

# REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS



**Índices de Vegetação na caracterização da bacia do Ribeirão da Prata, Lençóis Paulista – SP<sup>1</sup>**

Victor Costa Leda<sup>2</sup>, Jannaylton Éverton Oliveira Santos<sup>2</sup>, Roberto Filgueiras<sup>2</sup>,  
Donizeti Aparecido Pastori Nicolete<sup>2</sup>, Célia Regina Lopes Zimback<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Aceito para Publicação no 1º Trimestre de 2016.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- Campus Botucatu,  
victorleda@gmail.com, jannaylton@gmail.com, betofilgueiras@gmail.com,  
dnicolete@gmail.com, czimback@gmail.com.

**Resumo:** A disseminação do uso das ferramentas de processamento digital de imagens orbitais tornou fundamental o uso de geotecnologias, principalmente, quando se trata de estudos e avaliações ambientais. A vegetação em bacias hidrográficas é normalmente usada como um indicador da qualidade ambiental. Este estudo teve como objetivo avaliar e espacializar as condições da cobertura do solo para uma bacia hidrográfica por meio de índices de vegetação. A região de estudo compreende a bacia do Ribeirão da Prata, localizado dentro dos limites do município de Lençóis Paulista, no estado de São Paulo. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat8/OLI para gerar os índices de vegetação. Realizou-se a conversão radiométrica e a correção atmosférica das imagens. Quatro índices de vegetação foram selecionados, o índice de vegetação da razão simples (SR), índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI), índice de área foliar (IAF) e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Os valores obtidos pelo IAF, SAVI e NDVI estão diretamente ligados à disponibilidade de água no perfil do solo, assim, a imagem do período úmido não apresentou valores baixos, além de mostrar as classes mais homogêneas quando comparadas com a imagem do período seco. O uso de índices de vegetação mostrou-se importante para a caracterização da bacia.

**Palavras-chave:**Sensoriamento Remoto, Landsat8/OLI, Sistemas de Informação Geográfica.

## **Vegetation index in the characterization of Ribeirão da Prata watershed,**

**LençóisPaulista - SP**

**Abstract:**The spread of digital processing tools, transformed the use of geotechnology in a crucial parameter, mainly, when it comes to studies and environmental assessments. The vegetation in watersheds is usually used as an indicator of environmental quality. This study aimed to assess and spatialize the ground cover conditions for a watershed through vegetation index. The study region is the watershed of the Ribeirão da Prata, located within the boundaries of LençóisPaulista county, in São Paulo state, Brazil. It used images from Landsat 8/OLI to generate the indexes. it was realized radiometric calibration and atmospheric correction for the images. Four vegetation indices were selected in this study, the simple vegetation index ratio (SR), soil adjusted vegetation index (SAVI), index of area leaf (IAF) and the normalized difference vegetation index (NDVI). The values obtained by the IAF, SAVI and NDVI are directly linked to water availability in the soil, therefore, the image of wet period does not present low values, also, showed more homogeneous classes when it compared to the dry image. The use of vegetation index proved to be important for the characterization of watershed.

**Palavras-chave:** Remote Sensing, Landsat 8,Geographic Information System.

### **1. Introdução**

O avanço das tecnologias relacionadas à informações geográficas, com ênfase no sensoriamento remoto, permitiram aumentar a agilidade na avaliação do terreno e o uso e ocupação do solo.

A propagação do uso de ferramentas de processamento digital de imagens orbitais ou suborbitais, transformou o uso de geotecnologias em um item de grande importância, quando se trata de estudos e avaliações ambientais. A cobertura vegetal em

bacias hidrográficas usualmente é utilizada como indicador da qualidade ambiental(TORMOS et al. 2011).

São encontrados dezenas de índices de vegetação na literatura, sendo comprovada a eficiência dos dois índices mais comumente usados que são, a SRe oNDVI(RONDEAUX et al., 1996). Também são utilizados o SAVI e o IAF que promovem a obtenção e modelagem de parâmetros biofísicos das plantas, como a área foliar, biomassa e porcentagem de cobertura do solo(EPIPHANIO et al., 1996).

