

## **Identificação do desmatamento através da análise comparativa do *Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI) e *Ratio Vegetation Index* (RVI) no município de Juiz de Fora - MG**

Giana Grupioni Rezende<sup>1</sup>  
Lais Barbosa Teodoro Alves<sup>2</sup>  
Danielle Campos Vasconcelos<sup>3</sup>  
Patyara Brommenschenkel Barcellos Pinheiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV  
36570-000 - Viçosa - MG, Brasil  
giana.rezende@ufv.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV  
36570-000 - Viçosa - MG, Brasil  
lais.teodoro@ufv.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV  
36570-000 - Viçosa - MG, Brasil  
danielle.vasconcelos@ufv.br

<sup>4</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV  
36570-000 - Viçosa - MG, Brasil  
patyara.pinhei@ufv.br

**Abstract.** The vegetation indices are used in various areas of remote sensing. They are mainly used in environmental studies interested in doing analysis on land cover in a certain region. This study has as objective to compare two types of vegetation indices in rural Juiz de Fora (MG). This comparison will be done with images georeferenced. The proposed work can provide data for monitoring and prevention of common deforestation in the region. The reason of deforestation has been: creating new roads, mains, pipes for sanitation and urban sprawl. The data analyzed in the LANDSAT TM sensor - 5 which make it possible to monitor natural resources. The comparison between the vegetation index (NDVI) and ratio vegetation index (RVI) is performed on an area in a given time period. This comparison allows the identification of biomass and its spatial distribution for auxiliary information in many geographical information systems to date and accurate fashion. The results showed that the images with the values of RVI and NDVI are very similar; however the NDVI has better clarity to target classes. The RVI detected almost twice deforested areas, which makes the NDVI a more reliable indicator, also shows an important tool in the identification of plant biomass.

**Palavras-chave:** cobertura vegetal, sensoriamento remoto, LANDSAT – 5, áreas desmatadas, supressão vegetal.

### **1. Introdução**

O município de Juiz de Fora está situado nos limites da Floresta Estacional Semidecidual Montana na Zona da Mata de Minas Gerais (Sato, 1995). A região é caracterizada pelo bioma Mata Atlântica, reconhecido como uma das maiores biodiversidades do planeta. Porém é uma das mais ameaçadas, apresentando vários problemas de ordem ambiental, um dos principais deles, os desmatamentos e o crescimento populacional desordenado.

A região de Juiz de Fora, de acordo com a classificação de Köppen, possui clima Cwb (tropical de altitude) com concentração das chuvas nos meses de outubro a abril com temperaturas mais elevadas, com estação seca de maio a setembro. Os índices pluviométricos obtidos de 1970 a 2007 apresentam uma média anual de 1.536 mm (TORRES, 2006).

A baixa umidade proporciona um déficit na formação de nebulosidade, favorecendo uma maior atuação da radiação solar sobre a superfície. Esta por sua vez eleva a temperatura do ar, o que contribui para a propensão de ocorrência do fogo (TORRES, 2006).

O desmatamento pode estar relacionado quando se determina o ponto ao qual a utilidade marginal de florestas iguala a utilidade marginal de área agrícola da terra. Ou seja, a falta de espaço para a produção agrícola ocasiona a supressão vegetacional das florestas. Por exemplo, as diminuições de cobertura florestal podem ocorrer devido às áreas agrícolas em torno das cidades. Segundo, Rudel et al. (2005), é preciso investigar e encontrar evidências desta relação entre cobertura florestal e desmatamento.

Imagens obtidas por satélite podem ser úteis no estudo de identificação de vários fenômenos e feições da superfície terrestre. É necessário interpretar diferentes tipos de imagens para obtenção de estudos e monitoramentos de queimadas e desflorestamentos. Pode-se gerar mapas para uso e cobertura da terra, além de mapear áreas agrícolas e urbanas, acompanhando sua transformação e expansão (MOREIRA, 2011).

Com o satélite LANDSAT, de origem norte americana, tornou-se possível monitorar recursos naturais. O lançamento do sensor *Thematic Mapper* (TM) a bordo do satélite LANDSAT - 5, em 1984, permitiu a possibilidade de novas técnicas de aplicação do sensoriamento remoto. Esse sensor de digitalização avançada e multiespectral foi projetado para alcançar maior resolução da imagem melhorando tanto a fidelidade geométrica quanto a precisão da resolução radiométrica, aumentando o número de bandas espectrais, o que abrange os estudos de quantificação de biomassa florestal (NASA, 2012).

