogo, além de outros fatores como solos, relevo, entre outros, são responsáveis pela distribuição e dinâmica das suas fitofisionomias.

Nesse contexto, sensoriamento remoto constitui uma importante ferramenta para o estudo da vegetação. Essa ciência visa extrair informações de eventos, fenômenos e processos que ocorrem sobre a superfície terrestre por meio da análise do resultado das interações entre a radiação eletromagnética com o alvo (Novo, 2008).

O MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), lançado em 1999, é o principal sensor acoplado ao satélite TERRA e AQUA, apresenta 36 bandas espectrais que permitem mensurar processos físicos e biológicos da vegetação, incêndios florestais, propriedade e dinâmica das nuvens (Salomonson e Toll, 1990) desde o início da sua operação em fevereiro de 2000.

Entre os diversos produtos do sensor para estudo da superfície terrestre, o MOD13 oferece o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Vegetação Aprimorada (EVI), que representam basicamente a diferença entre reflectância de bandas. Esses índices fornecem informações da atividade fotossintética da vegetação em suporte à detecção de mudança e interpretações biofísicas e da fenologia (Anderson et al. 2003), é um indicativo do vigor da vegetação.

As técnicas de sensoriamento remoto se apresentam como uma importante ferramenta para propiciar a análise espaço temporal da dinâmica vegetação e dos incêndios florestais. O presente estudo tem objetivo avaliar a dinâmica da vegetação do Cerrado pós-fogo em áreas protegidas do DF utilizando índices de vegetação do sensor MODIS no período de 2000 a 2012.

2. Material e Métodos

O Distrito Federal (DF) localiza-se no planalto central brasileiro entre os paralelos 15°30' e 16°03' de latitude e os meridianos 47°25' e 48°12' de longitude.

Segundo a classificação de Köppen ocorrem no DF os climas: tropical (Aw) e tropical de altitude (Cwa e Cwb) (Codeplan, 1984). A média da precipitação pluviométrica mensal nos meses de novembro a fevereiro atinge mais de 200 mm, já de maio a setembro o índice médio mensal fica abaixo de 50 mm, quando a evaporação supera a precipitação, caracterizando, dessa forma, um período de seca severa e com constantes incêndios florestais.

No Distrito Federal aproximadamente 90% do território é protegido por Unidades de Conservação. O Cerrado no DF apresenta uma singularidade de biodiversidade, abarca as nascentes das principais bacias hidrográficas brasileiras. Contudo, a degradação desse bioma tem aumentado devida a expansão urbana (IBRAM, 2009).

Para avaliar a dinâmica da vegetação e dos incêndios florestais, foram selecionadas ao total nove (9) áreas no interior de quatro (4) unidades de conservação de Proteção Integral do DF (Figura 1). As áreas selecionadas dentro de UC foram escolhidas com base na quantidade de vezes que queimou no período de estudo (2000 a 2012): áreas que queimaram 4, 2 e áreas sem registro de queimadas (referência).

Ademais, selecionaram-se duas formações vegetais do Cerrado com base no mapeamento de uso e cobertura do solo do Zoneamento Ecológico-Econômico do DF: Cerrado sentido restrito (formações savânicas) e Campos naturais (formações campestres). Essas são as duas classes de cobertura de vegetação nativas mais representativas nas UC do DF (GDF, 2010).

