

**ANÁLISE DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NDVI E SAVI E ÍNDICE DE  
ÁREA FOLIAR (IAF) PARA A COMPARAÇÃO DA COBERTURA  
VEGETAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO  
RIBEIRÃOZINHO, MUNICÍPIO DE SELVÍRIA – MS**

DOI: 10.4025/revpercurso.v7i2.28758

*Adalto Moreira Braz*

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
adaltobraz.geografia@gmail.com

*Thiago de Andrade Águas*

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
thdeandrade@gmail.com

*Patricia Helena Mirandola Garcia*

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
patriciaufmsgeografia@gmail.com

**RESUMO:** A aplicação do sensoriamento remoto para obtenção de dados de índices de vegetação já é muito difundida em aplicações florestais, na agricultura, nos meios de pesquisa e na obtenção da informação para análise e auxílio de campo. Informações são extraídas através de dados de reflexão espectral que permitem uma análise mais precisa da espacialização, densidade e dinâmica de diferentes classes de coberturas vegetais. O objetivo deste trabalho foi a análise multitemporal da dinâmica da cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho no município de Selvíria – MS, feita em dois anos distintos (2010 e 2014) por meio de imagens dos sensores orbitais da série Landsat (5 – sensor TM e 8 – sensor OLI). Os resultados auxiliaram em uma análise da espacialização e das mudanças ocorridas na cobertura vegetal em toda extensão desta bacia hidrográfica, além da comparação nos dados obtidos por meio dos índices de NDVI e SAVI e Índice de Área Foliar (IAF) e sua influência/importância e eficácia aplicados em análise de bacias hidrográficas.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto; Cobertura Vegetal; Análise Ambiental

## ANALYSIS OF CONTENTS OF VEGETATION NDVI AND SAVI AND FOLIAR AREA INDEX (FAI) FOR COMPARISON OF VEGETATION COVER IN WATERSHED STREAM RIBEIRÃOZINHO COUNTY OF SELVÍRIA – MS

**ABSTRACT:** The application of remote sensing to obtain data of vegetation index is already widespread in forestry applications in agriculture, research means and in getting information for analysis and field assistance. Information is extracted through spectral reflection data that enable a more precise analysis of the spatial distribution, density and dynamics of different classes of vegetation cover. The objective of this study was the analysis of multi-temporal dynamics of vegetation cover in the Watershed Stream Ribeirãozinho in county of Selvíria – MS, done in two different years (2010 and 2014) by means of images from Landsat series of satellite sensors (5 - TM sensor and 8 - OLI sensor) . The results helped on an analysis of spatial and changes in vegetation cover in the full extent of this basin, beyond comparison on data obtained through the index NDVI and SAVI and Leaf Area Index (LAI) and its influence / importance and effectively applied in analysis of watersheds.

**Key words:** Remote Sensing; Vegetal Cover; Environmental Analysis.

### 1 INTRODUÇÃO

As aplicações do sensoriamento remoto têm-se difundido pelos mais diversos campos do conhecimento nos últimos anos. Isso se deve principalmente à facilidade de acesso e grande volume de dados gratuitos de sensores remotos, com qualidade cada vez melhor (EPIPHANIO *et al.*, 1996).

Dentre as inúmeras possibilidades de aplicação de dados de sensoriamento remoto, ganham destaque os estudos relacionados à análise, detecção e monitoramento da cobertura vegetal. Neste estudo foram aplicadas técnicas de processamento digital de imagens de satélite, para se obter índices de vegetação a partir de duas datas distintas, com o propósito de análise e avaliação da dinâmica/alteração da vegetação na área da bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho, no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul.

Tais índices podem ser calculados por razão, diferenças e somas pela combinação linear das bandas espectrais. Estes índices são operações algébricas que envolvem faixas espectrais de

reflectância específicas, permitindo determinar a cobertura vegetal e sua densidade (JACKSON; HUETE, 1991; CRUZ *et al.*, 2011 *apud* RODRIGUES *et al.* 2013).

