

## Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) como suporte na análise de queimadas no Parque Estadual Serra do Rola Moça, Minas Gerais

Priscila de Oliveira Santos <sup>1</sup>  
Thaís Francisco Couto <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG  
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - 31270-901 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, Brasil  
poliveras10@gmail.com  
thaisfrancisco\_couto@hotmail.com

**Abstract:** Conservation Units (CUs) aim to guarantee the perpetuity of biodiversity, however, periurban units suffer constant environmental pressures. The ‘Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM)’ in Minas Gerais State bears great loss of biodiversity annually due to forest fires. Thus, for the conservation of natural resources, satellite imagery and remote sensing applications are necessary because they provide data at different scales. For fire monitoring, for example, the Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) provides daily data on the outbreaks of fires in cities as well as in CUs. Furthermore, vegetation indexes are commonly used to analyze the physiological status of plants. This study focused on the analysis of fires in the PESRM in the period from January to November 2015, using the data provided by INPE and also through images resulting from the calculation of the Normalized Difference Vegetation Index - from the portuguese ‘Índice de Vegetação por Diferença Normalizada’ - NDVI) of January and November Of 2015. The results of the burn outbreaks were low, as like NDVI response for the month of November, suggesting that other factors have interfered in the calculation of the index. For the analysis of fires in the studied period the NDVI was not satisfactory, due to the interference of other factors and also the low number of focus detected in the PESRM.

**Palavras-chave:** outbreaks, fires, conservation units, remote sensing, focos, queimadas, Unidades de Conservação, sensoriamento remoto.

### 1. Introdução

Na maioria das grandes cidades ainda é possível observar remanescentes de vegetação nativa, que representa fragmentos florestais em meio ao espaço urbano. Estas “florestas urbanas” estão susceptíveis à impactos pelo fato de se encontrarem isoladas, numa matriz completamente antropizada, tornando-as ambientes frágeis e vulneráveis à degradação ambiental (PORFÍRIO, 2006).

Na tentativa de delimitar espaços dotados de recursos naturais e a fim de protegê-los, a criação de Unidades de Conservação (UCs) visa garantir a perpetuidade da biodiversidade. Entretanto, as UCs periurbanas sofrem constantes pressões sobre os recursos naturais, a se destacar o Parque Estadual Serra do Rola Moça – PERSM.

Situado na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH, Minas Gerais, o PERSM é uma das UCs com alto índice de incêndios florestais no estado de Minas Gerais, o que acarreta em uma grande perda de biodiversidade anualmente (PORFIRIO, 2006). De acordo com Fagundes (2016), no período 2009-2013, relataram-se 437 incêndios florestais nas unidades de conservação da Região Metropolitana de Belo Horizonte, sendo que o Parque Estadual da Serra do Rola Moça contabilizou 51,5% do número de ocorrências de incêndios. De acordo com o Decreto 45.960/2012 que dispõe da Força Tarefa de Prevencêndio, o período crítico de ocorrência de incêndios florestais em Minas Gerais é a época em que coincide com a diminuição das chuvas, o clima seco e o ressecamento da vegetação, que ocorre entre os meses de junho a novembro de cada ano.

Assim, para a conservação e o manejo dos recursos naturais faz-se importante a detecção e o monitoramento dos incêndios, de modo a subsidiar informações das unidades a serem preservadas. De acordo com Florenzano (2007), a importância do acompanhamento de incêndios transcende ao problema do desmatamento em si, uma vez que o excesso de áreas queimadas tem implicações ecológicas, climáticas e ambientais diversas.

Neste contexto, as imagens de satélite e as aplicações do sensoriamento remoto são amplamente utilizadas por possibilitar a exploração de dados em diferentes escalas de trabalho as quais são dependentes da natureza dos estudos pretendidos (PONZONI & SHIMABUKURO, 2007).

Subsidiando o monitoramento de queimadas por meio de imagens de satélite, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), fornece, diariamente, inúmeros dados relacionados ao fogo na vegetação. Dentre os satélites utilizados, destacam-se as imagens AVHRR do satélite NOAA, que permitem detectar e localizar, em tempo real, focos de queimada.

Além disso, em relação ao estudo da vegetação, comumente são aplicados índices que apontam os estados fisiológicos das plantas. Dentre eles, um dos mais bem sucedidos com base na razão de bandas é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index [NDVI]), proposto por Rouse et. al. (1973), que evidencia o vigor e a caracterização da vegetação de uma área.

