

Avaliação temporal de padrões de fogo, uso e tipo de cobertura da terra

Daniela Tieme Arai¹
Egidio Arai¹
Yosio Edemir Shimabukuro¹
Marcos Adami¹
Luciana Miura Sugawara¹
Ramon Morais Freitas¹
Liana Oighensteim Anderson²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{daniarai, egidio, yosio, adami, lmiura, ramon}@dsr.inpe.br

² Environmental Change Institute, School of Geography and the Environment
Dyson Perrins Building, South Parks Road, Oxford, OX1 3QY, UK
{liana.anderson}@ouce.ox.ac.uk.com

Abstract. The burnings have been occurred because farmers use this practice on their land, and when forest areas are converted to crop or pasture areas. It usually occurs in the tropical region, during the dry season, because the vegetation has more risk to fire due to dry weather in this period, causing a great environmental impact. This mechanism implies in burning partially or totally the above and below ground biomass presented on the ground, with major implication for carbon emissions. In this study, we investigated and compared the temporal trend of fire activities on areas that have been deforested and subsequently used for intensive agriculture (sugarcane and soybean) and pastures. The study area encompasses four cities located in Mato Grosso State: Arenópolis, Denise, Nova Olímpia, and Santo Afonso. The proposed methodology was to use land use/land cover, deforestation, and hot pixels data. We analyzed the occurrence of fire considering the land cover type. The preliminary results allowed a good understanding of the processes of land use subsequent to the deforestation: Pasture presented more focus of fire at its location, and Agriculture showed the smallest number of hot pixels. This is an indicative that fire is more related with forest degradation process and pasture management activity.

Palavras-chave: hot pixel, carbon emissions, deforestation, land use/land cover, foco de fogo, emissões de carbono, desmatamento, uso e cobertura da terra

1. Introdução

O fogo tem sido usado pelo homem há décadas com vários objetivos, como um agente para modificar a estrutura da vegetação transformando o uso e ocupação da Terra, onde as áreas de florestas são convertidas em pastagem e agricultura, no processo de antropização (Guimarães et al., 2007). As atividades relacionadas com queimadas e incêndios florestais contribuem para o aumento da liberação de gases de efeito estufa, principalmente do dióxido de carbono (CO₂), contribuindo para o aumento da temperatura média da Terra. Este procedimento ocorre geralmente nos trópicos, durante o período da seca quando a vegetação está mais propensa ao fogo, com grandes impactos ambientais (Piromal et al., 2004).

Neste sentido, as variações climáticas, como El Niño, La Niña e Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO), também vêm contribuindo para o aumento dos riscos de queimadas e incêndios acidentais, prejudicando florestas e vegetação natural, devido ao aumento do período tradicional da queimada e a propagação do fogo para áreas de florestas primárias que se encontram mais secas (Aragão et al., 2008).

Esta interação entre clima e uso da terra é positivamente correlacionada (Cochrane et al., 1999), o que indica a influência da antropização da Amazônia nas alterações climáticas, tendo efeitos significativos no ciclo global do carbono (Aragão et al., 2008).

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar a ocorrência do fogo e suas implicações nos diferentes tipos de uso da terra. Mais especificamente, avaliamos o padrão interanual de focos de queimada em áreas de floresta.

2. Material

Foram definidos como áreas de estudo os municípios de Arenópolis, Denise, Nova Olímpia e Santo Afonso, localizados no Estado do Mato Grosso, situados entre as coordenadas 58° e 56°30' Oeste a 15° e 14° 15' Sul (Figura 1). Estes quatro municípios são cobertos pela imagem Thematic Mapper (TM) correspondente a órbita/ponto 227/70 do satélite Landsat.