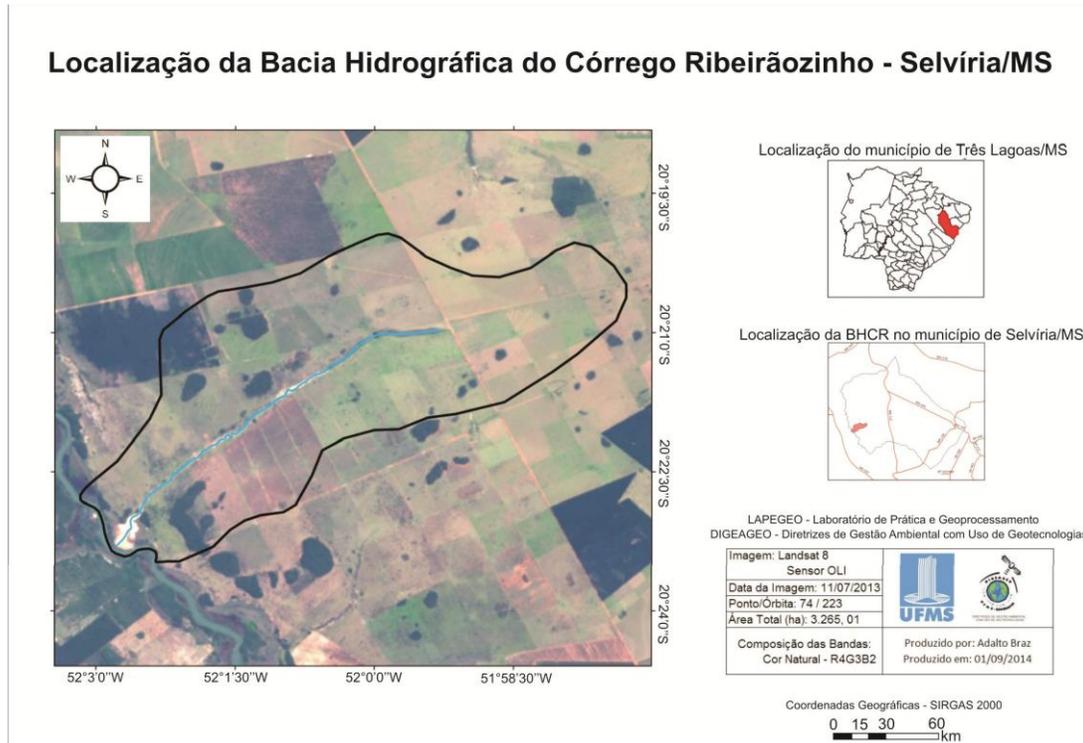
O sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), em razão de seu custo/benefício e da sua tecnologia avançada, têm sido utilizados cada vez mais para gerar informações úteis e aplicáveis à gestão e planejamento de diferentes cenários (ARAÚJO; KUX; FLORENZANO, 2007).

A fim de explorar ainda mais a riqueza de dados e informações que fornecidas pelas imagens obtidas por sensores orbitais, fez a ponto entre o sensoriamento remoto – geoprocessamento – análise ambiental, visando à tomada de informações acerca da cobertura vegetal presente na bacia em questão para que os resultados dos índices de vegetação pudessem servir como subsídio à análise ambiental da bacia hidrográfica, a partir de conclusões levantadas pela dinâmica da cobertura vegetal.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

A aplicação do estudo e análise dos índices de vegetação foi aplicada na Bacia Hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho (BHCR), inserida em sua totalidade no município de Selvíria, estado de Mato Grosso do Sul. A bacia localiza-se entre as coordenadas 20° 23' 48" S; 52° 3' 16" W e 20° 19' 14" S; 51° 57' 8" W, possui uma área total de 3.265,01 ha (Figura 1).



**Figura 1- Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho, município de Selvíria – MS.**

É marcada pela forte presença de campos limpos, convertidos em pastagem e alguns fragmentos vegetação nativa e, em menor expressividade a silvicultura. Nos dados do SISLA/IMASUL (Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento/Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul), as duas classes de vegetação encontrada na Bacia Hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho são: 1) as de vegetação natural arbórea aberta da região de Savana (Cerrado); e 2) vegetação natural de floresta aluvial da região de Floresta Estacional Semidecidual (IMASUL, 2014). Os dados foram obtidos a partir do macrozoneamento 1984/1985 em escala de 1:250.000.

As vegetações de cerrado são conceituadas como uma vegetação xeromorfa, que ocorre sob distintos tipos de clima. Reveste solos lixiviados aluminizados, apresentando sinúsias de hemicriptófitos, geófitos, caméfitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte. As vegetações arbóreas abertas ou denominada de savana arborizada, são um subgrupo de formação natural ou antropizado que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerófitica rala e outra

hemcriptofítica graminoide contínua, sujeito ao fogo anual. As sinúsias dominantes formam fisionomias ora mais abertas (Campo Cerrado), ora com a presença de um scrub adensado, Cerrado propriamente dito (IBGE, 2012).

