

## Detecção de áreas queimadas no Parque Estadual de Serra Nova/MG utilizando os índices espectrais NDVI e NDBR

Rosane Gomes da Silva<sup>1</sup>  
Jonathan da Rocha Miranda<sup>1</sup>  
Cristina Rodrigues Nascimento<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduandos do curso Eng<sup>o</sup> Agrícola e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais - Instituto de Ciências Agrárias UFMG/ICA  
Av. universitária, Bairro universitário nº1000, CEP:39.404-006 - Montes Claros/MG. E-mail: rosane\_gomes.s@hotmail.com, jonathanrocha7@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Profa. Dra. Universidade Federal de Minas Gerais/Instituto de Ciências Agrárias – UFMG/ICA  
crisrodnas@gmail.com

**Abstract.** One of the most used ways to ensure the protection of species and ecosystems are protected areas, territorial spaces with significant natural features, created with the aim of conserving biodiversity and other natural attributes contained therein. Among the activities to be monitored in order to ensure effective protection of the environment in these areas is the emergence and quantification of burned areas. The systems sensors onboard satellites have the ability to provide information on a regular and systematic regionally or globally the fire activities, being an efficient tool in the analysis of the occurrence and quantification of these areas. Thus, the aim of this study was to identify and quantify fires occurring in Serra Nova State Park from satellite imagery using spectral indices NDVI and NDBR, and obtain the reliability of these two indices in the evaluation of the processes of forest fires. We used two images, related to the path/row 218/71 days of August 1st, 2010 and August 17th, 2010, Landsat/5. After processing the images, we calculated the NDVI and NDBR them. It generated an image difference between the two dates, for each index, and made a manual mapping of the actual area that suffered burned. The burned area was 208 ha, while the NDVI detected 51.39 ha and NDBR detected 287.55 ha. It was observed that the NDVI and NDBR correctly identified the location of the burn and NDBR proved more effective in quantifying these areas.

**Palavras-chave:** forest fire, protected área, remote sensing, environmental impact, incêndio florestal, unidade de conservação, sensoriamento remoto, impacto ambiental.

### 1. Introdução

Uma das formas mais utilizadas para garantir a proteção das espécies e ecossistemas são as unidades de conservação, espaços territoriais com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo poder público, com objetivo de conservar a biodiversidade e outros atributos naturais neles contidos. É importante que haja o monitoramento da área para uma efetiva conservação desses recursos naturais. Dentre as atividades a serem monitoradas está o surgimento de focos de incêndio que afetem a unidade de conservação, assim como a quantificação e espacialização dessas áreas.

O fogo é um evento natural no bioma cerrado, sendo a vegetação e espécies da fauna adaptados aos seus efeitos. Porém, na atualidade, a ocorrência de queimadas tem sido intensificada com o desenvolvimento da agropecuária, principalmente a prática de manejo de pasto. Coutinho (1990) e França (2000) estimaram que de 20 a 30% do Cerrado são queimados anualmente. Ele está incluído na lista dos 25 *hotspots* - as áreas críticas para preservação no mundo, definidas com base na existência de espécies endêmicas (de distribuição geográfica restrita) e no grau de ameaça ambiental (Bizerril, 2003).

A alta incidência de queimadas verificada nos dias atuais pode ser relacionada à efeitos maléficos ao meio ambiente, tais como: redução da biodiversidade, empobrecimento do solo pela perda de nutrientes, erosão do solo pela sua maior exposição à chuva, poluição local, como a causada pelo O<sub>3</sub>, mudanças climáticas regionais e globais pela emissão de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, aerossóis e material particulado, que influenciam o balanço radioativo e hidrológico (Crutzen & Andreae, 1990; Mueller-Dumbois e Goldammer, 1990). Tendo em vista estes impactos ambientais, surge a necessidade de conhecer e controlar os processos de conversão desta vegetação, ocasionados principalmente pelas atividades humanas.