A área do terreno focalizada a uma dada altitude por um instrumento sensor define *Instantaneous Field Of View* (IFOV). No sensor TM, uma cena apresenta um IFOV de 30 x 30 m nas bandas 1 a 5 e 7, enquanto que a banda 6 o IFOV é de 120 x 120 m do chão (NASA, 2012).

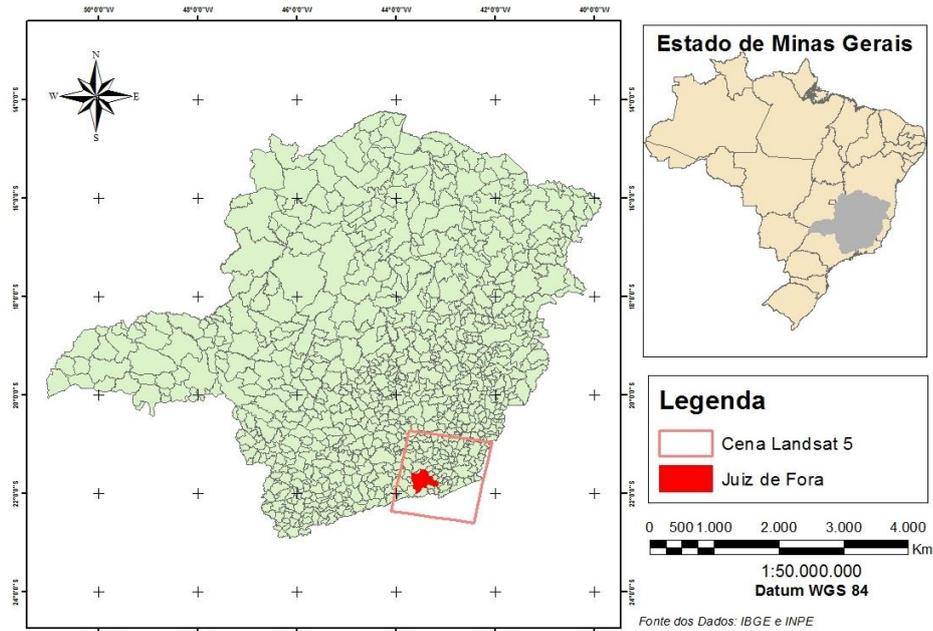
Entre os vários tipos de índices de vegetação, o Ratio Vegetation Index – RVI é universalmente o mais conhecido. Esse índice consiste na divisão da banda do infravermelho próximo (IVP), região em que a vegetação mostra-se com maior reflectância, sobre a banda situada no vermelho (R), onde a vegetação possui alta absorção da luz solar visível devido à presença de pigmento verde, a clorofila (MENESES, ALMEIDA, 2012).

Nos métodos de mapeamento de supressão vegetacional, desenvolvidos nas áreas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, o índice de vegetação mais utilizado para realçar os alvos de interesse como a biomassa vegetal é o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Esse índice é um indicador de vegetação similar e um pouco mais complexo que o RVI. Pois o NDVI serve para destacar a avaliação do vigor da cobertura vegetal ocorrente em uma área. Este indicador é dado pela razão que envolve a diferença e a soma entre as bandas de alta correlação entre si. Neste caso, duas bandas do infravermelho próximo e duas do vermelho (MENESES, ALMEIDA, 2012).