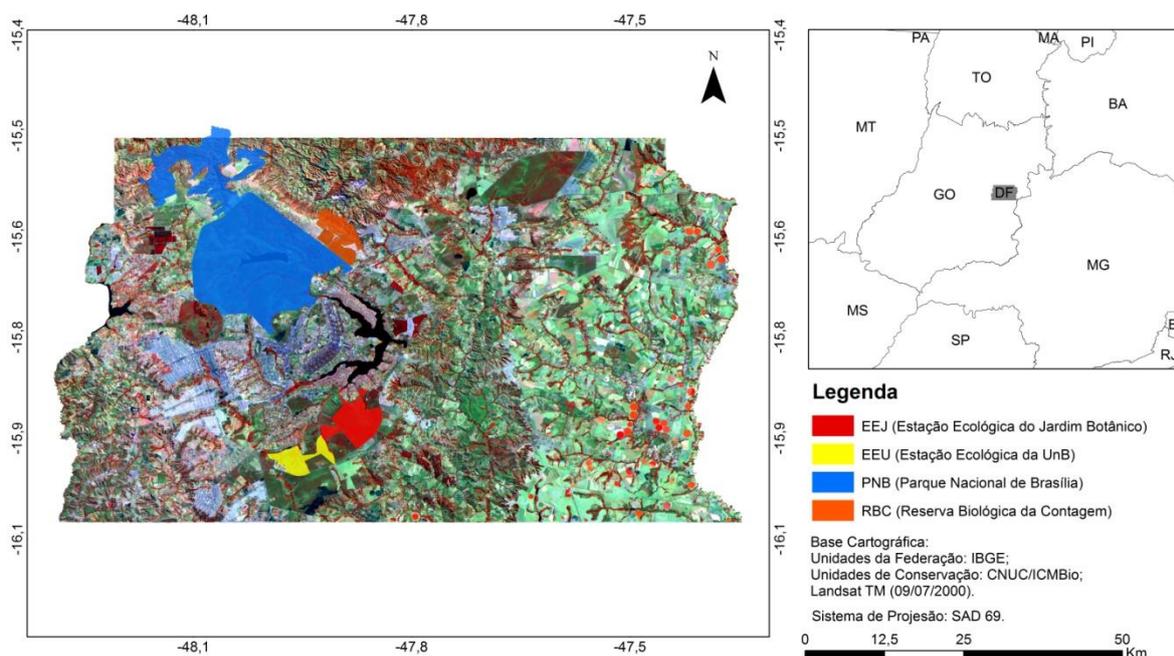


Figura 1. Localização da área de estudo, representação espacial do DF por meio da imagem Landsat TM.

A base de dados de incêndios florestais utilizada foi elaborada por Silva (2010) para os anos 2000 a 2010. Silva (2010) utilizou imagens do Satélite Landsat TM-5, (221-71). As datas de aquisição das imagens são preferencialmente entre os meses de julho e setembro, meses com maior registro de incêndios na região.

Os dados utilizados para análise do padrão sazonal das duas fisionomias do Cerrado em unidades de conservação no DF são oriundos dos índices de vegetação NDVI e EVI (MOD13Q1) disponibilizado pelo sensor MODIS instrumento do satélite TERRA. As imagens MOD13Q1 foram extraídas do portal (<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/>) que integra o programa EOSDIS da NASA (*The Earth Observing System Data and Information System*).

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) foi proposto por Rouse et al. (1974), consiste numa relação entre as medidas espectrais da banda do infra-vermelho próximo (800-1100 nm) e vermelho (600-700 nm), conforme a equação a seguir (Equação 1). Esse índice varia de -1 a +1, quanto mais próximo de +1 maior vigor da vegetação.

$$NDVI = \frac{\rho_{ivp} - \rho_{ver}}{\rho_{ivp} + \rho_{ver}} \quad (1)$$

ρ_{ivp} = reflectância no topo da atmosfera na banda do Infra-Vermelho Próximo e;

ρ_{ver} = reflectância no topo da atmosfera na banda do vermelho.

Outro índice de vegetação amplamente empregado em estudos da vegetação é o EVI (Índice de Vegetação Melhorado). Este índice foi desenvolvido para melhorar a detecção do sinal da vegetação em regiões com maior densidade de biomassa, reduzindo problemas de saturação, e, ainda, reduzir a influência da interferência do solo e da atmosfera na resposta da vegetação (Justice et al. 1998; Huete et al. 2002). O EVI é calculado com base na Equação 2 (Justice et al. 1998).

$$EVI = \frac{G(NIR - Vermelho)}{(L + NIR + C1vermelho - C2azul)} \quad (2)$$

Onde,

L = fator de ajuste para os componentes abaixo do dossel (*canopy background*);

C1 e C2 = coeficientes para ajuste das resistências dos efeitos dos aerossóis da atmosfera; e

G = fator de ganho.