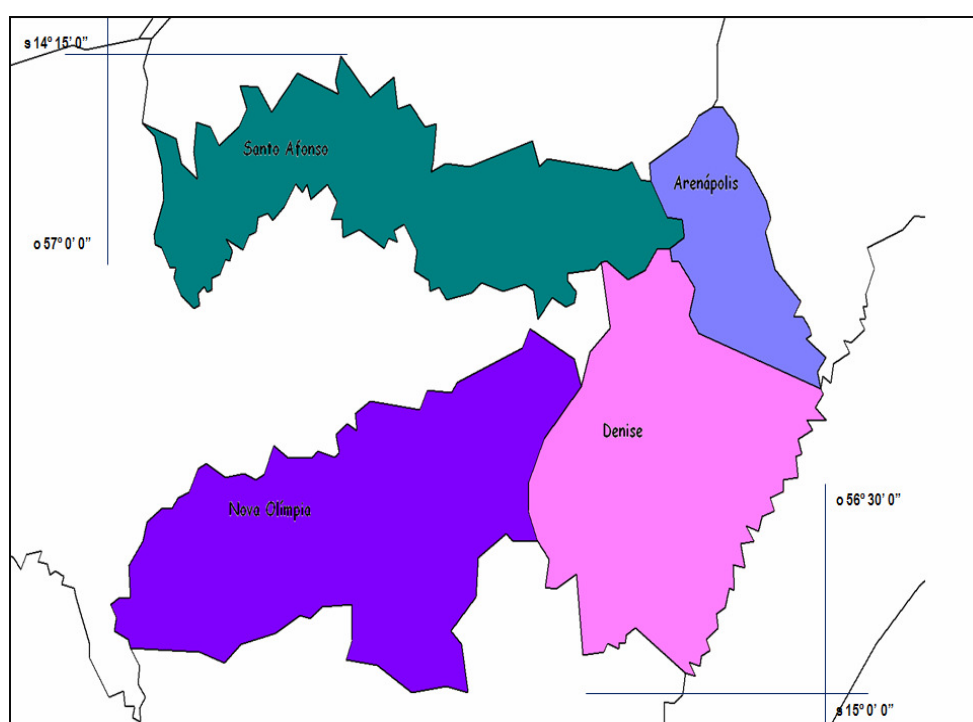


Figura 1. Localização da área de estudo que engloba os municípios de Arenópolis, Denise, Nova Olímpia e Santo Afonso, no estado do Mato Grosso.

Os materiais utilizados no estudo foram: os dados de focos de calor (<http://www.cptec.inpe.br/queimadas>) (Pereira et al., 2004; INPE, 2010a), os dados de cana de açúcar que foram obtidos através do projeto CANASAT (Rudorff et al., 2010; INPE, 2010b); e os dados de soja fornecidos por Rizzi et al. (2009). Além disso, foram utilizados os dados de desmatamentos obtidos através do projeto Prodes (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes>) (Shimabukuro et al., 2000; INPE, 2010c). Também foi utilizada uma cena Landsat/TM, 227/70, por ano, do dia 03 de setembro de 2005, 21 de agosto de 2006, 24 de agosto de 2007, 10 de agosto de 2008 e 29 de agosto de 2009.

3. Metodologia

A metodologia proposta consiste na utilização de focos de calor (*hot pixels*), como indicativos de queimada, associados às alterações no uso da terra no período de 2005 a 2009.

Para isso, foi criado um banco de dados no software SPRING (Câmara et al., 1996) onde foram incorporadas as informações de cana e soja como classes de uso da terra e estimadas as áreas de pastagem.

Para estimar a área de pastagem foi realizada a intersecção entre o mapa de desmatamento, cana-de-açúcar e soja, de cada ano. Nas áreas desmatadas que, do ano em questão ou de anos anteriores, que não estavam sendo utilizadas para a cana-de-açúcar ou soja, neste ano, foi assumido que o uso seria para pastagem.

Além disto, por meio de interpretação visual foram obtidas as áreas urbanas. Neste caso utilizou-se de uma imagem Landsat TM do dia 3 de setembro de 2005 como base e com as demais cenas os limites foram atualizados, ano a ano.

As classes de uso da Terra foram definidas como: Agricultura, Cana, Pastagem, Urbano e Floresta. Neste trabalho tratamos a área cultivada com soja como se englobasse toda a área destinada para a agricultura.

Em seguida, foram adicionados os dados de focos de calor (*hot pixels*), do período de 2000 a 2009, provenientes do sistema de monitoramento de queimadas em tempo quase-real do INPE (<http://www.cptec.inpe.br/queimadas>).

Finalmente, foi totalizado o número de focos de calor em cada tipo de uso da terra para os anos de 2005 a 2009. Para exemplificar, a Figura 2 apresenta os pontos de queimada de 2009 bem como as classes de uso do solo. Estes dados foram organizados na forma de tabela para a realização das análises estatísticas, avaliando as diferenças entre os padrões de fogo nos tipos de cobertura da terra.