Considerando os dados de queimada que são disponibilizados pelo INPE, este trabalho tem como objetivo identificar os focos detectados no PESRM pelo satélite NOAA no período de janeiro a novembro de 2015. Para uma melhor análise da possível perda de vegetação no período estudado, os valores NDVI de janeiro e novembro do mesmo ano serão utilizados por esses meses corresponderem, respectivamente, as estações chuvosa e seca no estado e, assim, propiciar uma avaliação eficaz do vigor da vegetação em diferentes estações do ano.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Área de estudo

O Parque Estadual da Serra do Rola Moça é uma importante área verde de Minas Gerais, localizado na região central do estado (Figura 1).

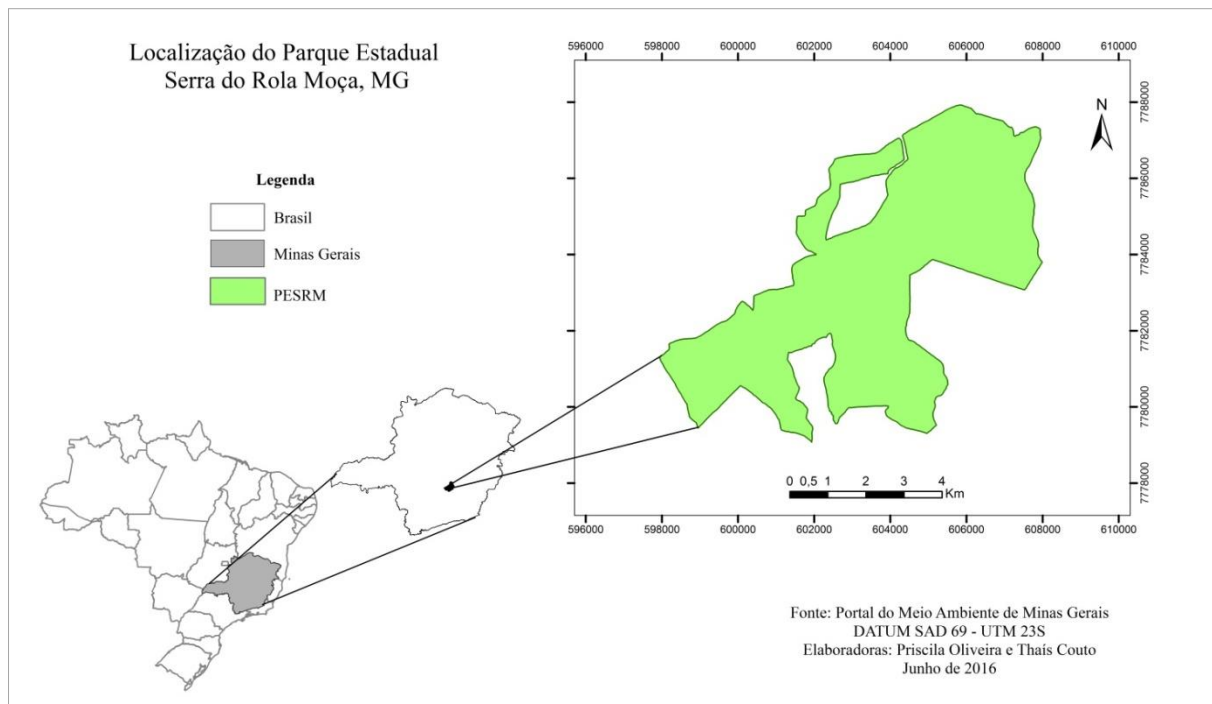


Figura 1: Mapa de localização do Parque Estadual Serra do Rola Moça.

Inserido em uma zona de transição de Cerrado para Mata Atlântica, o PESRM possui, além de remanescentes destes biomas, vegetação rica em campos ferruginosos e de altitude. De acordo com o Instituto Estadual de Florestas (IEF), o Parque abriga em seus domínios, diversas nascentes e cabeceiras de rios das bacias do Rio das Velhas e Paraopeba, afluentes do Rio São Francisco, o que acentua a necessidade de preservação. A Figura 2 apresenta o uso e ocupação do PESRM.

