

## **Análise de dados auxiliares relacionados a queimadas e desmatamentos detectados na região do Alto-Médio São Francisco**

Breno Roberto Dias Amorim<sup>1</sup>  
Júlia Vaz Tostes Miluzzi de Oliveira<sup>1</sup>  
José Roberto de Almeida Filho<sup>1</sup>  
Athus de Oliveira Caputo<sup>1</sup>  
Charles Marques de Souza<sup>1</sup>  
Allan Arantes Pereira<sup>2</sup>  
Fausto Weimar Acerbi Junior<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras – UFLA/DCF  
Caixa Postal 3037 – 37200-000 - Lavras - MG, Brasil.

<sup>2</sup> IFSULDEMINAS / Câmpus Poços de Caldas  
Rua Coronel Virgílio Silva, 1723, Vila Nova  
CEP 37701-642, Poços de Caldas, MG.

brenoengflorestal@yahoo.com.br  
juliavaztostes@hotmail.com  
bebets@outlook.com  
athuscaputo@gmail.com  
chmarxs@gmail.com  
allan.pereira@ifsuldeminas.edu.br  
fausto@dcf.ufla.br

**Abstract.** Monitoring land cover changes is in the agenda of all efforts for a sustainable world, since vegetation is one of the natural elements of increased susceptibility to human intervention. Nowadays, remote sensing and Geographic Information System (GIS) are the most important tools for monitoring human activities all over the world. Thus, the aim of this study was to use remote sensing and GIS techniques in order to analyze some characteristics that might have some influence on the rate of burned and deforested areas in the sub basin of the São Francisco River in the period from July 2010 to June 2011. First, the normalized vegetation difference index (NDVI) was generated from Landsat TM images and after that the NDVI difference images were calculated. Using ancillary data as a support, we analyzed and correlated burned and deforested areas with socioeconomic and environmental aspects of the municipalities included in the study region. The results showed that the municipalities with greatest territorial extent were those with the largest burned native vegetation area. We concluded that the burned areas are larger than the deforested areas in all municipalities, and that the socioeconomic condition can have some influence on the conservation of the native vegetation.

**Palavras-chave:** incêndios florestais, sensoriamento remoto, SIG, forest fires, remote sensing, GIS.

### **1. Introdução**

O homem utiliza o fogo desde a pré-história como uma forma de “moldar” a natureza para seu benefício. Atualmente a queima de biomassa continua sendo uma importante prática de manejo, especialmente no Cerrado brasileiro, usada para o controle de ervas daninhas, remoção de biomassa morta e limpeza de terrenos para novos plantios. O uso do fogo em propriedades rurais como medida de manejo de atividades agropastoris é permitido mediante a queima controlada no Decreto Federal 2.661/98. Entretanto, grandes incêndios florestais são iniciados por queimadas realizadas em propriedades rurais, ignorando os princípios da queima controlada (Brasil, 1998).

Os incêndios são uma das mais importantes fontes de danos aos ecossistemas florestais, principalmente nas regiões em desenvolvimento. As pressões que estas áreas florestais sofrem devido à necessidade de novas áreas, destinadas às atividades agropecuárias, têm aumentado consideravelmente o número de incêndios e a extensão das áreas queimadas (Batista, 2004).

No Brasil, o fogo é uma ameaça constante à proteção das unidades de conservação. No entanto, poucas unidades possuem planos de prevenção e controle de incêndios com zoneamentos de risco estabelecidos, ou até mesmo o registro de informações básicas, como o histórico das ocorrências de fogo. De fato, poucas unidades possuem planos de manejo que apresentem informações sobre a unidade e que identifiquem zonas prioritárias de gestão, além de medidas de prevenção e de controle de acidentes ambientais (Koproski et al., 2011).

Os incêndios florestais são considerados a principal ameaça às Unidades de Conservação, devido aos sérios danos ambientais causados e a dificuldade no seu controle. Embora a vegetação típica do bioma Cerrado apresente adaptações à ocorrência de queimadas, a rápida recorrência dos incêndios é responsável por danos ambientais ao solo, perda da biodiversidade, poluição do ar e emissões de gases do efeito estufa (Pereira, 1999).