Estes coeficientes adotados pelo algoritmo do EVI são: L=1, C1=6, C2=7,5 e G = 2,5 (Huete et al. 1997; Justice et al. 1998).

As imagens foram adquiridas no período de 2000 a 2012. Dentro desse período foram extraídas imagens a cada 16 dias, ao total foram obtidos 296 imagens. Cada imagem resulta de um mosaico da seleção dos pixels com melhor qualidade de um período de 16 dias. Dessa forma, as imagens representam todo o período em análise.

A cena h13v10 recobre toda a área de estudo. Originalmente as imagens estavam na projeção integerized sinusoidal e foram reprojetaadas para o sistema de projeção geográfica LAT/LONG, utilizando o Datum SAD-69. Essas imagens foram mantidas no seu formato original (HDR).

A fim de extrair os espectros de NDVI e EVI e assim obter uma série histórica que possibilite analisar a dinâmica da vegetação para relaciona-la com os incêndios ocorridos no período, foi utilizada a técnica de Confecção do Cubo 3D. As séries históricas foram obtidas após o agrupamento dos índices de vegetação para formar uma só imagem – um cubo espectro-multitemporal, onde o eixo “x” e “y” representam as coordenadas e o eixo “z” é a data de aquisição da imagem. Os espectros temporais são ordenados no cubo 3D utilizando a sequência dos dias do ano em ordem crescente.

Os valores médios do NDVI e EVI para cada área em estudo foram extraídos no ambiente computacional do software ENVI 4.3. Na sequência foi organizado em uma tabela para posteriores análises. A partir dos valores médios do NDVI e EVI tabulados foram elaborados perfis espectrais para atender o escopo deste estudo.

Para quantificar o período necessário para a recuperação do vigor da vegetação do Cerrado no DF após distúrbio de incêndio foi elaborada uma metodologia para quantificar esse período em dias (Figura 2).

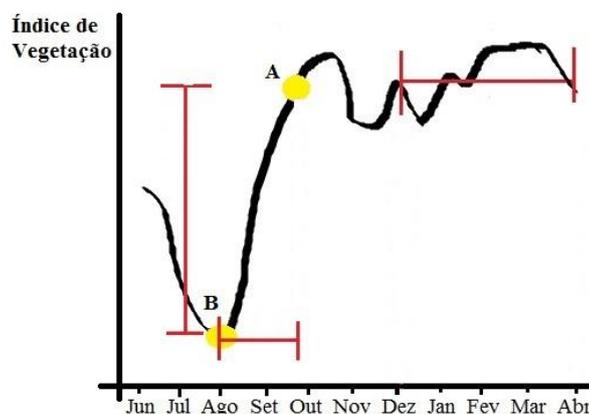


Figura 2. Esquema hipotético do cálculo do período necessário para recuperação do vigor da vegetação após um período seco e/ou pós-fogo. A: ponto onde o índice de vegetação se recupera do evento; B: ponto com menor índice de vegetação ocasionado pelo evento.

Fonte: Moreira-Souza, 2014.

O ponto A representa hipoteticamente o momento em que o índice de vegetação se recupera do período seco e/ou do fogo. Esse ponto é obtido pela média dos índices de vegetação no período de dezembro a abril, dessa forma, o índice de vegetação que supera esse valor médio é o ponto onde a vegetação se recupera.

O ponto B representa o índice de vegetação mais baixo, período mais seco e/ou com registro de incêndios. Então, o período necessário em dias para recuperação do vigor da vegetação é dada pelo período compreendido entre o menor índice (ponto B) e o período que o índice supera a média dos índices de vegetação entre dezembro e abril (ponto A). Por meio desses dois pontos também, no eixo y, foi calculada a amplitude dos índices de variação.

A maior dificuldade em detectar o comportamento da vegetação pós-fogo em séries temporais é devido às diferenças nos dados obtidos e nas flutuações sazonais. Para contornar o padrão sazonal da vegetação, Diaz-Delgado (2001) propôs comparar áreas queimadas e não queimadas.