## **2. Metodologia de Trabalho**

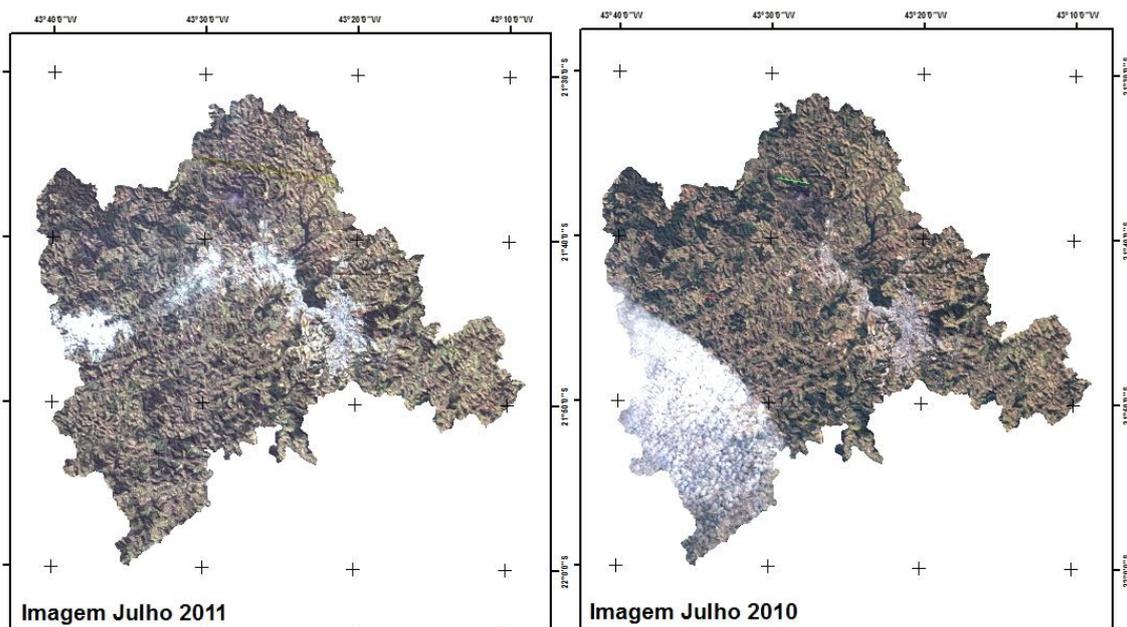
Para as análises dos índices de vegetação no município de Juiz de Fora, foram utilizadas duas imagens orbitais do sensor TM acoplado ao satélite LANDSAT - 5 de órbita 217 ponto 075. As imagens estão disponíveis para download de forma gratuita pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). O período selecionado corresponde ao mês de julho dos anos de 2010 e 2011.

A partir do software *Environment for Visualizing Images* ENVI 4.5 © realizou-se as etapas de pré-processamento para a junção das bandas em um único arquivo para ser facilmente manipulado. As bandas utilizadas e fornecidas pelo INPE foram: bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.



**Figura 1:** Mapa do Estado de Minas Gerais e Localização da Cena Landsat-5 217/075  
**Fonte:** Inpe e IBGE, adaptado no ArcGis 9.3

A correção geométrica ou georreferenciamento coloca a imagem em sua exata posição espacial para proporcionar análises mais precisas, dispondo na mesma posição outras imagens, mesmo estando em períodos distintos. Nesta correção foram utilizadas imagens *RapidEye* com resolução espacial de 5 metros, disponibilizadas pelo Centro de Estudos e Desenvolvimento Florestal (CEDEF) do Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Viçosa-MG. O software empregado nesse procedimento foi o ArcGIS 9.3®. Para melhor precisão, adotou-se um resíduo (RMS) menor que 0,5.



**Figura 2:** Imagens corrigidas geometricamente e recortadas para o estudo na região de Juiz de Fora  
 Composição RGB321 (falsa cor)

**Fonte:** INPE e IBGE, adaptado no ArcGIS 9.3 e ENVI 4.5.

Segundo Ippoliti-Ramilo, “os índices de vegetação foram criados para ressaltar o comportamento espectral da vegetação nos solos” (1999). Para provar isso foram usados dois índices: NDVI e RVI.

O NDVI envolve a diferença e soma entre duas bandas do infravermelho próximo e do vermelho, segundo a razão:

$$NDVI = \frac{(IVP-R)}{(IVP+R)} \quad (1)$$

O RVI é obtido através da divisão da banda situada no infravermelho próximo, região onde a vegetação se mostra com mais refletância, pela banda situada no vermelho, onde a vegetação possui alta absorção da luz solar visível, segunda a Equação 2:

$$RVI = \frac{IVP}{R} \quad (2)$$

Os índices NDVI e RVI foram criados a partir do software ENVI 4.5. A quantificação das áreas desmatadas foi obtida a partir de uma diferença da imagem NDVI de 2011 pela imagem NDVI de 2010. Para as imagens RVI, a quantidade de áreas desmatadas obteve-se pela diferença da imagem RVI de 2011 pela imagem RVI de 2010.

Posteriormente realizou-se a comparação entre os dois índices, por meio da diferença entre as imagens (NDVI/RVI) 2011 - (NDVI/RVI) 2010.

Com os dados das variações de refletâncias dos NDVI's e RVI's realizou-se a criação de polígonos, com objetivo de classificar onde realmente aconteceu o desmatamento.