Quando uma região sofre com a ocorrência de um incêndio, informações detalhadas e atualizadas sobre a extensão e a localização da área efetivamente queimada são importantes na avaliação de impactos ecológicos e danos econômicos. Estas informações são fundamentais para a elaboração de Planos de Prevenção e Combate aos incêndios florestais. O conhecimento do padrão de distribuição espacial das queimadas permite determinar se as ocorrências estão distribuídas aleatoriamente ou se existe concentração de eventos, podendo gerar subsídios para a investigação dos fatores que favorecem as queimadas (Pereira, 2009).

A vegetação é um dos elementos do quadro natural de maior susceptibilidade à intervenção antrópica. Desde os primórdios até a atualidade, as ocupações humanas no espaço são invariavelmente precedidas pela retirada da cobertura vegetal (Christofolletti, 1995; Guerra e Marçal, 2006, citados por Felipe et al. 2009).

Entende-se por pressão antrópica qualquer atividade humana que de alguma forma interfira nos mecanismos naturais de funcionamento de uma unidade ecológica ou sistema (Suhogusoff e Piliackas, 2007). Considerar os aspectos socioeconômicos dos principais atores envolvidos na transformação das diferentes fitofisionomias, juntamente com os fatores ambientais de riscos de incêndios florestais, possibilita gerar estratégias adequadas de prevenção.

O Brasil, detentor da maior floresta tropical do mundo, é responsável por garantir a proteção da sua biodiversidade e a preservação de seus serviços ambientais, primordiais para a manutenção da vida. Desta maneira, as geotecnologias podem ser muito úteis para prever as tendências de expansão do desmatamento, bem como para monitorar e garantir a proteção da biodiversidade (Martins, 2007).

No âmbito não só das ações fiscalizatórias, mas também da análise do padrão dos desmatamentos e queimadas em Minas Gerais, o setor de Geoprocessamento do Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal (LEMAF) da Universidade Federal de Lavras, com o apoio do Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG), através do Projeto de Monitoramento Contínuo da Flora Nativa de Minas Gerais, vem realizando desde 2010 o monitoramento mensal da vegetação nativa do estado, no qual a detecção de queimadas e análises espaciais são realizadas.

Com esses dados e com dados auxiliares, relativos aos cenários socioeconômicos das cidades, e que foram adquiridos junto ao Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o presente trabalho teve como objetivo avaliar tendências relacionadas aos incêndios e desmatamentos, analisando a dinâmica dos desmatamentos e incêndios, em uma escala regional e verificar a relação destes eventos com dados socioeconômicos. E por último, avaliar dados de preservação ambiental, como o Grau de conservação da Flora e as extensões de queimadas e desmatamentos ocorridos dentro de Unidades de Conservação.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada no extremo norte do estado de Minas Gerais, na sub-bacia 9, que corresponde ao sul da bacia do Rio São Francisco e engloba 25 municípios, inseridos na Região Alto Médio São Francisco (Figura 1). Está localizada entre as coordenadas  $18^{\circ} 43' 33''$  e  $14^{\circ} 10' 08''$  de latitude sul e  $48^{\circ} 15' 24''$  e  $42^{\circ} 01' 25''$  de longitude oeste, e de acordo com a classificação Koeppen o clima da região é tropical chuvoso – Awiq, onde a temperatura de todos os meses é superior a  $18^{\circ}\text{C}$ , e a chuva anual é superior a 750 mm, periódica e com seca no inverno (Pereira, 2009).

A área de estudo é considerada uma região de transição entre os biomas da Caatinga e Cerrado, com predomínio do Cerrado e suas variações (IGA, 2006 citado por Pereira, 2009). Contem regiões bastante povoadas e de acentuada riqueza, como também áreas de pobreza e baixa densidade demográfica, apresentando assim vários paradoxos socioeconômicos e uma enorme vulnerabilidade ambiental.