Dessa forma, aferir a densidade da cobertura vegetal constitui-se como estrutura essencial para estudos voltados para a gestão e planejamento de recursos naturais, análise ambiental, compreensão dos processos hidrológicos, diagnóstico da dinâmica no ambiente, entre outros estudos afins.

Este trabalho teve como objetivo avaliar e espacializar as condições de cobertura do solo para a bacia do Ribeirão da Prata, por meio de técnicas de processamento digital acopladas a índices de vegetação com o uso de imagens do satélite Landsat 8/OLI.

## **2. Metodologia de Trabalho**

### **2.1 Área de Estudo**

A região de estudo é a bacia do Ribeirão da Prata, afluente da margem direita do Rio Lençóis, localizado dentro do perímetro do município de Lençóis Paulista, no estado de São Paulo (Figura 1). A bacia do Ribeirão da Prata possui aproximadamente 6400 hectares, o curso principal tem o comprimento de 18,7 km e possui um desnível de aproximadamente 150 metros. A maior parte da bacia está ocupada por cana de açúcar, também há presença de vegetação nativa, área urbana, silvicultura e pastagens(LEDA et al.2014).



Figura 1. Localização da área de estudo

## 2.2 Processamento das Imagens

Utilizaram-se duas imagens do satélite Landsat 8/OLI (Operational Land Imager) da órbita 220 e ponto 076, adquiridas gratuitamente por meio do catálogo de imagens do portal GLOVIS, com datas de 30/01/2014 e 11/09/2014, representando os períodos úmido e seco, respectivamente.

A conversão radiométrica e a correção atmosférica das imagens foram realizadas com auxílio do plugin Semi-Automatic Classification (CONGEDO et al. 2013) inserido no programa livre QGIS 2.2.0, sendo utilizado o método de subtração do objeto escuro (DOS) proposto por Chavez (1988).

Posteriormente, foi realizado o cálculo dos índices de vegetação e a finalização dos mapas no software ArcGIS 10.2.2.

## 2.3 Índices de vegetação

Foram selecionados quatro índices de vegetação, sendo eles o Índice de Vegetação da Razão Simples (SR), Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI), Índice de Área Foliar (IAF) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Relatos da literatura mostram que o SR foi o primeiro índice a ser utilizado no sensoriamento remoto para avaliar e caracterizar a superfície terrestre (JORDAN, 1969),

esse é obtido a partir da divisão entre as bandas do infravermelho próximo e do vermelho (Equação 1):

$$SR = \frac{\rho_{ivp}}{\rho_v}$$

(1)

Sendo:  $\rho_{ivp}$  a reflectância no infravermelho próximo e  $\rho_v$  a reflectância no vermelho.

O SAVI leva em consideração os efeitos do solo exposto (Equação 2), este índice surgiu como alternativa ao NDVI, buscando reduzir o efeito do solo em seu valor final.

$$SAVI = \frac{(1+L_s)(\rho_{ivp} - \rho_v)}{(L_s + \rho_{ivp} + \rho_v)}$$

(2)

Sendo:  $L_s$  uma constante denominada de fator de ajuste do índice SAVI, que segundo Huete (1988), pode assumir valores de 0,25 (vegetação densa), 0,5 (vegetação de densidade média) e 1,0 (vegetação com baixa densidade). Neste trabalho utilizou-se o valor de 0,5 devido a heterogeneidade da área de estudo.

O IAF é um indicador da área da folia remcada pixel da imagem (Equação 3), definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizado por essa vegetação (JENSEN 2009).

$$IAF = \frac{-\ln(\frac{0,69 - SAVI}{0,59})}{0,91}$$

(3)

O NDVI descrito por Rouse et al. (1973) normaliza a razão simples para um intervalo de -1,0 a +1,0, sendo que as áreas de vegetação mais densas se aproximam dos limites superiores, e áreas com vegetação menos densa se aproximam zero. É um índice de alta aplicabilidade em áreas agrícolas e ambientais (Equação 4).

$$NDVI = \frac{(\rho_{ivp} - \rho_v)}{(\rho_{ivp} + \rho_v)}$$

(4)

### 3. Resultado e Discussão

Estão apresentados na Tabela 1 os parâmetros estatísticos dos índices de vegetação da bacia do Ribeirão da Prata. Observa-se a ocorrência de variações nos valores de mínimo, média e máximo, devido às diferentes datas das cenas.