As florestas de formação aluvial segundo o IBGE (2012) não são condicionadas topograficamente e apresentam sempre os ambientes repetitivos, dentro dos terraços aluviais dos flúvios. A formação Aluvial está sempre presente nas planícies e em alguns terraços mais antigos das calhas dos rios. O conceito ecológico deste tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina semidecuidade da folhagem da cobertura florestal.

Ao longo da rede de drenagem, as Áreas de Preservação Permanente (APP) são pouco respeitadas e além de forte presença de áreas degradadas, além de uma significativa área assoreada no baixo curso (desembocadura) da bacia.

## 2.2 ESCOLHA DOS MATERIAIS

O estudo foi desenvolvido usando o processamento digital das imagens dos satélites Landsat 8 – sensor OLI e Landsat 5 – sensor TM, que possibilitaram os cálculos de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index* – Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) e IAF (Índice de Área Foliar), em duas datas distintas, nos anos de 2010 e 2014.

Na análise multitemporal de cada índice calculado, foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5 (sensor TM) para o ano de 2010 e imagens do Landsat 8 (sensor OLI) para o ano de 2014.

Para minimizar os efeitos de sazonalidade, as imagens foram obtidas em datas correspondentes a uma mesma estação do ano (inverno – estação seca), de modo em que fatores determinantes às respostas espectrais da vegetação não sofressem interferências advindas de questões naturais, logo estando com parâmetros de resposta espectral equivalentes, de modo a não interferir nas análises.

As imagens do sensor OLI correspondem a órbita 223/ponto 74, referente à data de 11/05/2014. Ao longo das álgebras de bandas para a obtenção dos resultados dos índices de

vegetação advindos do sensor OLI, foram usadas as bandas 4 (Vermelho – 0,64 $\mu$ m a 0,67 $\mu$ m) e 5 (Infravermelho Próximo – 0,85 $\mu$ m a 0,88 $\mu$ m).

As imagens do sensor TM correspondem também à órbita 223/ponto 74 e foram imageadas na data de 17/06/2010. Ao longo das álgebras de bandas para a obtenção dos resultados dos índices de vegetação advindos do sensor TM, foram usadas as bandas 3 (Vermelho – 0,63 $\mu$ m a 0,69 $\mu$ m) e 4 (Infravermelho Próximo – 0,76 $\mu$ m a 0,90 $\mu$ m).

Antecedendo ao cálculo dos índices de vegetação e do IAF, as imagens passaram por calibração radiométrica através de processamentos digitais, em duas etapas. A primeira consistiu no cálculo da radiância das bandas utilizadas. Este cálculo consiste na conversão de dos números digitais (ND) de cada pixel das imagens em grandezas de radiância espectral no topo da atmosfera, conforme a equação abaixo:

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

Sendo  $L_{\lambda}$  a radiância espectral no topo da atmosfera;  $M_L$  o fator multiplicativo reescalonado da radiância para a banda específica;  $Q_{cal}$  o ND do pixel; e  $A_L$  o fator aditivo reescalonado da radiância para a banda específica (SANTOS *et al.*, 2014).

Em seguida, as imagens com os valores de radiância espectral foram submetidas ao cálculo de reflectância planetária no topo da atmosfera, dado pela seguinte equação:

$$\rho_{\lambda'} = M_{\rho} L_{\lambda} + A_{\rho}$$

Sendo  $\rho_{\lambda}$  a reflectância planetária no topo da atmosfera sem correção do ângulo solar;  $M_{\rho}$  o fator multiplicativo reescalonado da reflectância para a banda específica;  $L_{\lambda}$  a radiância espectral; e  $A_{\rho}$  o fator aditivo reescalonado da reflectância para a banda específica (SANTOS *et al.*, 2014).

Para o processamento digital das imagens foi usado o SIG ArcGIS 10.2, na qual a ferramenta *Map Algebra* foi usada para o cálculo das equações propostas para cada índice obtido.

## 2.3 METODOS APLICADOS AO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO

No cálculo de extração do NDVI (proposto por Rouse *et al.*, 1973), a normalização é feita pela seguinte equação:

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{red}}}{\rho_{\text{NIR}} + \rho_{\text{red}}}$$

Onde:  $\rho_{\text{NIR}}$  = reflectância para banda do Infravermelho Próximo e  $\rho_{\text{RED}}$  = reflectância para a banda do vermelho.