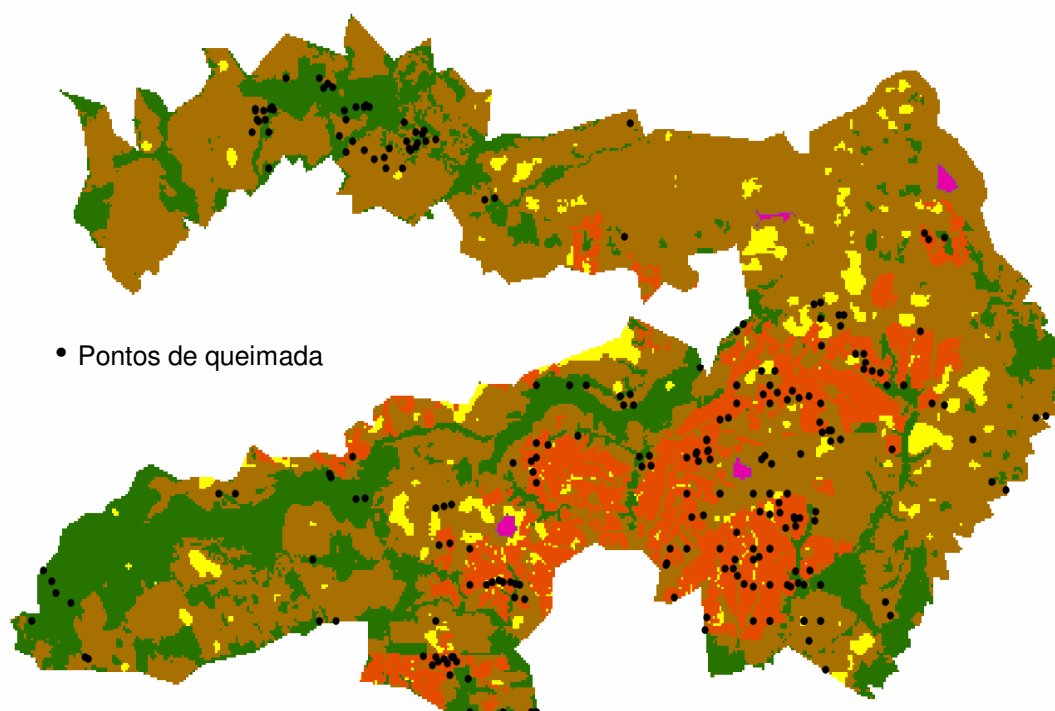


Figura 2. Mapa da área de estudo com pontos de queimada do ano de 2009.

4. Resultados e discussão

4.1 Mapeamento

A Figura 3 apresenta: (3a) o mapa temático com as classes definidas (Urbano, Pastagem, Floresta, Cana e Agricultura) e (3b) o gráfico com a área de cada classe nos anos de 2005 a 2009. Observa-se que a Pastagem ocupou uma área maior em todos os anos, porém no ano de 2006, parte dela foi convertida para Agricultura, que em 2005 tinha 3.490,96 ha e passou para

quase 20.000 ha no ano de 2006. Porém, a partir do ano de 2007 a Agricultura voltou ao patamar anterior e a Pastagem voltou ao seu valor inicial. Esta variação da área destinada a agricultura pode ter sido ocasionada por aumento do preço da soja que motivou os agricultores a converter a pastagem em área agrícola. Talvez o lucro esperado não tenha sido obtido, a necessidade de altos investimentos e problemas climáticos tenha feito com que o esta área com uso agrícola retorne ao uso original, pastagem. A área de Cana teve baixa variação ao longo dos anos. O mesmo ocorrendo com a área urbana, que apresenta uma área bem menor em relação aos outros tipos de uso. A Floresta ficou em segundo lugar em área de ocupação, mas sem muitas variações e com tendência a diminuir ao longo dos anos avaliados. Ao se comparar o ano de 2005 com o ano de 2009 observa-se que a área ocupada com floresta teve uma redução de 4%, ou seja, a área de Floresta teve uma redução gradativa e ficou menor em 3.141,66 ha.