Contudo, no presente estudo a determinação do período de recuperação não foi definido por meio da contraposição de uma área que queimou com uma área de referência, pois no caso do Cerrado esse período é muito curto e há grande discrepância no tempo de recuperação entre as áreas. Essa metodologia é aplicada em regiões temperadas onde o tempo de recuperação da vegetação é grande, no mínimo 4-5 anos, chegando até 13 anos (Goetz et al. 2006; Cuevas-González et al. 2009; Gitas et al. 2012).

3. Resultados

A Tabela 1 sintetiza a média e o desvio padrão do tempo de recuperação do vigor da vegetação e a amplitude dos índices de vegetação do período mais seco e/ou com fogo até o ponto em que há recuperação com base na metodologia explicada na Figura 2.

Esses valores médios foram calculados em áreas de referência, onde a recuperação do vigor da vegetação ocorreu apenas após um período seco; e em anos com registro de incêndios.

Tabela 1. Média e desvio padrão da quantidade de dias necessários para a recuperação do vigor da vegetação após um período seco e pós-fogo e a amplitude dos índices de vegetação.

	NDVI							
	Cerrado sentido restrito				Campos naturais			
	Dias		Amplitude		Dias		Amplitude	
	Média	Sdv	Média	Sdv	Média	Sdv	Média	Sdv
A*	56	35	0,23	0,073	52	36	0,24	0,063
B*	100	50	0,40	0,061	94	46	0,43	0,076
	EVI							
	Cerrado sentido restrito				Campos naturais			
	Dias		Amplitude		Dias		Amplitude	
	Média	Sdv	Média	Sdv	Média	Sdv	Média	Sdv
A*	90	28	0,14	0,028	73	40	0,14	0,034
B*	105	31	0,28	0,048	102	37	0,29	0,065

*Legenda: A: Áreas de referência; B: Anos queimados em áreas com algum registro de incêndio no período estudado.

A recuperação do NDVI pós-fogo em áreas de Cerrado sentido restrito foi em média de 100 dias e desvio padrão de 50 dias, em Campos naturais a média em dias foi de 94 dias e 46 dias de desvio padrão. Para o EVI a média foi de 105 dias e desvio padrão de 31 dias e 102 dias e desvio padrão de 37 dias, respectivamente, para áreas de Cerrado sentido restrito e Campos naturais.

O período necessário para recuperação da vegetação pós-fogo apresentou os maiores valores médios em dias em comparação com a recuperação das áreas apenas após um período seco. É possível observar que essa diferença foi pequena, especialmente para o EVI.

Referente à amplitude do NDVI e EVI, observa-se menor amplitude nas áreas de referência, a maior amplitude foi constatada nas áreas queimadas no ano corrente. A amplitude é maior para o NDVI, em geral, a amplitude do NDVI é 40% maior que a do EVI.

Observa-se que o desvio padrão foi alto, isso denota que o período necessário para recuperação da vegetação pós-fogo e pós-seca tem grande variação entre as áreas do Cerrado e depende das condições climáticas do período. Não houve diferença substancial para o período de recuperação e amplitude dos índices de vegetação entre as áreas de Cerrado sentido restrito e Campos naturais.

A média do período necessário para recuperação do vigor da vegetação pós-fogo foi maior que a recuperação pós-seca, contudo, a diferença foi pequena e com o alto desvio padrão. Então, essa diferença não é tão significativa.

Como relatado por França et al. (2007) a passagem do fogo até a rebrota da vegetação ocorre em curto espaço de tempo, esse padrão também foi diagnosticado no presente estudo. Após a passagem do fogo com a queda brusca da fitomassa foliar e atividade fotossintética o retorno ao estado original ocorre em questão de poucos meses. Essa nova vegetação apresenta alta atividade fotossintética e, conseqüentemente, apresenta altos valores nos índices de vegetação (França et al., 2007).