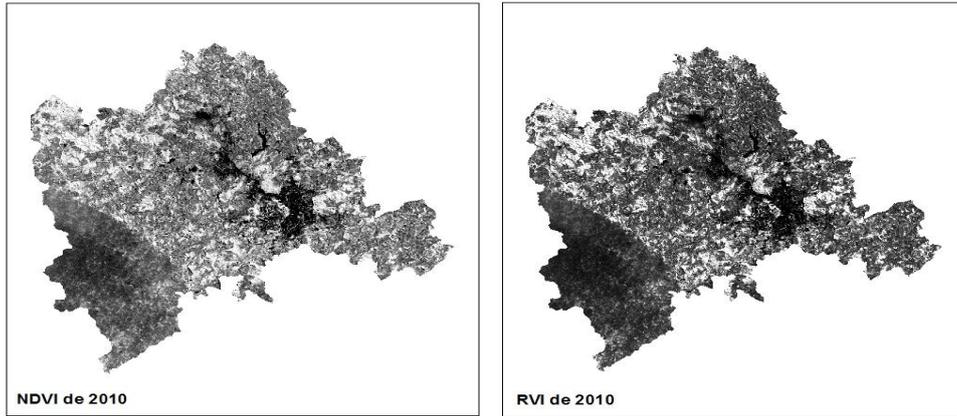
### 3. Resultados e Discussão

Matematicamente, esses dois índices apresentam equivalência funcional, ou seja, contêm o mesmo tipo de informações biofísicas das culturas. No entanto, segundo Moreira (2011) o NDVI é mais sensível à vegetação esparsa do que o RVI.

De acordo com os resultados observa-se que as imagens com os valores de NDVI e RVI são bem semelhantes, entretanto o NDVI possui uma melhor nitidez às classes alvos, como mostrado nas Figuras 3 e 4. O NDVI é mais apropriado quando se pretende fazer uma comparação ao longo do tempo, pois é menos suscetível às variações das condições atmosféricas.

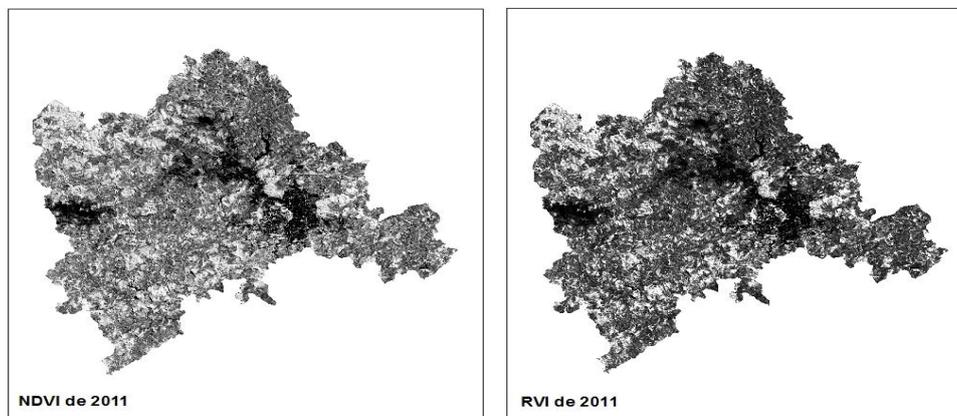
Os valores de NDVI oscilam entre -1 e +1, que correspondem respectivamente às características de estresse hídrico e de uma vegetação exuberante, ou seja, valores negativos são áreas com ausência total de vegetação, os solos expostos ficam com valores próximos a zero, e próximo a +1 são vegetações densas (FIRMINO et al., 2009).

Nas cartas dos índices NDVI e RVI as áreas de cobertura vegetal aparecem em graduação de tons de cinza Figuras 3 e 4, onde os tons mais claros correspondem às áreas com maior cobertura vegetal, enquanto os níveis de cinzas mais escuros representam baixos índices de vegetação. Esses valores baixos correspondem às áreas urbanas, solo exposto e corpos d'água.