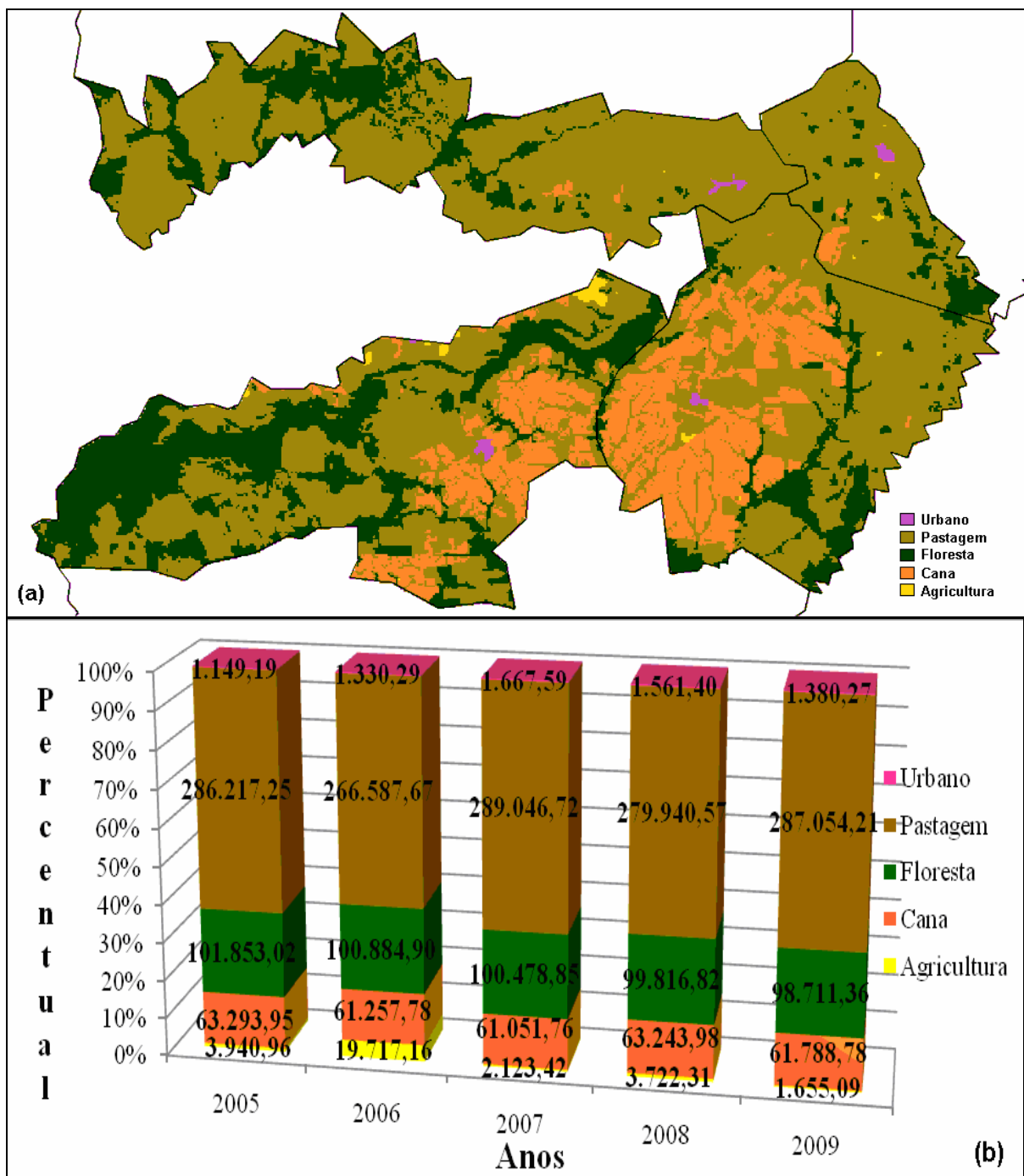


Figura 3. (a) Mapa Temático ano de 2009; (b) gráfico comparativo dos diferentes usos em percentagem e em valores absolutos (ha) de área ocupada.

3.2 Padrões de queimadas

A espacialização dos dados obtidos e a representação em classes facilitaram a visualização da área de estudo, possibilitando um melhor entendimento dos processos de manejo da terra, principalmente no estudo realizado para quantificar os focos de calor no período subsequente ao desmatamento.