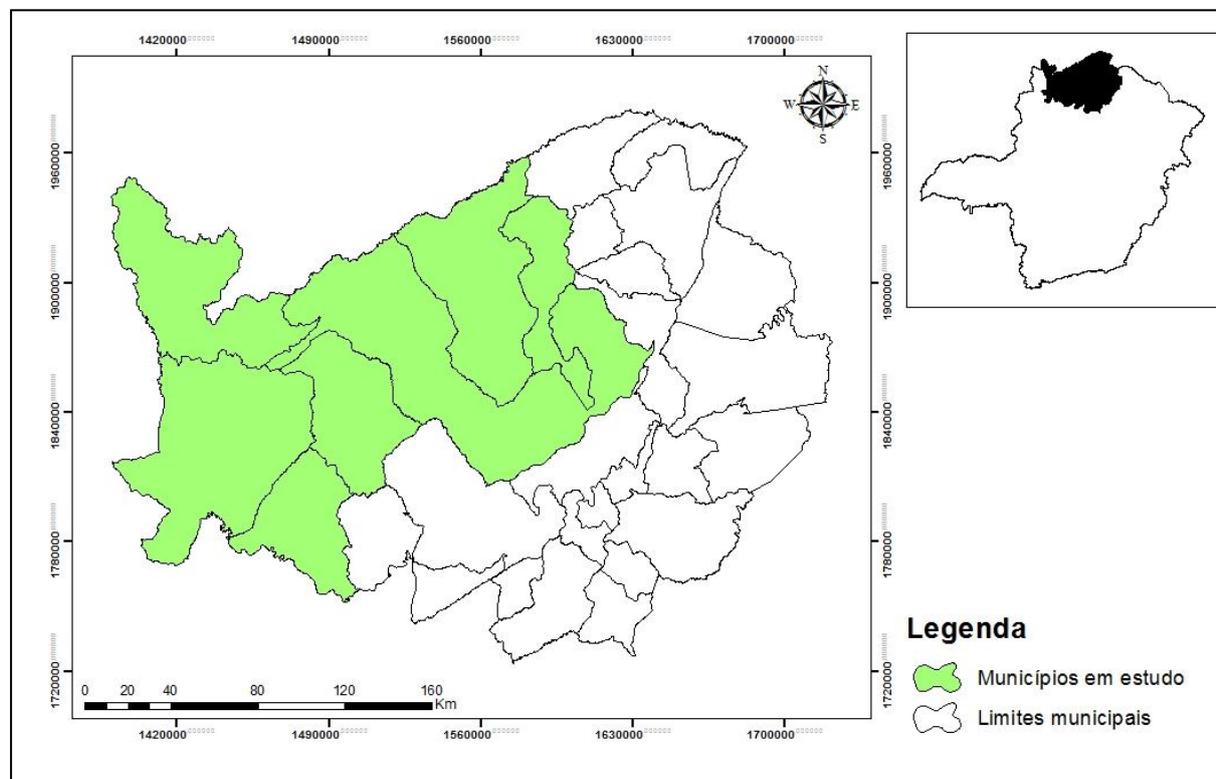


Figura 1. Localização da área de estudo.

No presente estudo foram analisados 7 municípios, selecionados por apresentarem maior número de polígonos de queimadas e/ou incêndios no período analisado, que foi compreendido entre julho 2010 até junho 2011. Os municípios são: Arinos, Januária, Bonito de Minas, Chapada Gaúcha, Formoso, Cônego Marinho e Urucuaia.

### 2.2 Base de Dados

A detecção e quantificação das áreas queimadas foi realizada utilizando uma série temporal de imagens, de Julho de 2010 a Junho de 2011, do satélite Landsat 5 TM, com resolução espacial de 30m. Apesar de possuir uma resolução temporal de 16 dias, algumas datas do período analisado não tiveram imagens devido a presença de nuvens. As imagens em questão foram obtidas por meio do United State Geological Survey (USGS), nas órbitas 219 e 220 e pontos 070 e 071.