Trata-se de um índice amplamente utilizado até os dias atuais, tendo sido explorado em diferentes abordagens em estudos de culturas agrícolas, florestais e climáticas (PONZONI; SHIMABUKURO, 2009). Os resultados do NDVI vão de -1 a 1, onde os valores mais próximos de 1 representam áreas com maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, enquanto os valores mais próximos de -1 representam áreas com menor quantidade de vegetação. O cálculo do SAVI (HUETE, 1988), surge a partir da percepção sobre influências consideráveis do solo no espectro da radiação proveniente de dosséis vegetais esparsos, e que, conseqüentemente exerce influência nos cálculos de índices de vegetação, como por exemplo, o NDVI. Sendo assim, o mesmo autor verificou que a sensibilidade dos índices de vegetação ao solo é maior em dosséis com níveis médios de cobertura vegetal, então, para o cálculo do SAVI, introduz-se uma constante “L” que tem a função de minimizar o efeito do solo no resultado espectral final do índice (PONZONI; SHIMABUKURO, 2009). O índice SAVI busca reduzir a influência da resposta espectral do solo em índices de vegetação, a partir da inclusão de um fator de ajuste (L), que pode variar de acordo com o grau densidade do dossel presente na área de estudo.

O SAVI é calculado a partir da seguinte equação:

$$\text{SAVI} = \left( \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R} + \text{L}} \right) \cdot (1 + \text{L})$$

Onde: NIR = banda do Infravermelho Próximo e RED = banda do vermelho e "L" é a constante que minimiza o efeito do solo e pode variar de 0 a 1.

Segundo Huete (1988) *apud* Ponzoni; Shimabukuro (2009) os valores ótimos para L são:

L = 1 para densidades baixas de vegetação

L = 0,5 para densidades médias

L = 0,25 para densidades baixas.

A partir de uma análise prévia feita por fotointerpretação das imagens que seriam utilizadas para o cálculo da extração dos índices, junto à composição colorida das bandas para a área da bacia, considerou-se que a vegetação presente ao longo da bacia, analisada como um todo se apresentou com média densidade (para ambos os anos), adotando o valor L de 0,5 como recomendado por Huete (1988).

## 2.4 MÉTODO APLICADO AO ÍNDICE DE ÁREA

As medidas dos índices de vegetação podem direcionar para relações diretas com o valor da biomassa, área foliar, cobertura vegetal sobre o solo e rendimento agrícola da área na qual foram aplicadas as técnicas por processamento digital das imagens de satélites (ANTUNES; ASSAD; BATISTA, 1993).

O IAF, segundo Allen; Tasumi; Trezza (2002) é definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação.