A Tabela 1 mostra que o ano de 2005 foi o ano onde ocorreram mais queimadas, com 1085 focos na área de estudo, sendo que em todos os anos estudados foram observados um total de 3059 focos, nesta área de estudo. A Pastagem foi o uso que se destacou em todos os anos com 51% do total de focos durante o período de 2005 a 2009, e em segundo lugar ficou a Floresta com 26% de focos em sua área. A Cana apresentou uma porcentagem relevante com um total de 22% de focos, já a Agricultura e a Urbano apresentaram valores pequenos em relação ao número de focos de queimada. Cabe ressaltar que a dimensão do pixel utilizado na detecção de focos de queimada é igual ou superior a 1 km² e assim, seu posicionamento pode estar deslocado, o que pode ter ocasionado estes focos posicionados em áreas urbanas.

Tabela 1. Estatísticas de focos de queimada para cada tipo de uso no período de 2005 a 2009.

uso/ano	2005		2006		2007		2008		2009		Total	
	focos/%											
Agricultura	2	0%	22	4%	0	0%	0	0%	0	0%	24	1%
Cana	228	21%	156	28%	118	19%	81	15%	95	39%	678	22%
Floresta	309	28%	120	22%	158	25%	158	29%	47	19%	792	26%
Pastagem	544	50%	249	45%	361	57%	305	56%	102	42%	1561	51%
Urbano	2	0%	1	0%	0	0%	1	0%	0	0%	4	0%
Total	1085	100%	548	100%	637	100%	545	100%	244	100%	3059	100%

Para os anos de 2005 a 2009 observou-se que dentre todas as classes analisadas, a Pastagem foi a que mais se destacou durante o período, possuindo um número maior de focos de queimada, como pode ser observado na Tabela 1 e na Figura 4.

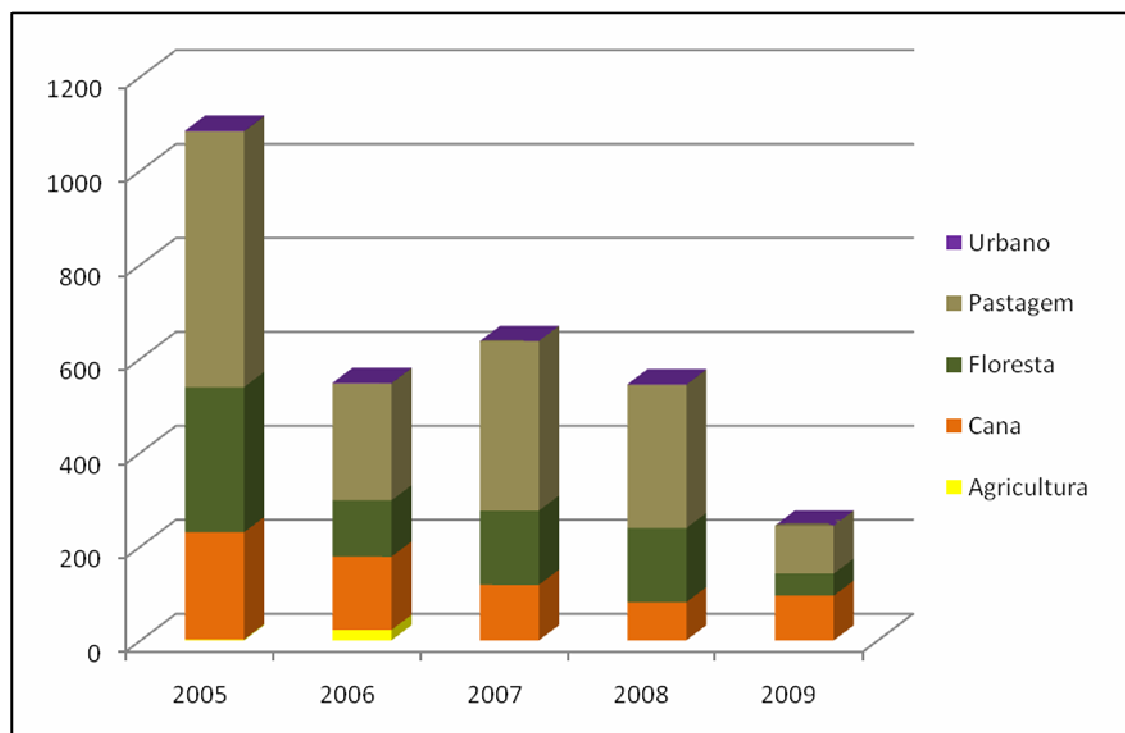


Figura 4. Resultados de pontos de queimada para os diferentes usos em cada ano analisado.