O sensoriamento remoto surge como uma ferramenta ímpar no monitoramento e controle ambiental em escala global, pela sua capacidade de fornecer levantamentos sinóticos e repetitivos de grandes áreas, às vezes inacessíveis, custo operacional relativamente baixo, de modo rápido e sem necessidade de deslocamentos rotineiros aos locais de estudo. Os sistemas sensores a bordo dos satélites possuem a capacidade de prover informações de forma regular e sistemática em nível regional ou global das atividades do fogo, sendo uma eficiente ferramenta na análise da ocorrência e quantificação de áreas queimadas.

Segundo Batista (2009), a rapidez e a eficiência na detecção e monitoramento dos incêndios florestais são fundamentais para a viabilização do controle do fogo, redução dos custos nas operações de combate e atenuação dos danos. Além disso, um conhecimento inadequado da localização do incêndio e extensão da área queimada prejudica a estimativa do impacto do fogo sobre o ambiente. Ele afirma ainda que os métodos de detecção e monitoramento de incêndios florestais são fundamentais para o planejamento do controle, bem como para o dimensionamento dos efeitos produzidos pelo fogo sobre o ambiente.

No estudo de queimadas, as informações captadas pelos satélites possuem interferências provenientes do processo de aquisição das imagens como, por exemplo, a interação da radiação eletromagnética com os gases radioativamente ativos presentes na atmosfera, a fonte de radiação, dentre outros. Para minimizar essas interferências, a refletância dos canais do satélite são combinados, originando diferentes índices, como o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e o Índice de queimada normalizada (NDBR).

O objetivo desse trabalho foi identificar e quantificar as queimadas ocorridas no Parque Estadual de Serra Nova através dos índices espectrais NDVI e NDBR, confrontando os dados obtidos com a realidade de campo.

## **2. Metodologia do Trabalho**

### **2.1 Área de estudo**

O Parque Estadual de Serra Nova foi criado a partir do decreto sem número, de 21 de outubro de 2003 e ampliado através do decreto sem número de 29 de dezembro de 2008, possuindo atualmente uma área de 49890,6194 ha. Encontra-se entre os municípios de Porteirinha, Serranópolis de Minas, Mato Verde, Riacho dos Machados e Rio Pardo de Minas, na mesorregião Norte de Minas Gerais, em região de abrangência das bacias hidrográficas do Rio Pardo e do Mosquito, conforme Figura 1. Em sua área possui alguns pontos de mata fechada e topografia bastante irregular, sendo composta da Serra Geral e da Serra do Espinhaço. Além disso, abriga várias nascentes e rios, como Rio Preto, Rio Serra Branca, Rio Suçuarana, córrego da Velha, Rio Mosquito; sendo o responsável pelo abastecimento de água de vários municípios.

Apresenta como bioma predominante o Cerrado, uma formação vegetacional muito rica em biodiversidade, abrigando muitas espécies de fauna e flora endêmicas e caracterizando-se pela grande diversidade de tipos de ambientes, chamados fitofisionomias, variando desde campos com vegetação rasteira até florestas, como cerradão. Este bioma, que está presente em 25% do território nacional, desempenha um importante papel no balanço de energia, água e

carbono, atuando como um sumidouro de gases do efeito estufa, tais como CO, CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> (Monteiro, 1995).