Na sequência, foram geradas imagens NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada), e a partir delas imagens diferença. Uma imagem diferença é gerada a partir de duas imagens NDVI subsequentes, onde são destacadas mudanças na vegetação. Na imagem diferença, valores próximos de zero indicam áreas onde não ocorreram mudanças na vegetação. Valores positivos indicam áreas onde houve diminuição de cobertura vegetal e valores negativos indicam áreas onde houve crescimento expressivo da cobertura vegetal no período em consideração (Carvalho, 2008). Após a comparação visual entre as imagens NDVI e imagens diferença, foram demarcadas manualmente, via regiões de interesse (ROI), as áreas realmente queimadas. A ferramenta crescimento de região foi utilizada para obter um melhor delineamento das regiões de interesse (Gontijo, 2011).

Os polígonos foram somados totalizando a área queimada ocorrida no ano. Como houveram polígonos sobrepostos devido à faixa comum de passagem do satélite e a natureza temporal dos mesmos, foram feitas algumas operações no ArcGis para que não houvesse a superestimação de áreas queimadas.

### 2.3 Dados auxiliares

Os dados da área e da população dos municípios utilizados para as análises social, ambiental, econômica e de produção rural e florestal foram obtidos junto ao IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e ao ZEE MG- Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais.

Tabela 1. Informações sociais dos Municípios.

Municípios	IDH	Condições Sociais	Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )
Arinos	0,656	Muito precário	3,35
Bonito de Minas	0,537	Muito precário	2,48
Chapada Gaúcha	0,635	Muito precário	3,32
Cônego Marinho	0,621	Muito precário	4,32
Formoso	0,640	Muito precário	2,22
Januária	0,658	Precário	9,83
Urucuia	0,619	Muito precário	6,55

Tabela 2. Informações econômicas dos Municípios.

Municípios	População total 2010	População Rural 2010 (%)	PIB (2010)
Arinos	17.674	38,59	R\$ 139.307,00
Bonito de Minas	9.763	76,45	R\$ 38.044,00
Chapada Gaúcha	10.805	46,68	R\$ 64.942,00
Cônego Marinho	7.101	26,97	R\$ 34.298,00
Formoso	8.177	36,74	R\$ 95.974,00
Januária	65.463	36,88	R\$ 358.309,00
Urucuia	13.604	54,68	R\$ 71.213,00

Tabela 3. Informações ambientais dos Municípios.

Municípios	Vulnerabilidade Natural	Risco Ambiental	Prioridade para a Conservação da Flora
Arinos	68,07% Baixa	44,89% Alta	69,93% Baixa
Bonito de Minas	46,48% Alta	74,38% Baixa	74,08% Baixa
Chapada Gaúcha	60,01% Alta	82,46% Baixa	100% Baixa
Cônego Marinho	49,29% Alta	89,34% Baixa	73,53% Baixa
Formoso	53,71% Muito Alta	53,68% Média	70,71% Baixa
Januária	47,17% Alta	67,91% Alta	86,07% Baixa
Urucuia	45,19% Alta	84,76% Baixa	91,42% Baixa

### 3. Resultados e Discussão

De acordo com a análise dos resultados, foi possível identificar que os municípios com maior área de vegetação nativa queimada no período estudado foram aqueles com maior extensão territorial, resultado similar ao obtido por Oliveira et al. (2014), que trabalharam na mesma área, porém com outros parâmetros. Foram por ordem: Formoso, Bonito de Minas, Januária e Arinos como apresentado na Tabela 4. Os que apresentaram maiores porcentagens de área desmatada, também por ordem, foram: Urucuia, Januária, Chapada Gaúcha e Arinos como apresentado na Tabela 5, sendo que apenas Arinos também consta entre os 4 mais queimados.