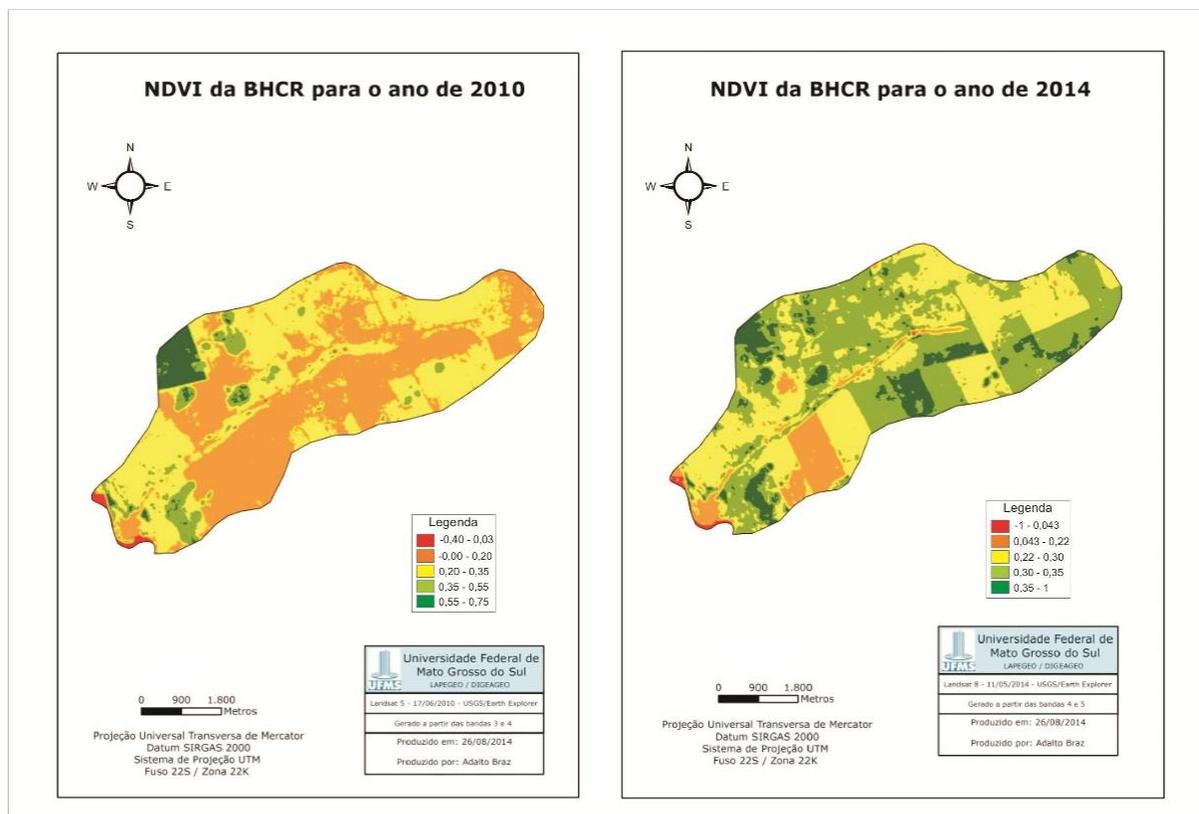
O IAF é um indicador da biomassa de cada pixel da imagem (ALLEN; TASUMI; TREZZA, 2002; MACHADO *et al.* 2013; BRAGA *et al.*, 2009). O IAF tem por base em sua equação o cálculo envolvendo o SAVI, utilizando a seguinte equação:

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

Onde, 0,69 / 0,59 e 0,91 são as constantes utilizadas para o cálculo e IVAS na equação representada acima representa o mesmo que o SAVI (ou