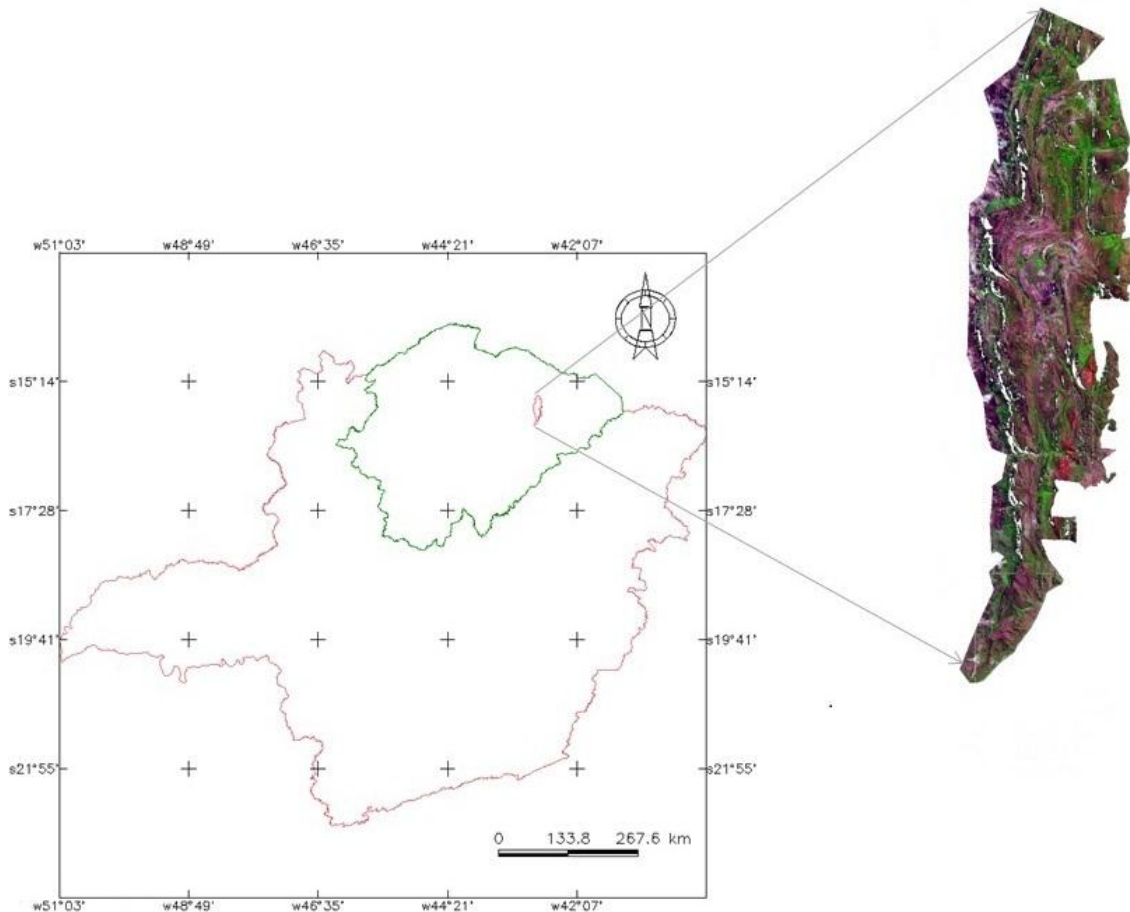


Figura 1. Localização espacial do Parque Estadual de Serra Nova na mesorregião Norte de Minas Gerais.

Dentre as atividades que mais comprometem a integridade da Unidade de Conservação está à agropecuária. É comum que os criadores de gado do entorno utilizem o fogo como forma de renovação de pastagens. Muitas vezes, essas queimadas tornam-se incontroláveis, chegando a atingir áreas pertencentes à Unidade de Conservação.

## 2.2 Processamento das imagens Landsat-5/TM

Foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat-5, sensor TM, que possui resolução espacial de 30 metros, 7 bandas espectrais (três no visível, uma no infravermelho próximo, duas no infravermelho médio e uma no infravermelho distante), 8 bits de resolução radiométrica e resolução temporal de 16 dias. As cenas referem-se à órbita/ponto 218/71 dos dias 01/08/2010 e 17/08/2010. Essas datas foram escolhidas por não apresentarem nuvens sob a área de estudo e por estarem incluídas no período crítico, quando ocorre a maior incidência de queimadas na região.

As imagens foram georreferenciadas no software ENVI 4.7, tomando como referência imagens GeoCover/NASA e foram feitas as correções radiométrica e atmosférica no software Spring 5.2, através da linguagem de programação LEGAL. Após o processamento digital das imagens, prosseguiu-se com a geração dos índices NDVI e NDBR, utilizando a linguagem de programação LEGAL do software Spring 5.2. O NDVI é calculado da seguinte forma (Equação 1):

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3} \quad (1)$$

Onde:  $\rho_4$  representa a refletância na banda 4 (Infravermelho próximo) e  $\rho_3$  a refletância na banda 3 (vermelho) do sensor TM/Landsat 5.