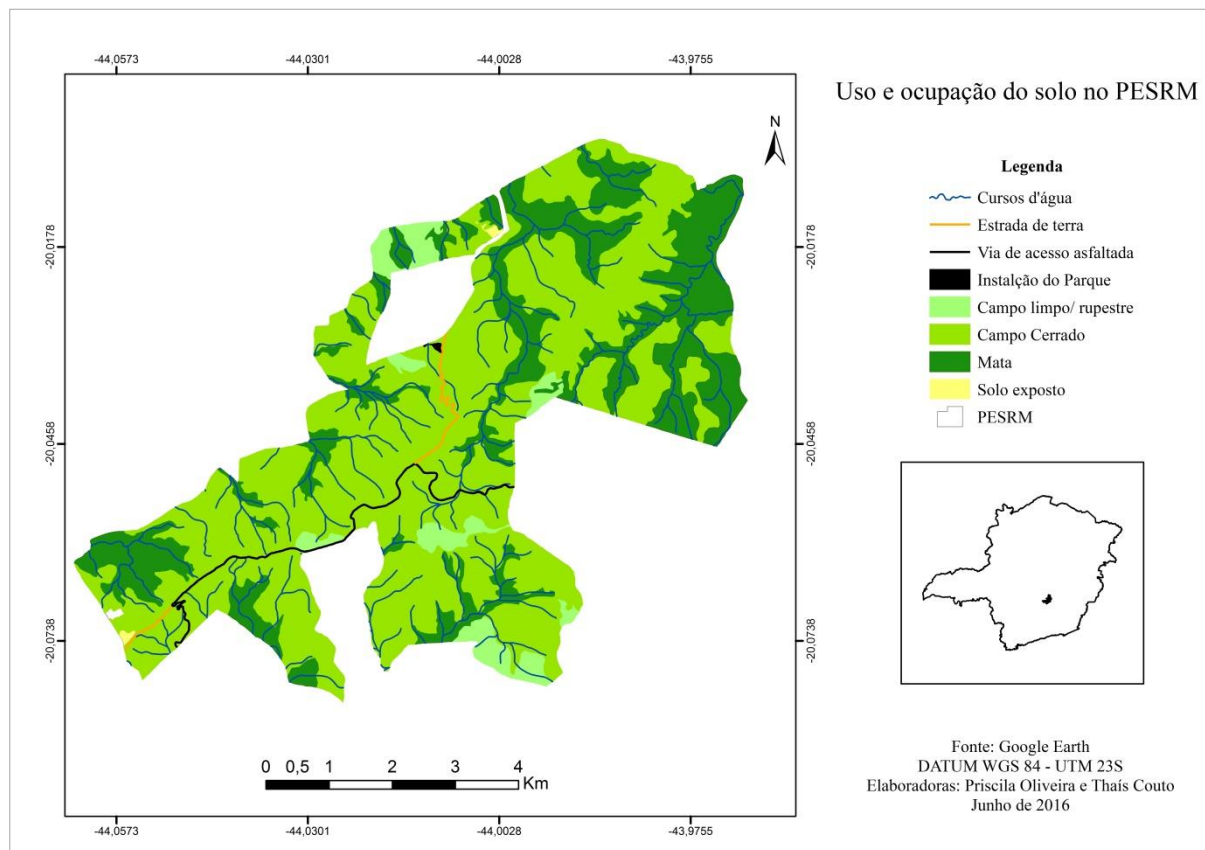


Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo no PESRM.

O clima é, segundo a classificação de Köppen, tropical de altitude, com temperatura média anual de 18,8 °C. Em julho a temperatura é em média de 15,3°C caracterizando o ápice do inverno, e em janeiro as temperaturas alcançam a média de 27°C.

## 2.2 Elaboração do Banco de Dados

Para os estudos foram obtidos dados de focos de queimadas no período de 01/01/2015 a 01/11/2015 do satélite NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) na plataforma do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O satélite NOAA gera diariamente observações globais de padrões meteorológicos e condições ambientais na forma de dados quantitativos. Seu principal instrumento é o AVHRR - Advanced Very High Resolution Radiometer, que apresenta um radiômetro com cinco canais de varredura, sendo um na região do visível, um no infravermelho próximo, um médio e dois canais na região do infravermelho termal, com resolução de 1,1 Km no nadir em cada canal.

Além destes dados, foram utilizadas imagens do sensor Operational Land Imager (OLI), instalado no satélite Landsat-8, disponibilizados pelo United States Geological Survey (USGS) para o cálculo do NDVI. As imagens deste sensor apresentam resolução espacial que variam entre 15m na banda pancromática até 100m na banda térmica, de modo a totalizar 11 bandas espectrais. A resolução radiométrica é de 16 bits por pixel, podendo ser reamostrado a 8 bits. As imagens Landsat adquiridas para análise datam de 03/01/2015 e 03/11/2015.