Percebe-se uma grande quantidade de focos na área com cobertura florestal (classe Floresta). Essa quantidade pode ser decorrente de erro de posicionamento do foco devido à resolução espacial do sensor que deu origem a esta informação ou, por outro lado, como o PRODES mapeia o corte raso, ou seja, quando o solo encontra-se exposto, indicando que toda a cobertura florestal foi removida. Estes focos podem estar associados ao processo de desflorestamento. Pois sabe-se que o desflorestamento é um processo gradual, que na maioria das vezes ocorre inicialmente à retirada de árvores com maior valor comercial e em seguida os colonizadores iniciam o processo de preparação da área para o uso em atividades agrícolas ou de pastagem (Sampaio et al., 2007). Desta maneira, estes focos em área de florestas podem ser indicativos deste processo e que posteriormente esta área será antropizada.

4. Conclusão

Com o presente estudo conclui-se que nas áreas de desflorestamento, onde existe a ocorrência de queimadas, a ocupação que mais se destacou foi a classe Pastagem sobre a qual o número de focos de calor detectados foi mais alto, em média 51 % do total de focos. Ao contrário da pastagem, a classe Agricultura mostrou o menor número de focos de queimada. Estes resultados são um indicativo de que o fogo é relacionado com o processo de degradação da floresta e as atividades de manejo da pastagem.

5. Agradecimentos

Ao Projeto Amazônica (NERC Reference: NE/F005806/1) (<http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/amazonica/>) pelo financiamento do estudo.

6. Referencias bibliográficas

Aragão, L.E.O.C.; Malhi, Y.; Barbier, N.; Lima, A.; Shimabukuro, Y.; Anderson, L.; Saatchi, S. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 363, p. 1779–1785, 2008.

Camara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

Cochrane, M. A.; Alencar, A.; Schulze, M. D.; Souza, C. M.; Nepstad, D. C.; Lefebvre, P.; Davidson, E. A. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. **Science**, v. 284, p. 1832–1835, 1999.

Guimarães, R. J. P. S.; Krug, T.; Setzer, A.W. Análise dos diferentes estágios da queimada através do sensor Modis Airborne Simulator. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, SC, 21-26/Abril/2007. **Anais**, pp. 4465-4472, 2007.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) QUEIMADA. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 15 jul. 2010a.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) CANASAT. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/canasat/>>. Acesso em: 7 out. 2010b.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) PRODES. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes>>. Acesso em: 20.set .2010c.

Pereira, J.A.R.; Setzer, A.; Maurano, L.E. Visão atual do sistema de monitoramento de fogo na América do Sul. VI Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. Curitiba, Out/2004. Aplicações de Geotecnologias na Engenharia Florestal, Eds. A. A. Disperati, J. R. Santos, Copiadora Gabardo, Curitiba, p. 245-254, 2004.

Piromal, R. A. S.; Rivera-Lombardi, R. J.; Shimabukuro, Y. E.; Formaggio, A. R.; Krug, T. Avaliação do desempenho do algoritmo do produto MODIS14 na detecção de queimadas no norte do estado do Mato Grosso. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, INPE, p. 3317-3324, 16-21/abril/2005.

Rizzi, R.; Risso, J.; Epiphanyo, R. D. V.; Rudorff, B. F. T.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E.; Fernandes, S. L. Estimativa da área de soja no Mato Grosso por meio de imagens MODIS. **Anais do XIV SBSR**. Natal. INPE p.387-394, 2009.

Rudorff, B. F. T.; Aguiar, D. A.; Silva, W. F.; Sugawara, L. M.; Adami, M.; Moreira, M. A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using Landsat Data. **Remote Sensing**, v.2, p.1057-1076, 2010.

Sampaio, G.; Nobre, C.; Costa, M. H.; Satyamurty, P.; Soares-Filho, B. S.; Cardoso, M. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v.34, 2007.

Shimabukuro, Y. E.; Duarte, V.; Mello, E. M. K.; Moreira, J. C. Apresentação da metodologia de criação do PRODES digital. São José dos Campos: INPE, 2000. 36 p. (INPE-7520-PUD/095).