O NDBR utiliza as bandas 4 e 7 do sensor, que apresentam maior contraste entre uma vegetação fotossinteticamente vigorosa e uma área que sofreu queimada, onde há aumento da refletância na banda 7 e diminuição da refletância na banda 4 em situações de queimadas. O índice é calculado pela seguinte fórmula (Equação 2):

$$NDBR = \frac{\rho_4 - \rho_7}{\rho_4 + \rho_7} \quad (2)$$

Para identificação das áreas de queimadas foi processada a imagem diferença entre as datas 01/08/2010 e 17/08/2010 para os dois índices, sendo a primeira considerada como a cena antes do evento de queimada e a segunda a cena posterior à ocorrência de queimada.

A região de interesse foi recortada das cenas a partir de arquivo vetorial no formato shape, disponível no site do Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais. Foi feito um fatiamento dessas imagens, definindo as áreas pertencentes à classe queimada e as áreas que não foram queimadas. Também foi recortada a área pertencente ao Parque Estadual de Serra Nova, da imagem composição colorida RGB-543 de 17/08/2010, para realização de um mapeamento manual de área queimada.

A descrição quantitativa das áreas de queimadas para os dois índices foi realizada no software FRAGSTATS versão 3.3 e para o mapeamento manual no SPRING 5.2. O FRAGSTATS é um programa de domínio público que realiza cálculos para estatísticas espaciais a partir de uma imagem raster. Foram realizadas as métricas CA (Área da Classe) para contabilização da área total de queimada detectada por cada índice, e TA (Área total da paisagem) para cálculo da área total, indicando o percentual de área queimada em relação à área de estudo.

### 3. Resultados e Discussão

Tanto o NDVI como o NDBR identificaram áreas de queimadas. Através de informações obtidas junto ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, foi possível constatar que próximo ao dia 17/08/2010 ocorreu uma queimada florestal na área do Parque Estadual de Serra Nova. Essa área é a mesma onde foi feito o mapeamento manual, coincidindo também com a localização da área de queimada detectada pelos dois índices espectrais.

A Figura 2 mostra o resultado do NDVI (a) e do NDBR (b) na região de estudo. As áreas em tons próximos ao vermelho são áreas onde houve diminuição no vigor vegetativo entre os dias 01/08/2010 e 17/08/2010 podendo ser áreas expostas à secas, que sofreram algum processo de degradação ou áreas queimadas. As áreas mais próximas do azul são áreas onde houve um aumento no vigor vegetativo, podendo ser áreas em um estágio maior de recuperação em relação à data anterior. Os valores aos quais essas cores são atribuídas variam de 1 à -1, sendo os valores muito próximos de 1 relacionados à áreas de queimadas. Além disso, quando essas áreas em tons mais avermelhados encontram-se bem definidas, são características de áreas onde ocorreram queimadas.