### 2.3 Aplicação do NDVI

As imagens Landsat foram processadas no software Quantum GIS, que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de código aberto. O NDVI dado pela Equação 1 é calculado a partir da razão das bandas do vermelho e infravermelho próximo, cuja (Equação 1):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Em que: NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; NIR = reflectância do Infravermelho; Red = reflectância do vermelho.

O cálculo foi realizado utilizando as bandas IV (0,64 – 0,67µm), correspondente ao vermelho e a banda V (0,85 – 0,88 µm), correspondente ao infravermelho das imagens OLI/Landsat-8 dos meses de janeiro e novembro de 2015. Os resultados dessa equação são duas imagens cujos valores variam de -1 a 1, de modo que quanto mais próximo de -1, menor é a presença de vegetação e, quanto mais próximo de 1, maior é a presença desta.

### 3. Resultados e Discussão

De acordo com os dados disponibilizados pelo INPE foram registrados no PESRM 4 focos de queimadas no período de janeiro a novembro de 2015. O resultado da pesquisa segue na tabela 1:

Tabela 1: Focos de queimadas detectados no PESRM entre janeiro e novembro de 2015.

Foco	Data	Município	Latitude	Longitude
1	17/10/2015	Ibirité	-20,053	-44,044
2	17/10/2015	Ibirité	-20,063	-44,042
3	15/10/2015	Belo Horizonte	-20,036	-44,012
4	17/10/2015	Ibirité	-20,064	-44,054

Todos os dados de focos foram registrados em outubro de 2015, mês que corresponde ao período crítico de ocorrência de incêndios florestais em Minas Gerais. A área de abrangência destes focos segue na Figura 3:

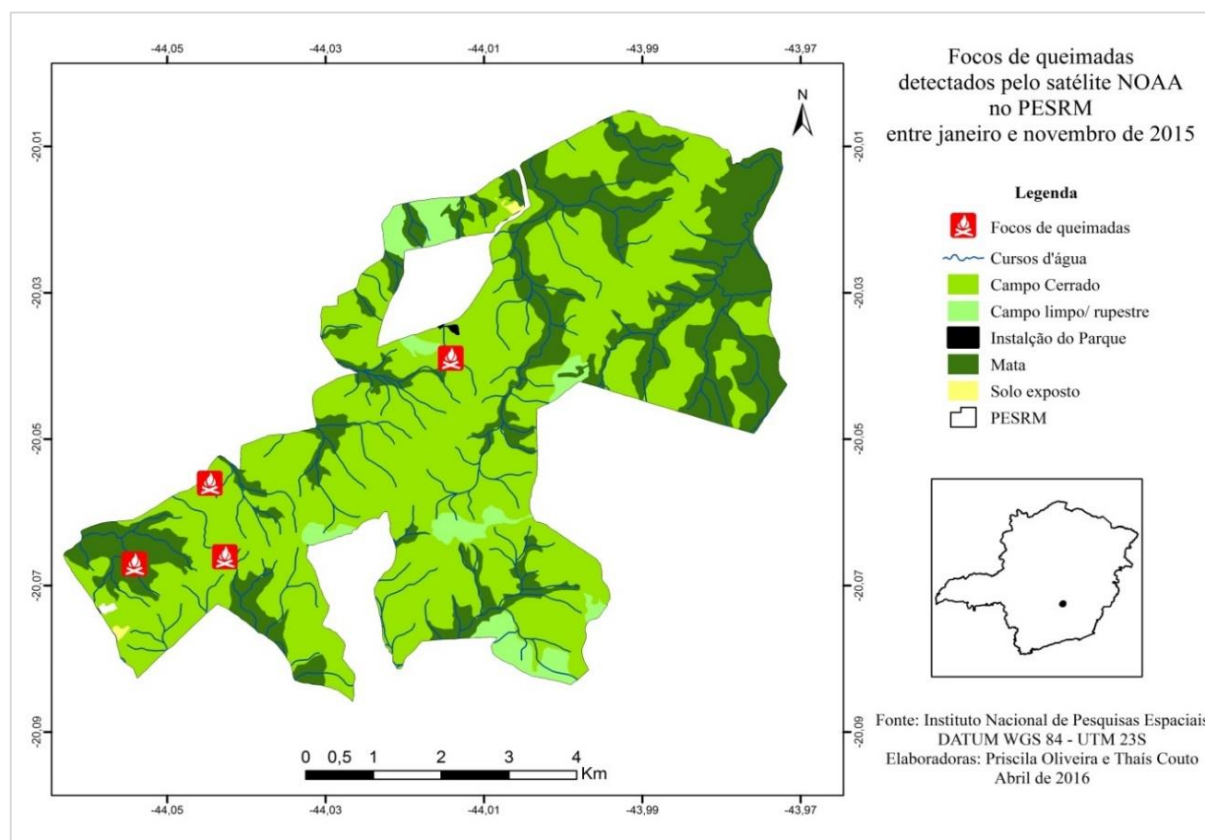
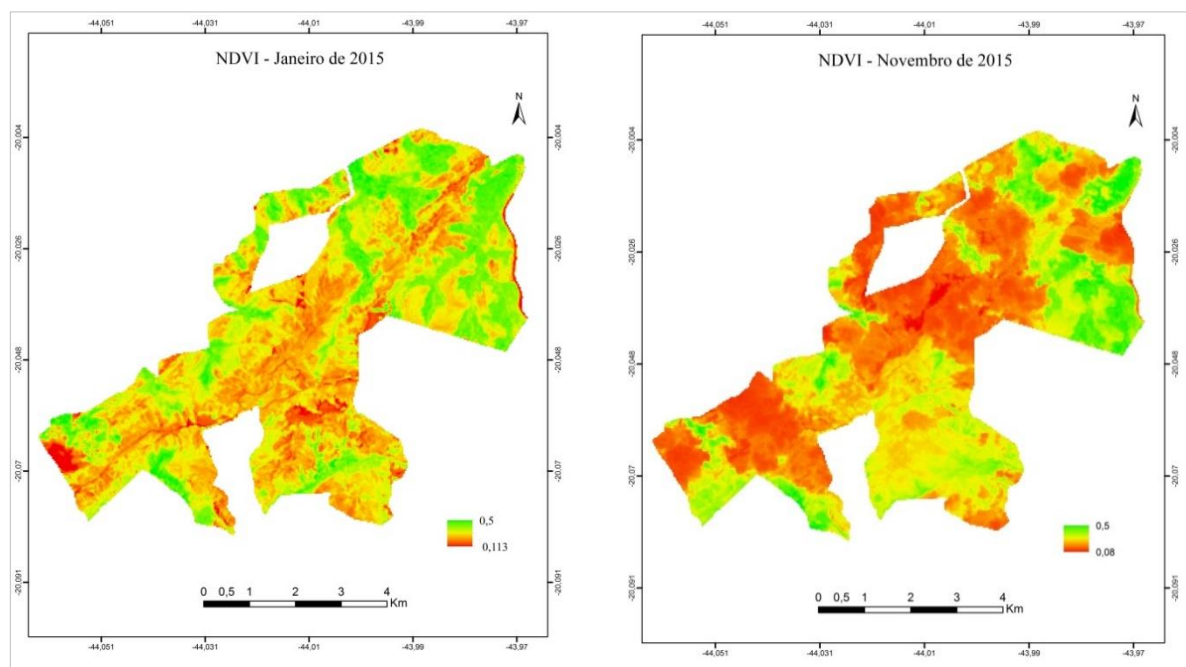


Figura 3: Focos de queimadas no PESRM

Os focos de queimadas foram registrados em diferentes pontos do Parque como já pudera ser observado na tabela 1. Entretanto, nota-se pela área de ocorrência dos incêndios, que a fisionomia Campo cerrado obteve maior quantidade de focos em relação às Matas.

A fim de melhor analisar os efeitos destes focos no PESRM, o NDVI fora calculado em diferentes meses de 2015, precisamente em janeiro e novembro. O primeiro mês é caracterizado pelo período úmido no estado, enquanto novembro marca o fim do período crítico de ocorrência de incêndios. Os resultados dos cálculos NDVI realizados em imagens OLI/Landsat-8 seguem nas Figuras 4 e 5:





Figuras 4 e 5: Resultado da aplicação do cálculo NDVI nas imagens OLI/Landsat-8.

O NDVI de janeiro de 2015 apresentou valores no intervalo de 0,113 – 0,5; de modo que quanto mais próximo do valor 0,113, menor é a presença de vegetação e quanto mais próximo de 0,5 maior é a presença desta. Os maiores valores do índice coincidem com as áreas de Mata densa, uma vez que esta fitofisionomia propicia uma maior reflectância de seus dosséis. Já os valores mais baixos condizem com as outras classes presentes no Parque, como os Campos limpo/rupestre e cerrado.