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos para os resultados dos índices de vegetação calculados.

| Índice de vegetação                                 | Data       | Mínimo | Média | Máximo |
|---|------------|--------|-------|--------|
| Índice de Vegetação da Razão Simples (SR)           | 30/01/2014 | 0,23   | 7,45  | 44,01  |
|   | 11/09/2014 | 0,15   | 4,10  | 37,39  |
| Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI)     | 30/01/2014 | -0,24  | 0,44  | 0,74   |
|   | 11/09/2014 | -0,1   | 0,29  | 0,69   |
| Índice de Área Foliar (IAF)                         | 30/01/2014 | -0,5   | 1,08  | 4,10   |
|   | 11/09/2014 | -0,33  | 0,47  | 5,83   |
| Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) | 30/01/2014 | -0,62  | 0,68  | 0,96   |
|   | 11/09/2014 | -0,74  | 0,48  | 0,95   |

Estão apresentados na Figura 2 os mapas das imagens processadas referentes ao cálculo de SR para os dois períodos estudados. Devido a razão entre a banda do infravermelho e do vermelho, os valores apresentados são altos quando comparados a outros índices. A porção inferior esquerda da área de estudo apresenta silvicultura, apresentando valores altos na banda do infravermelho e baixos na banda do vermelho, caracterizando alto vigor vegetativo, acarretando em valores superiores.

Em janeiro a bacia apresentou valores médios de SR de 7,45, máximo de 44,01 e mínimo de 0,23, já em setembro o valor médio foi de 4,10, máximo de 37,39 e mínimo de 0,15.