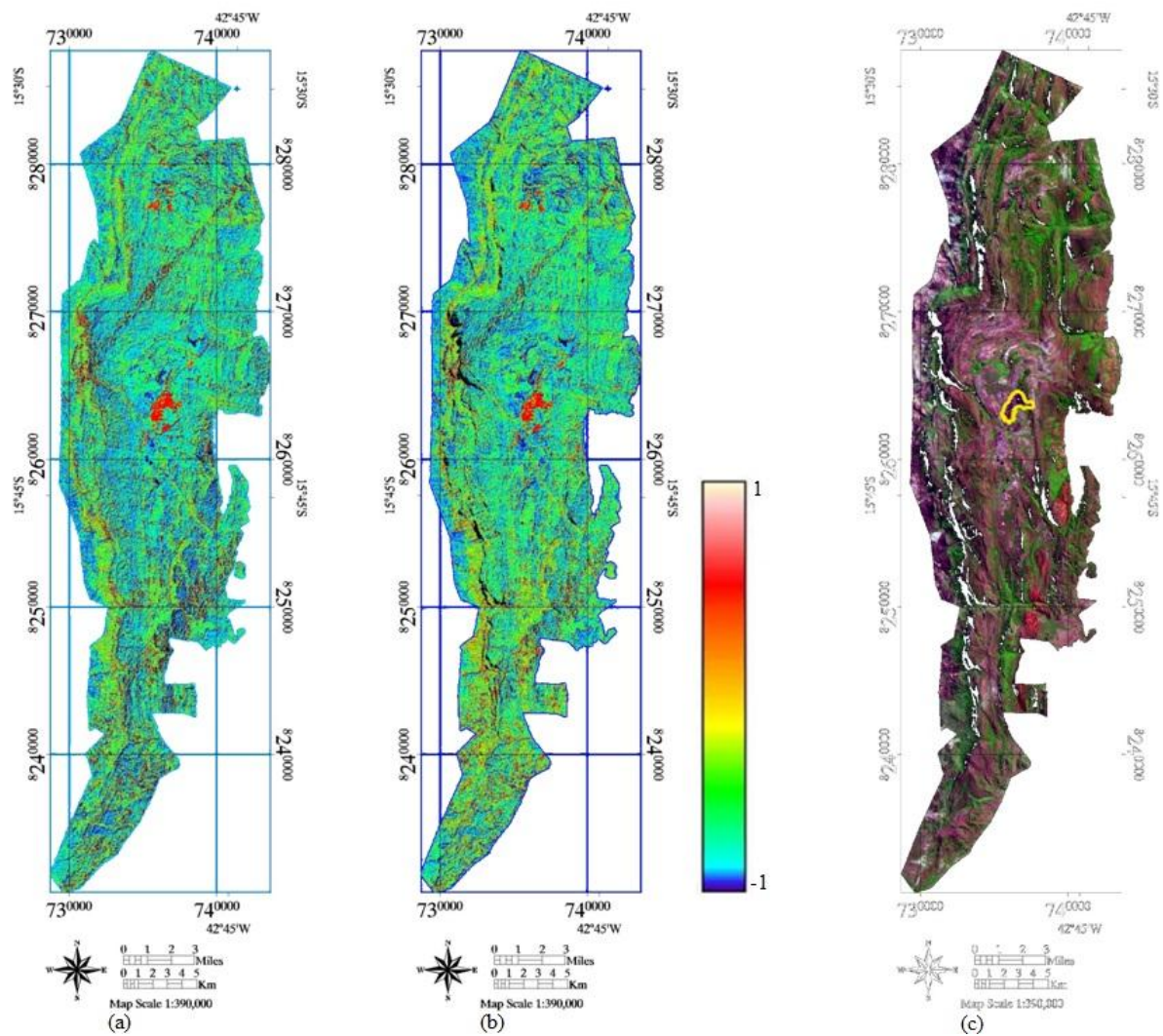


Figura 2. (a) Imagem diferença NDBR, (b) Imagem diferença NDVI, (c) Mapeamento da área queimada em imagem RGB-543.

Pode-se perceber que os dois índices detectaram a mesma área de queimada e que esta foi maior para o NDBR. Nota-se também que o NDBR apresenta áreas mais heterogêneas em relação ao NDVI, destacando melhor a área de queimada das demais. Percebe-se, através do mapeamento manual (Figura 2c), que a área detectada corresponde a área que realmente foi queimada.

As dimensões das áreas de queimada detectadas pelos diferentes métodos encontram-se expostas na Tabela 1:

Tabela 1. Quantificação da área queimada no parque de acordo com cada método aplicado.

| <i>Método</i>     | <i>Área (ha)</i> | <i>% (em relação ao parque)</i> |
|-------------------|------------------|---------------------------------|
| Mapeamento manual | 208              | 0,41                            |
| NDBR              | 287,55           | 0,57                            |
| NDVI              | 51,39            | 0,11                            |

A área correspondente à queimadas para o NDVI foi inferior à área realmente queimada, enquanto para o NDBR essa área foi superior à área real. Apesar de o NDBR ter superestimado essa área, o resultado obtido encontra-se mais próximo da realidade, diferindo em 0,16 % apenas. Pela análise das imagens diferença dos índices, percebe-se que nem toda a área contabilizada como queimada confere com a realidade, isso porque existem alguns pontos isolados com valores de pixel elevados, que possivelmente não foram queimados. Levando este fato em consideração, o erro obtido pelos índices é menor do que o calculado.