No Cerrado o aumento da temperatura do solo com a passagem do fogo é momentânea. Apenas alguns centímetros de camada de solo são suficientes para isolar o calor, dessa forma, os sistemas radiculares das plantas não são danificados e conseguem rebrotar alguns dias depois do distúrbio. A maioria das espécies do Cerrado apresenta camada de súber espessa, atuando, assim como um isolante térmico que protege os tecidos vivos das plantas. O fogo pode induzir a germinação de algumas espécies, o aumento brusco da temperatura pode ocasionar o aparecimento de fissuras em sementes duras, tornando-as permeáveis e que por fim, favorece a germinação (Coutinho, 2002; Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger, 2006). Algumas espécies só conseguem se reproduzir quando são afetadas pelo fogo, conhecidas como pirófitas, como exemplo a *Bulbostylis paradoxa* que só floresce após a passagem do fogo (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger, 2006).

Como o Cerrado é formado por um mosaico de fisionomias, é importante ressaltar que nem todas as fisionomias têm as mesmas adaptações ao fogo (Coutinho, 2002). Coutinho (2002) relata a fantástica capacidade das espécies do Cerrado de emitir novos brotos após um incêndio. Relata que poucas semanas são suficientes para o verde substituir as áreas com cinzas, e assim, nessas áreas o Cerrado torna-se um verdadeiro jardim.

Apesar do poder resiliente do Cerrado após a passagem do fogo deve-se atentar aos danos à fauna. Os incêndios antes da ocupação humana não eram desastrosos. Nesse período os animais podiam fugir livremente do fogo para áreas vizinhas, diferente de hoje que todas as áreas são cercadas por arames farpados. A fauna e flora das áreas queimadas podiam ser recolonizadas pelos ecossistemas vizinhos, hoje as unidades de conservação são cercadas por áreas urbanas e monoculturas (Coutinho, 2002).

No presente estudo, é considerada a recuperação da vegetação pós-fogo quando os índices de vegetação que nos dá ideia da taxa fotossintética e fitomassa foliar retornar a valores normais. Contudo, ressalta-se que a recuperação total de um ecossistema ocorre de fato

quando há recuperação da fauna, flora, estética da paisagem e parâmetros ligados ao solo (Inbar et al., 1998).

Coutinho (2002) relata que a proteção total e absoluta contra o fogo no Cerrado é uma utopia. No Cerrado ocorre o acúmulo de biomassa seca e a invasão de gramíneas como o capim gordura, *Melinis minutiflora*, que invade encaves do Cerrado, em especial formações campestres que se tornam um combustível altamente inflamável ocasionando incêndios de grandes proporções e até mesmo impossível de ser controlado pelo homem.

Nesse sentido, queimada programada em forma de rodízio, em pequenas parcelas, levando em consideração questões técnicas e ecológicas para reduzir o combustível no solo, pode ser adotada como uma forma de mitigar a severidades dos incêndios e até mesmo preveni-los.

4. Conclusão

Os dados do MODIS foram adequados para descrever a reposta da vegetação pós-fogo. Após a passagem do fogo há uma queda brusca dos índices, seguida por um aumento gradual dos mesmos, o que indica potencial de recuperação das formações vegetais do Cerrado.

A média de dias necessários para recuperação da vegetação pós-fogo foi de 100 dias nas áreas de Cerrado sentido restrito e Campos naturais para o NDVI e EVI. O período de recuperação é altamente flutuante entre as áreas. A quantidade de dias de recuperação pós-fogo foi maior que nas outras áreas que a recuperação ocorre após o período seco, contudo, a diferença é pequena, em especial para o EVI. Isso denota que o fogo influencia o período de recuperação da vegetação, contudo é o período seco que de fato conduz a recuperação do NDVI e EVI.