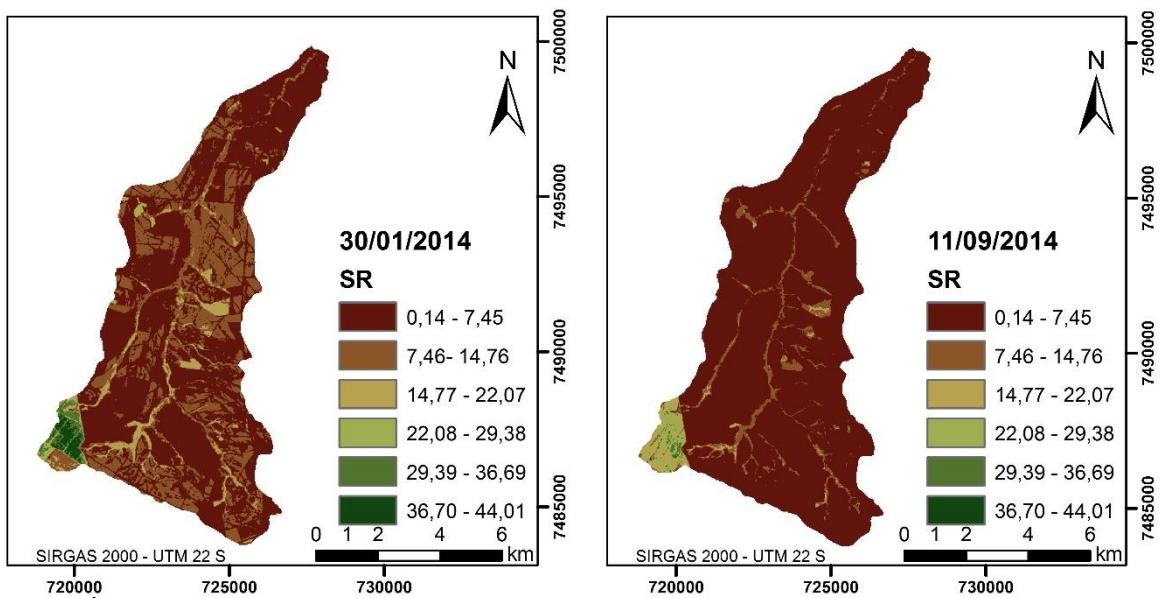


Figura 2. Índice de vegetação da razão simples

O IAF apresentado na Figura 3, demonstrou menores valores no período seco e maiores no período úmido, sendo um ótimo indicador da biomassa do local. Pode-se observar que a área com silvicultura é o local com os maiores valores desse índice, visto que é a única região ao longo da bacia com maior presença de plantio de floresta comercial.

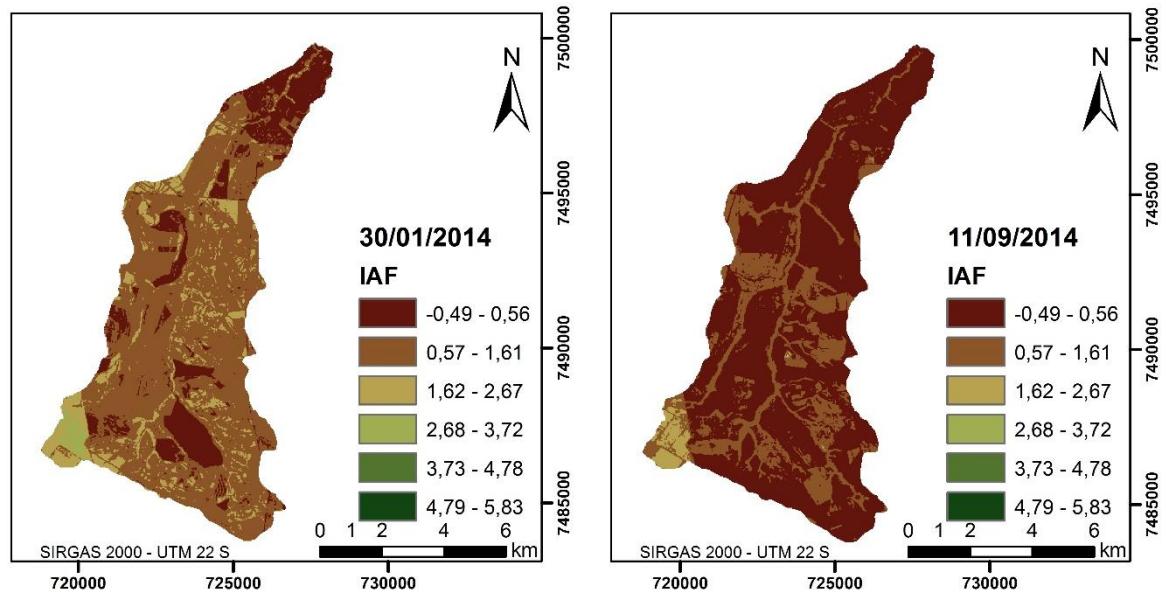


Figura 3. Índice de Área Foliar.

Observa-se na Figura 4 o SAVI, que permite reduzir as interferências do solo nas análises da vegetação, minimizando o efeito de solos claros ou escuros (HUETE, 1988). Observa-se que no período úmido seus valores são mais elevados. Os valores mais

baixos nas duas imagens são áreas com vegetação esparsa, solo exposto ou área urbana, e os maiores valores representam as áreas com vegetação com maior vigor.