O NDVI de novembro, por sua vez, apresentou valores similares ao mês úmido, com intervalo de 0,08 – 0,5. Como ocorrera em janeiro, os maiores valores corresponderam às áreas de Mata densa, enquanto os menores índices se dispersaram em diferentes classes de uso do Parque. Os pontos em que foram detectados focos de queimadas apresentaram menores valores NDVI, tanto para as porções do extremo oeste do PESRM quanto para o foco detectado mais ao centro. Entretanto, mesmo que os pontos coincidam, as áreas de menor valor NDVI possuem maior abrangência no Parque, embora o índice não tenha sido negativo, o que sugere que outros fatores estejam relacionados a esta área de extensão. O sensor OLI/Landsat-8 tem como uma de suas principais características a boa reflectância de nuvens, fato que provavelmente interferiu nos resultados, já que novembro marca o fim do período crítico com o início de chuvas em Minas Gerais, bem como no sudeste brasileiro. Não obstante, mesmo com a interferência destas, as imagens resultantes do NDVI representam as condições da vegetação, antes e após a ocorrência das queimadas.

#### 4. Conclusões

A comparação entre os resultados obtidos nos períodos selecionados apresentam pouca variação dos valores NDVI, entretanto, é perceptível a alteração do comportamento da vegetação dada pela diferentes respostas espectrais em função da estação que, conforme mencionado, proporciona maior ou menor vitalidade vegetal.

Um fator significativo refere-se à presença de nuvens, que limitam os resultados. Todavia, as imagens das Figuras 4 e 5, ainda representam a realidade da vegetação tanto antes, quanto depois das queimadas, pois os pontos de criticidade vegetacional correspondem às queimadas representadas na Figura 3.

Quanto à utilização do NDVI como suporte na análise de queimadas, o índice não foi satisfatório para as pretensões do estudo, uma vez que foram detectados poucos focos de incêndio no período analisado, além de ter ocorrido interferências indesejadas nas imagens Landsat-8.

Os resultados obtidos com o auxílio do sensoriamento remoto, demonstram que suas ferramentas são indispensáveis para a conservação e manejo dos recursos naturais, tendo em vista que as precisões dos dados podem contribuir em intervenções que mitiguem as perdas causadas por incêndios em áreas de UCs, bem como em monitoramento que previnam a ocorrência destas.

### **Agradecimento**

Agradecemos ao professor Philippe Maillard pela formação introdutória ao Sensoriamento Remoto, conjuntamente a equipe de alunos do CSR da Universidade Federal de Minas Gerais pelas orientações constantes, aos colegas do grupo de estudos direcionados que contribuíram na expansão dos conhecimentos sobre o tema.

### **Referências Bibliográficas**

Fagundes, V. J. **Incêndios Florestais em Unidades de Conservação de Proteção Integral da Região Metropolitana De Belo Horizonte, MG.** 2016. 123 p. Dissertação (Mestrado em Restauração de Ecossistemas Florestais). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2016.

Florenzano, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** São Paulo: Oficina de Textos. 2007. 101 p.

Governo do estado de Minas Gerais. **Decreto 45.960, de 02 de maio de 2012.** Disponível em: <[http://www.casacivil.mg.gov.br/images/documentos/20120502\\_dec-45960\\_ftp.pdf](http://www.casacivil.mg.gov.br/images/documentos/20120502_dec-45960_ftp.pdf)> Acesso em: 14. Jul. 2016.

Instituto Estadual de Florestas. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, incluindo a Estação Ecológica de Fechos.** Belo Horizonte. 2007. Disponível em: <[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/Plano\\_de\\_Manejo/Rola\\_Moca/enc4\\_pesrm\\_eef-995.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/Plano_de_Manejo/Rola_Moca/enc4_pesrm_eef-995.pdf)> Acesso em: 8. Abril. 2016.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de dados de Queimadas.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/bdqueimadas/>>. Acesso em: 24. Abril. 2016.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação.** São José dos Campos: Parêntese, 2007. 127 p.

Porfírio, T. H. C. **Uso do solo e pressão antrópica no Parque Estadual Serra do Rola Moça, Belo Horizonte, MG.** 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.

Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3, Washington, 1973. **Proceedings...** Whashington: NASA, 1974, v.1, p.309-317, 1973.

United States Geological Survey (USGS). Disponível em: <<https://www.usgs.gov/>>. Acesso em: 24. Abril. 2016.