**Figura 3:** NDVI e RVI de 2010

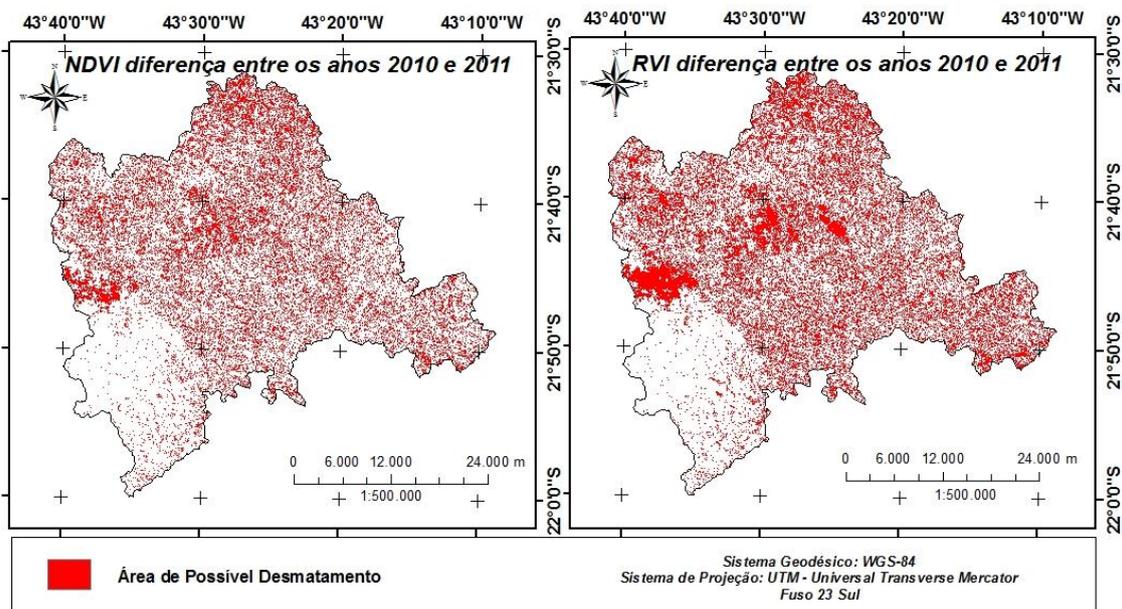
Fonte: INPE e IBGE, adaptado no ArcGIS 9.3 e ENVI 4.5



**Figura 4:** NDVI e RVI de 2011

Fonte: INPE e IBGE, adaptado no ArcGIS 9.3 e ENVI 4.5

A diferença entre as imagens (NDVI/RVI) 2011 - (NDVI/RVI) 2010 como mostra a Figura 5, revelam à subtração dos valores dos pixels, no qual os pontos de supressão da vegetação são baseados nos valores de NDVI e RVI.



**Figura 5:** Áreas com possíveis supressões da vegetação

Fonte: INPE e IBGE, adaptado no ArcGIS 9.3 e ENVI 4.5

As tabelas geradas pelas variações de refletâncias dos NDVI's e RVI's Tabelas 1 e 2 mostram as áreas desmatadas. As coordenadas foram adicionadas com intuito de facilitar uma posterior visita a campo, e assim, melhorar a qualidade do levantamento resultando em uma maior precisão dos dados.

**Tabela 1.** Áreas com desmatamento pelo NDVI

Ponto	Área (m <sup>2</sup> )	Coordenada X	Coordenada Y
0	3.678,073	656.682,181	7.616.756,222
1	4.591,505	658.165,658	7.609.176,959
2	10.126,830	658.294,391	7.609.148,302
3	47.336,541	658.654,979	7.609.140,271
4	80.773,260	659.098,969	7.610.495,654
5	212.997,723	642.724,368	7.602.908,896
6	1.820,640	642.872,651	7.602.953,857
7	4.533,728	642.954,017	7.603.008,565
8	31.436,243	642.763,422	7.603.299,983
9	34.380,606	639.598,368	7.606.516,462
10	17.934,877	639.490,345	7.606.048,320
11	21.438,899	645.085,895	7.606.819,550
12	11.256,845	645.108,022	7.607.019,996
13	4.771,251	645.199,190	7.606.709,857
14	21.291,569	656.477,365	7.584.760,540
<b>Área total: 508.368,590 m<sup>2</sup></b>			