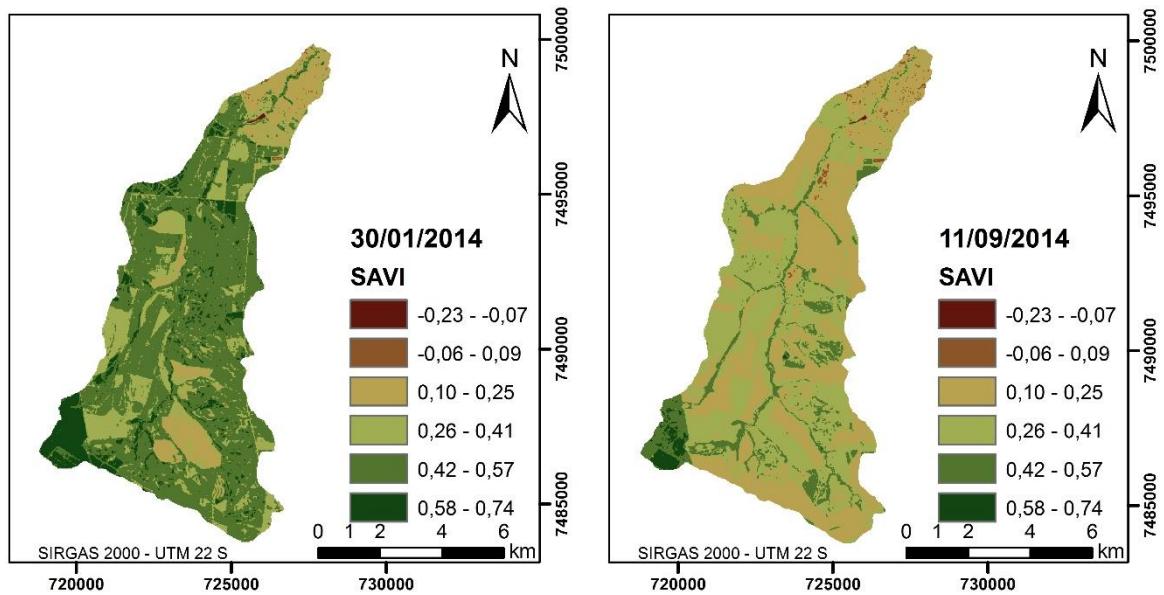


Figura 4. Índice de Vegetação Ajustado para o Solo.

O NDVI demonstra semelhanças com o SAVI. Nos dois períodos ocorreram valores negativos, representados por corpos d'água. No período úmido, quase toda a área plantada da bacia se enquadra na classe de maiores valores do índice, já no período seco, destaca-se a vegetação nativa no entorno dos córregos e a área composta por silvicultura, as outras áreas se enquadram em classes inferiores, demonstrando uma vegetação menos densa, em processo de desenvolvimento, ou com baixa quantidade de água no perfil do solo (BORATTO e GOMIDE, 2013).