Dois dos municípios que mais desmataram Januária e Arinos, também apresentaram maiores quantidades de polígonos de queimadas como consta nas Tabelas 4 e 5. No entanto ao analisar o percentual de áreas queimadas nos municípios eles não se destacam, uma vez que Formoso e Bonito de Minas possuem os maiores percentuais de áreas queimadas.

Com relação aos desmatamentos, esses apresentaram comportamento diferenciado das queimadas, uma vez que os três municípios que mais desmataram no período, em termos de área, também apresentaram maiores quantidades de polígonos de desmatamento, como mostrado na Tabela 5.

Tabela 4. Informações de área queimada.

Municípios	Área total (ha)	Área queimada (ha)	Área queimada %	Nº de Polígonos de queimadas
Arinos	527.941,90	10.596,69	2,01	94
Bonito de Minas	390.491,10	16.823,05	4,31	67
Chapada Gaúcha	325.518,70	5.417,18	1,66	51
Cônego Marinho	164.199,80	1.618,67	0,99	12
Formoso	368.570,20	32.539,60	8,83	36
Januária	666.166,60	14.487,43	2,17	92
Urucuia	207.694,20	977,76	0,47	9

Tabela 5. Informações de área desmatada.

Municípios	Área desmatada (ha)	Área desmatada %	Nº de Polígonos de desmatamento
Arinos	672,63	0,13	36
Bonito de Minas	571,81	0,15	10
Chapada Gaúcha	530,60	0,16	20
Cônego Marinho	44,02	0,03	2
Formoso	212,07	0,06	5
Januária	1.502,41	0,23	38
Urucuia	817,46	0,39	34

Dois dos quatro municípios que possuem maiores densidades demográficas (Tabela 1), Januária e Arinos, tiveram também maiores áreas queimadas, e três dos municípios com maiores densidades demográficas, Januária, Urucuaia e Arinos, também tiveram maiores áreas desmatadas.

Os quatro municípios com maiores porcentagens da população na zona rural podem ser visualizados na Tabela 2, são eles: Arinos, Bonito de Minas, Chapada Gaúcha e Urucuaia. Na Tabela 2 também é possível observar que os municípios que apresentaram maior PIB, por ordem: Januária, Arinos, Formoso e Urucuaia, são aqueles que apresentaram também maiores áreas queimadas.

Dentre os municípios com maiores áreas queimadas dois deles, Arinos e Januária, apresentam maiores porcentagens da área do município considerada em alto risco ambiental como podemos verificar na Tabela 3.

Oliveira et al. (2014), fazendo um estudo na mesma área e utilizando outros parâmetros na análise do componente rural dos municípios, obtiveram resultados similares com Januária e Arinos sendo os municípios que mais produziram leite, destacando Arinos, que foi um dos municípios que mais tiveram área queimada e desmatada. Na área, o que mais se destacou foi à produção de leite e as lavouras temporárias. As fazendas de produção de lavoura permanente não influenciaram muito na ocorrência de queimadas e desmatamentos, pois pouco ocorre na região.

Em relação às unidades de conservação, elas apresentaram maior percentual de áreas queimadas do que áreas desmatadas (Tabela 6). Dentre as UC's, Cocha e Gibão apresentou o maior percentual de áreas queimadas (7,313%), além de estar inserida nos dois municípios, Januária e Bonito de Minas, com maiores áreas queimadas no período analisado (Tabela 7).

Tabela 6. Informações das Unidades de Conservação.

UC's	Área total (ha)	Área queimada (%)	Área desmatada (%)
Pandeiros	380.478,50	1,812	0,091
Veredas do Acari	587.80,47	1,023	0
Cochá e Gibão	284.844,87	7,313	0,118

Tabela 7. Área queimada e desmatada por município nas Unidades de Conservação.