Referências Bibliográficas

- Anderson, L.O.; Latorre, M.L. Shimabukuro, Y.E.; Arai, E.; Carvalho Júnior, O.A. **Sensor MODIS: uma abordagem geral**. São José dos Campos: INPE, 2003. p. 58.
- Codeplan. Companhia de Desenvolvimento do Planalto. **Atlas do Distrito Federal**. Brasília: GDF. 1984. 78 p.
- Coutinho, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: GOLDAMMER, J. G. (Ed.) **Fire in the Tropical Biota**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p. 82-105.
- Coutinho, L.M. O bioma do cerrado. In: A.L. Klein (org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. Editora UNESP, p. 77-91. 2002.
- Cuevas-Gonzalez, M.; Gerard, F.; Balzter, H.; Riano, D. Analysing forest recovery after wildfire disturbance in boreal Siberia using remotely sensed vegetation indices. **Global Change Biology**, n. 15, p. 561–577, 2009.
- Diaz-Delgado, R.; Pons, X. Spatial patterns of forest fires in Catalonia (NE of Spain) along the period 1975–1995. Analysis of vegetation recovery after fire. **Forest Ecology and Management**, n. 147, p. 67–74. 2001.
- França, H.; Ramos Neto, M. B.; Setzer, A. O fogo no Parque Nacional das Emas. **MMA, Série Biodiversidade**, v. 27. 2007.
- Gitas, I.Z.; Katagis, T.; Toukiloglou, P. Burned area mapping and post-fire monitoring of a Mediterranean forest using NDVI time-series of low resolution imagery and the BFAST method. **Ambiência**, v.8 Ed. Especial, p. 461 – 470. 2012.
- Goetz, S.J.; Fiske, G.J.; Bunn, A.G. Using satellite time-series data sets to analyze fire disturbance and forest recovery across Canada. **Remote Sensing of Environment**, v. 101, p. 352–365. 2006.
- Gottsberger, G. e Silberbauer-Gottsberger, I. **Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation**. Vol. 1. Origin, structure, dynamics and plant use. Cambridge: Reta Verlag, 2006. 277 p.

Governo do Distrito Federal. ZONEMANTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO DISTRITO FEDERAL – ZEE/DF. **Relatório de Potencialidades e Vulnerabilidades, Brasília**. 2010.

Huete, A. R.; Liu, H.Q.; Batchily, K.; Van Leeuwen, W. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 59, p. 440 – 451, 1997.

Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. (Special Issue) **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 195– 213, 2002.

IBGE. Mapa de biomas do Brasil: escala 1:500.000. 2004. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/>. Acesso em 21/01/2013.

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental. **Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal**. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00001012.pdf>. Acesso em 04.outubro.2012.

Justice, C O.; Vermote, E., Townshend, J. R. G.; Defries, R.; Roy, P. D; Hall, D.K, Salomonson, V.; Privette, J.L.; Riggs, G.; Strahler, A.; Lucht, W.; Myneni, R. B; Knyazikhin, Y.; Running, S. W.; Nemani, R. R.; Wan, Z.; Huete, A. R.; Leeuwen, W. V.; Wolfe, R. E.; Giglio, L.; Muller, J. P; Lewis, P.; Barnsley, M. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 36, n. 4, p. 1228-1247. 1998.

Klink, C. A. e Solbrig, O. T. Efeito do fogo na biodiversidade de plantas do Cerrado. In G. Sarmiento & M. Cabido (Eds.). **Biodiversidad y Funcionamiento de Pastizales y Sabanas en América Latina**. Caracas: CYTED y CIELAT, 1996. p.231-244.

Medeiros, M. B., Miranda, H.S. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta bot. bras.**, v. 19, p. 493-500, 2005.

Moreira-Souza, G. **Monitoramento sazonal e recuperação pós-fogo da vegetação do Cerrado usando dados do sensor MODIS**. 2014. 93 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Brasília: Universidade de Brasília, 2014.

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

Novo, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. 3. ed. São Paulo: **Edgard Blucher**, 363p. 2008.

Rouse, J. W.; Hass, R. H.; Shell, J. A.; Deering, D. W. & Harlan, J. C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation**. Greenbelt, MD: NASA/GSFC, 1974. 371p.

Salomonson, V.V.; Toll, D.L. Execution phase (C/D) spectral band characteristics of the EOS Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS-N) facility instrument, **Advances in Space Reserach**, v.2, n.3, p.231-236, 1990.

Silva, C. V. J. **Avaliação espaço-temporal dos incêndios florestais no Distrito Federal entre 1999 e 2010**. 2010. 54 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Brasília: Universidade de Brasília, 2010.

Walter, T. M. B.; Carvalho, M. A.; Ribeiro, F. J. O Conceito de Savana e de seu Componente Cerrado. In: RIBEIRO, F. J.; ALMEIDA, P. S.; SANO, M. S. (Eds.) **Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.21-45.