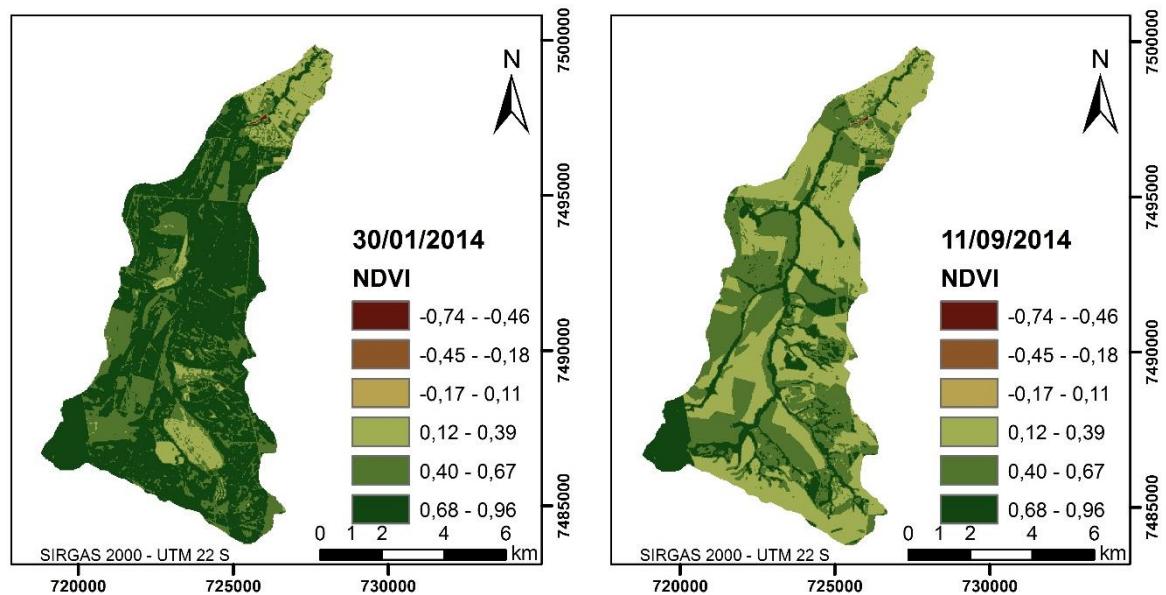


Figura 5. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.

#### 4. Conclusões

Devido sua própria formulação, o SR apresentou os maiores valores na bacia nos dois períodos estudados quando comparado aos outros índices.

Os valores obtidos pelos IAF, SAVI e NDVI estão ligados a disponibilidade hídrica do perfil do solo, dessa forma a imagem do período úmido não apresenta valores tão baixos e suas classes são mais homogêneas quando comparadas ao período seco.

A utilização dos índices demonstrou-se importante para a caracterização e manejo dentro da bacia.

#### 5. Referências Bibliográficas

Boratto, I. M. P. ; Gomide, R. L . Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu, Brasil. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7345-7352. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0075.pdf>>. Acesso em: 20.out.2014.

Epiphanio, J. C. N.; Gleriani, J. M.; Formaggio, A. R.; Rudorff, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996. Disponível em: <<http://mtc>

m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.09.04/doc/4503-17825-1-PB.pdf  
>. Acesso em: 21.out.2014.

Congedo, L.; Michele, M.; Macchi S. (2013). “**Investigating the Relationship between Land Cover and Vulnerability to Climate Change in Dar es Salaam**”. Working Paper, Rome: Sapienza University. Disponível em: <[http://www.planning4adaptation.eu/Docs/papers/08\\_NWP-DoM\\_for\\_LCC\\_in\\_Dar\\_using\\_Landsat\\_Imagery.pdf](http://www.planning4adaptation.eu/Docs/papers/08_NWP-DoM_for_LCC_in_Dar_using_Landsat_Imagery.pdf)>. Acesso em 09.dez.2015

Cruz, M. A. S.; Souza, A. M. B.; Jesus, J. S. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japaratuba-Mirim em Sergipe. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011, Curitiba, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1357-1365. Disponivel em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0811.pdf>>. Acessoem 23.out.2014.

Huete, A.R.. A soil-adjusted vegetation index. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier Science Publishing Co., New York, USA. 25:295-309. 1988.

Jensen, J. R. (1949) **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres** / tradução José Carlos Neves Epiphanio et al. São José dos Campos. SP. 2009

Jordan, C.F. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. **Ecology**, 50:663-666, 1969.

Leda, V. C. ;Nicolete, D.A.P. ; Pezzoni Filho, J.C. ; Sartori, A.A. C.; Zimback, C.R.L. **Uso do Solo na Sub-Bacia do Ribeirão da Prata, Lençóis Paulista - SP**. Nativa, v. 2, p. 170-174, 2014. Disponível em:  
<http://periodicoscientificos.ufmt.br/index.php/nativa/article/view/1682>. Acesso em: 09.dez.2015

Moreira. R. C. **Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação.**

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) -

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos. 2000.

Rondeaux, G.; Steven, M.; Baret, F. Optimization of soil-adjusted vegetation indices.

**Remote Sensing of Environment**, v. 55, p. 95-107, 1996. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0034425795001867>>. Acesso em:

05.out.2014.

Tormos, T.; Kosuth, P.; Durrieu, S.; Villeneuve, B.; Wasson, J. G.; Improving the quantification of land cover pressure on stream ecological status at the riparian scale using High Spatial Resolution Imagery. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 36, p. 549–559, 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380013005462>>. Acesso em:

09.dez.2015.