Municípios	UC's	Área queimada por município (ha)	Área desmatada por município (ha)
Januária	Pandeiros	3.655,54	94,1
Bonito de Minas	Pandeiros	3.237,30	253,3
Chapada Gaúcha	Veredas do Acari	529,33	0
Urucuaia	Veredas do Acari	72,18	0
Januária	Cochá e Gibão	7.478,49	16,2
Bonito de Minas	Cochá e Gibão	13.350,04	318,51

#### 4. Conclusões

As áreas queimadas são maiores que as áreas desmatadas em todos os municípios analisados, o que pode inferir que os incêndios contribuem com maior perda de vegetação, em porcentagem de área do município que os desmatamentos, para essa área e durante o período analisado.

As áreas desmatadas por município são pequenas, mas há grande quantidade de polígonos de desmatamentos.

Podemos concluir que a condição sócio-econômica do município influencia na conservação da vegetação, por isso pode ser considerada uma ferramenta para análise das

situações ambientais, atuais e passadas, dos municípios e também balizadoras para ações de controle e de prevenção de incêndios.

Para análises espaciais de desmatamentos e queimadas, o monitoramento contínuo é necessário, com maior período de monitoramento e maior frequência de dados adquiridos, para que possam ser inferidas tendências desses fenômenos com fatores espaciais, socioeconômicos, ambientais e de produção rural e florestal.

## 5. Agradecimentos

Os autores expressam os seus sinceros agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

## 6. Referências Bibliográficas

Batista, A.C., **Detecção de incêndios florestais por satélite**, Revista Floresta, Mai/Ago, 2004, v. 34, n. 2, p. 237-241, Curitiba, Pr.

Brasil. LEI nº 2661, de 8 de julho de 1998. Regulamentada a parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de agosto de 1965, do Código Florestal. Brasília 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/?decreto/d2661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/?decreto/d2661.htm)> . Acesso em 10 de outubro de 2014.

Carvalho, L. M. T.; Scolforo, J. R. S. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento da Flora Nativa 2005-2007**. Lavras: Editora UFLA. 2008. 318p.

Felippe, M. F., Bueno, J. Desmatamento na Bacia do Rio Mucuri (MG), Brasil no período de 1989 a 2008: uso de imagens Cbers e Landsat na espacialização dos remanescentes florestais. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2009, Natal. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2009. Disponível em <<http://mar.tecnico.unicamp.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.21.23.43/doc/2713-2720.pdf>>. Acesso em: 10 de outubro de 2014.

Gontijo, G.A.B. Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto; XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p7966.

Koproski, L., Ferreira, M. P., Goldammer, J. G., Batista, A. C. **Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: O caso do Parque Estadual do Cerrado (PR)**. Revista Floresta, Curitiba, PR. V.41, n. 3, p 551-562, jul/set. 2011.

Martins, L. K. P.; Zanon, P. C. F. Uso de geotecnologias na proteção da biodiversidade. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil 21-26 abril 2007, INPE, p. 4029-4036

Suhogusoff, V. G. e Piliackas, J. M. 2. Breve histórico da ação antrópica sobre os ecossistemas costeiros do Brasil, com ênfase nos manguezais do estado de São Paulo . Integração. Ano XIII. Nº 51. 2007. p 343-351.

Oliveira, J. V. T. M., Amorim, B. R. D., Caputo, A. O., Zucal, J. S., Neri, F. C., Filho, J. R. A., Junior, F. W. A., Pereira, A. A. Análise Multitemporal de queimadas dos municípios inseridos na região do Alto-Médio São Francisco. In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal (SENGEF), 11. 2014, Curitiba. **Anais...**Lavras: UFLA, 2014. Artigos, p. 83-90. Disponível em: <<http://www.11sengef.com.br/arquivos/documentos/anaisonline/SENGEF2014.pdf>> Acesso em: 05 de nov. 2014.

Pereira, A. A. **Uso de geotecnologias para detecção e análise de queimadas e focos de calor em unidades de conservação no norte de Minas Gerais**. 91 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras 2009.

Pereira, J. M. C. Comparative evaluation of NOAA/AVHRR vegetation indexes for burned surface detection and mapping. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 37, pp. 217-226. 1999.