**Tabela 2.** Áreas com desmatamento pelo RVI

Ponto	Área (m <sup>2</sup> )	Coordenada X	Coordenada Y
0	3.678,073	656.682,181	7.616.756,222
1	80.773,260	659.098,969	7.610.495,654
2	212.997,723	642.724,368	7.602.908,896
3	1.820,640	642.872,651	7.602.953,857
4	4.533,728	642.954,017	7.603.008,565
5	31.436,243	642.763,422	7.603.299,983
6	34.380,606	639.598,368	7.606.516,462
7	17.934,877	639.490,345	7.606.048,320
8	21.438,899	645.085,895	7.606.819,550
9	11.256,845	645.108,022	7.607.019,996
10	4.771,251	645.199,190	7.606.709,857
11	21.291,569	656.477,365	7.584.760,540
12	222.268,314	658.639,661	7.609.120,366
13	123.489,576	654.936,219	7.610.701,066
14	83.648,406	654.918,905	7.610.004,914
15	155.305,694	655.632,246	7.610.063,888
16	81.350,956	640.208,257	7.602.678,244
<b>Área total: 1.112.376,658 m<sup>2</sup></b>			

O NDVI e RVI podem auxiliar institutos estaduais e federais no processo de métodos para o monitoramento da supressão vegetal. Permite identificar a presença de vegetação verde na superfície e caracterizar sua distribuição espacial bem como a evolução de seu estado ao longo do tempo.

É uma ferramenta direta, porém, dá uma informação aproximada das propriedades da vegetação. O ideal é fazer análises e coletar amostras em campo para aumentar a confiança dos resultados encontrados. Em uma escala regional, entretanto, pode ser bastante útil para dar uma avaliação geral.

#### 4. Conclusões

Conclui-se com o presente trabalho, que a utilização de imagens orbitais no sensoriamento remoto, mostrou-se uma importante ferramenta para análise da superfície com cobertura vegetal mostrando o desmatamento no município de Juiz de Fora – MG.

O desmatamento pode ser atribuído devido às práticas de uso e ocupação do solo, como queimadas, remoção de vegetação, cortes irregulares e lançamento de resíduos. Tais problemas comuns nessa região.

As condições mais prováveis para o desmatamento na área em estudo decorrem de fatores climáticos e incêndios florestais, por consequência de condições atmosféricas no período de seca e devido à baixa umidade do ar, características do inverno brasileiro.

Observou-se que o RVI detectou quase o dobro de áreas desmatadas e a provável diferença entre os índices em questão ocorreu devido a maior sensibilidade da vegetação esparsa e por ser menos suscetível às condições atmosféricas no NDVI.

O índice que apresenta melhor vantagem é o NDVI. Dois motivos que resumem a superioridade desse índice quando comparado com o RVI são devido sua simplicidade em não exigir informações auxiliares adicionais e a capacidade de compactar o tamanho dos dados a serem manipulados, já que este substitui duas bandas espectrais por um único campo novo.

O estudo mostra que os usos do RVI e do NDVI não permitem só mapear a vegetação, mas sim medir a quantidade e a condição de uma determinada área.

#### Agradecimento

Ao Centro de Estudos e Desenvolvimento Florestal (CEDEF) do Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Viçosa-MG pela disponibilização das imagens.

Ao Departamento de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Viçosa, que incentivaram e permitiram a realização deste trabalho.

#### Referência Bibliográfica

Firmino, J. L. N.; Lima, E.A.; Filho, M. F. G.; Araújo, P. C. Identificação de impactos ambientais através da análise comparativa do índice de vegetação derivado do satélite LANDSAT - 5 para a cidade de São João do Rio do Peixe na Paraíba com a precipitação. **Revista Verde**. v.4, n.2, p.17-22, 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/home/download/geociencias.shtm>>. Acesso em: 20 out. 2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 20 out. 2012.

Ippoliti-ramilo, G. A. Imagens TM/LandSat-5 da época de pré-plantio para a revisão da área de culturas de verão. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE. 1999.

Meneses, P. R.; Almeida, T. (org.) Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília: CNPq, 2012. 266 p.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 422 p.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). **O Thematic Mapper**. 2012. Disponível em: <<http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/tm.html>>. Acesso em: 03 nov. 2012.

Rudel, T. K., Coomes, O. T., Moran, E., Archard, F., Angelsen, A., Xu, J. Forest transition: towards a global understanding of land use change. **Global Change Biology**. v. 15, p. 23-31. 2005.

SATO, J. **Mata Atlântica: direito ambiental e a legislação**. Rio de Janeiro:Hemus. 1995.

Torres, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz De Fora (MG). **Caminhos de geografia**. v.7, n.18, p.162-171, 2006. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15426/8724>>. Acesso em 03 nov. 2012.