#### 4. Conclusão

A ocorrência de queimadas florestais, principalmente em unidades de conservação, deve ser monitorada pelos órgãos responsáveis, a fim de garantir uma maior proteção dos recursos naturais. As imagens de satélites aliadas à técnicas de sensoriamento remoto no estudo de queimadas florestais mostra-se um método eficiente, simples e viável, capaz de fornecer dados da localização destas áreas e quantificação das mesmas. Sendo assim, é uma importante ferramenta de subsídio à gestão de áreas protegidas.

O NDVI e o NDBR são eficientes na detecção de áreas queimadas. O NDBR é mais eficiente que o NDVI na quantificação de áreas queimadas; sendo, portanto, o índice de maior precisão no estudo destas. Sendo a área de queimada pertencente ao bioma cerrado, conclui-se que a resposta da vegetação ali presente é conforme esperado no uso do NDVI, mas principalmente no uso do NDBR.

#### Agradecimento

A Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

#### Referências Bibliográficas

Granemann, D. C.; Carneiro, G. L. Monitoramento de focos de incêndio e áreas queimadas com a utilização de imagens de sensoriamento remoto. **Revista de engenharia e tecnologia**, v.1, n.1, p. 55-62, 2009.

Pinheiro, E. S.; Durigan, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado do sudeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.32, n.3, p. 441-454, 2009.

Gurtler, S.; Epiphanyo, J. C. N.; Luiz, A. J. B.; Formaggio, A. R. Planilha eletrônica para o cálculo da reflectância em imagens TM e ETM+ Landsat. **Revista brasileira de cartografia**, n.57/02, p. 162-167, 2005.

Bizerril, M.X.A. O cerrado nos livros didáticos de geografia e ciências. **Jornal da Ciência**, v.32, p. 56, 2003.

Florenzano, T. G. **Os satélites e suas aplicações**. São José dos Campos, 2008. 52 p.

Ministério do meio ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado- PPCerrado**. Brasília, 2009. 152 p.

Júnior, A. C. P. **Métodos de geoprocessamento na avaliação da susceptibilidade do cerrado ao fogo**, 2002. 112 p. Tese (Doutorado em ciências da área de concentração em ecologia e recursos naturais)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002.

Cardozo, F. S.; Martins, F. S. R. V.; Pereira, L. O.; Sato, L. Y.; Moura, Y. M.; Pereira, G.; Shimabukuro, Y. E. Avaliação de áreas queimadas a partir dos índices espectrais NDVI e NDBR. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 2011. Artigos, p. 7950-7957.

Gurtler, S.; Luiz, A. J. B.; Epiphanyo, J. C.N. Uniformização de imagens Landsat para previsão de safras agrícolas. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 2003. Artigos, p. 109-116.

Mantovani, J. E.; Pereira, A. Estimativa da integridade da cobertura vegetal de cerrado através de dados TM/Landsat. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 09., 1998, Santos. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 1998. Artigos, p. 1455-1466.

Ribeiro, C. A. D.; Borges, T. S.; Senna, R. S.; Xavier, A. C.; Almeida, A. Q.; Pezzopani, J. R. M. Análise exploratória entre focos de calor constatados de forma remota e risco de incêndio calculado. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 2009. Artigos, p. 2967-2974. CR-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8.

Jesus, S. C.; Setzer, A. W.; Morelli, F. Validação de focos de queimadas no Cerrado em imagens TM/Landats-5. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 2011. Artigos, p. 8051-8058.

Luiz, A. J. B.; Gurtler, S.; Gleriani, J. M.; Epiphanyo, J. C. N.; Campos, R. C. Reflectância a partir do número digital de imagens ETM+. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 2003. Artigos, p. 2071-2078.

Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

Instituto Nacional de pesquisas espaciais. Disponível em: <[www.inpe.br](http://www.inpe.br)>. Acesso em 10 mai. 2012.

Zoneamento ecológico econômico de Minas Gerais. Disponível em: <[www.zee.mg.gov.br](http://www.zee.mg.gov.br)>. Acesso em 14 out. 2012.