seja, temo o IAF calculado a partir dos dados do SAVI, junto à constantes já propostas para o cálculo.

### 3 RESULTADOS

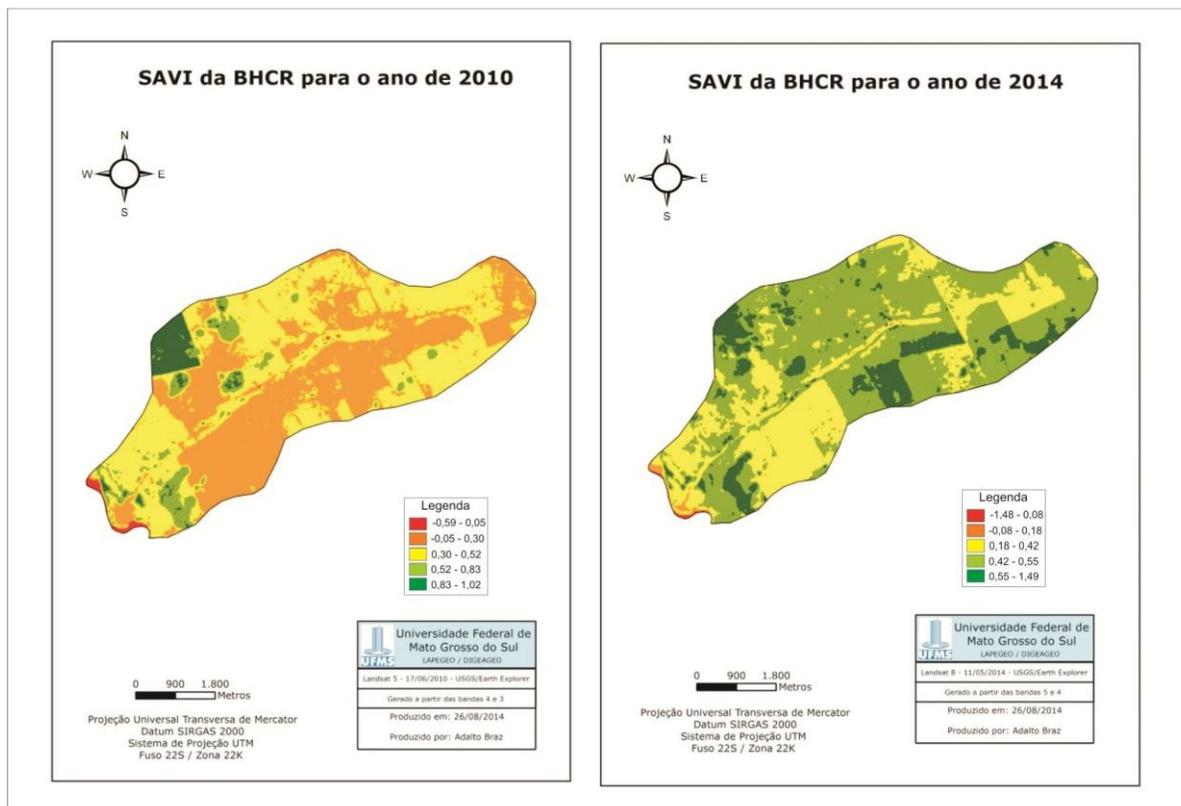
A partir da aplicação das equações em cada banda sugerida para os cálculos, obtivemos primeiramente os dados do NDVI. Para que não pudesse haver tendência nos resultados, os mesmos foram divididos em cinco classes para ambos os anos. O índice resultante do cálculo pode ser observado na figura 2:



**Figura 2- NDVI da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho (MS) nos anos de 2010 e 2014. BHCR**

Como pode ser observado na figura 3, a cobertura vegetal exerceu um avanço em sua espacialização ao longo da extensão da BHCR entre os anos de 2010 e 2014. Para o ano de 2010 os índices mais altos atingiam 0,75 (valor presente no dossel de silvicultura e breves *manchas* em concentração de vegetação nativa). Já para o ano de 2014, o mapa representa nitidamente um aumento nos índices (atingindo o valor máximo do NDVI, ou seja, +1) e fica claro que as concentrações de dosséis mais densos da vegetação surgem ao longo dos anos, tendo *manchas* representativas do índice que vai de 0,38 a 1 fora da concentração da área de silvicultura, além de estarem mais homoganeamente especializadas ao longo da extensão da bacia. Áreas que antes apresentavam índices muito baixos, acusando presença rarefeita de vegetação também sofreram avanços. Como é o caso das pastagens que no ano de 2010 apresentavam resultados enquadrados na classe 0,03 – 0,20, são representadas em 2014 pelas classes 0,043 - 0,22 e 0,22 – 0,30. Podemos então inferir um aumento da cobertura vegetal – e sua densidade - nos campos ao redor da rede de drenagem (convertidos em pastagem).

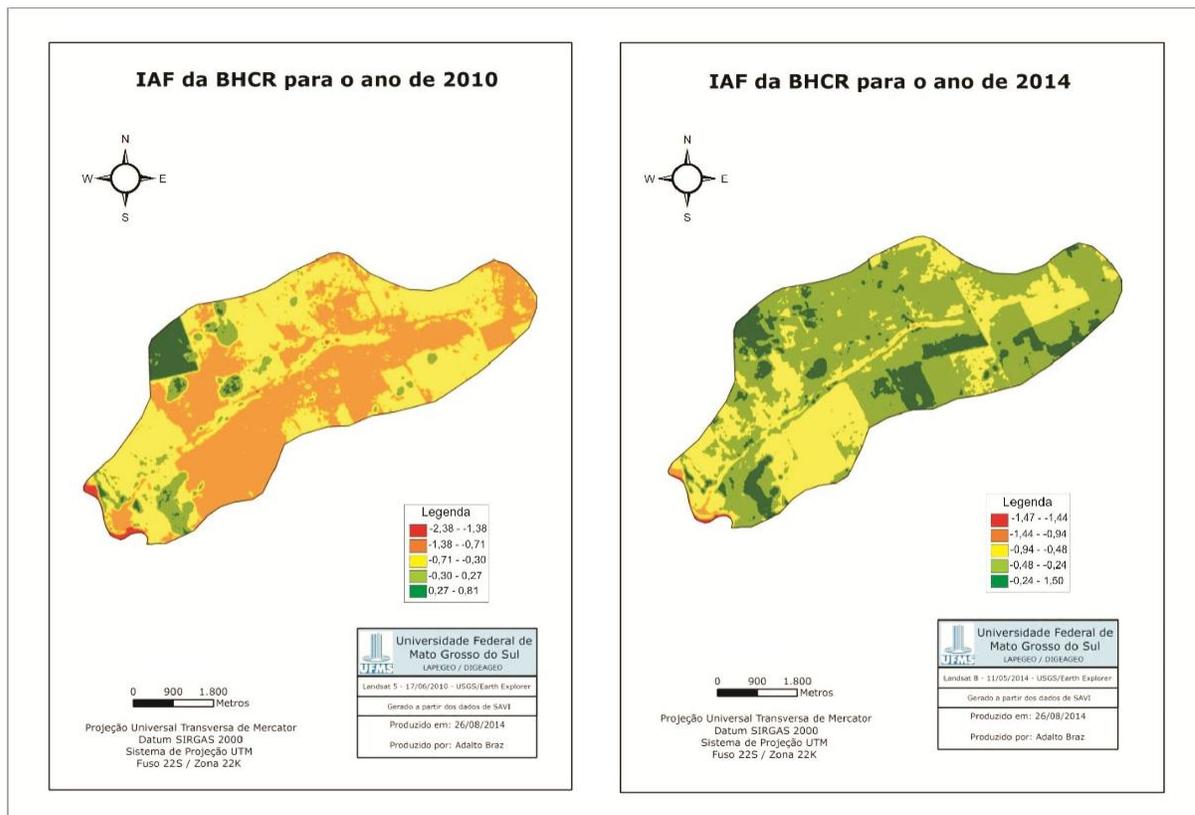
A análise do índice de SAVI para ambos os anos está representada na figura 3:



**Figura 3- SAVI da Bacia Hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho (MS) nos anos de 2010 e 2014.**

Os resultados para os índices do SAVI, como já se esperava, apresentaram maior presença nos índices da vegetação, isso porque, como dito anteriormente, a constante “L” diminui a influência da resposta espectral do solo no cálculo do SAVI. Assim houveram algumas mudanças na espacialização e/ou densidade da vegetação ao longo da bacia analisada. Ainda assim, para o ano de 2010 a constante “L” (aqui usada 0,5) apresentou pouca influência no cálculo do SAVI, apresentando pouquíssima mudança dos resultados do NDVI entre para o SAVI. Já para o ano de 2014, a constante “L” usada impõe-se com maior importância para o cálculo do SAVI, tendo alterações mais nítidas entre NDVI e SAVI. Seguindo os resultados do NDVI, apesar de algumas alterações, o SAVI na análise multitemporal resulta em informações a respeito de um aumento tanto da espacialização quanto da densidade da vegetação na BHCR.

Os resultados obtidos através do cálculo do IAF estão representados na figura 4:



**Figura 4- IAF da Bacia Hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho (MS) nos anos de 2010 e 2014.**

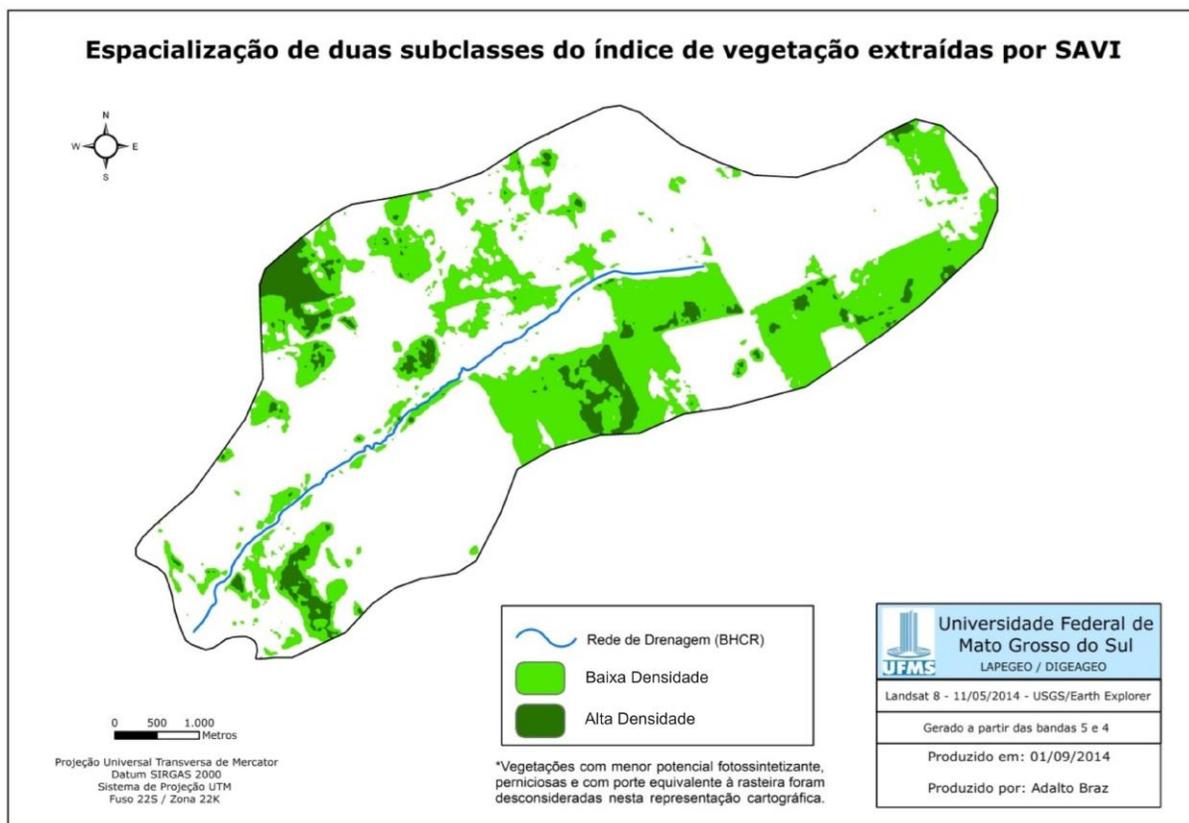
As informações contidas nos mapas acima representam o resultado do IAF como sendo uma variável biofísica, definida como a densidade de área foliar (cobertura vegetal) comparada por área da superfície do terreno analisado, neste caso a área total da BHCR.

Quanto aos dados do IAF, os mesmos quando representados cartograficamente se equivalem em grande parte aos dados obtidos através do cálculo do SAVI. Variando apenas na divisão e mensuração das classes por índice de área foliar. Temos então que o IAF, aplicado à análise da cobertura vegetal desta bacia exerceu pouca influência sobre os resultados finais, pensando no conjunto de todas as informações espectrais, espaciais e cartográficas obtidas ao fim da aplicação dos índices de vegetação na análise da bacia hidrográfica.

Além disso, fazendo-se a análise destes três índices, em evidência ao NDVI e SAVI, podemos observar claramente o desfalque de uma vegetação mínima e/ou adequada às APP do Córrego Ribeirãozinho, além de algumas áreas muito próximas à rede de drenagem estar em

evidência nos baixos índices de cobertura vegetal nos mapas (figura 5), indicando possíveis problemas relacionados a áreas degradadas e erosões ao longo das APPs. Com uma visão mais minuciosa é possível perceber ainda o grande depósito de sedimentos acumulados no baixo curso (desembocadura) do córrego, causado provavelmente, entre outros fatores, pela falta de mata ciliar ao longo do curso d'água.

O equilíbrio ambiental é dependente, entre outros fatores, da cobertura vegetal que garante a proteção dos solos contra a erosão e da recarga dos lençóis freáticos. A retirada da vegetação pode causar sérios impactos, por isso o uso do sensoriamento remoto (SR) por meio dos índices de vegetação (IV) para avaliação das áreas florestadas passa a ser importante, pois diminuem a onerosidade do processo (QUINTO *et al.*, 2012, p. 83).



**Figura 5- Espacialização de duas subclasses do índice de vegetação, extraídas por SAVI (2014), da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho (MS).**

**Fonte: Adalto Braz, 2014.**

Diversos trabalhos apontam que o mosaico vegetacional é resultado de alteração diferenciada da umidade ou do encharcamento do solo na seletividade das espécies na faixa ciliar e que tais encharcamentos ocorrem tanto em função do extravasamento do leito do rio, como do afloramento permanente ou temporário do lençol freático, caso das nascentes (RODRIGUES; SHEPHERD, 2000 *apud* SÃO PAULO, 2009, p. 15).

A tecnologia de SIG vem se impondo como uma ferramenta de rotina para a visualização e análise da informação espacial, sendo usada extensivamente em aplicações cartográficas. Com a crescente necessidade da Ciência Geográfica, utilizar ferramentas que lhe possibilitem um melhor conhecimento das dinâmicas espaciais, em tempo e fluxos de trabalho otimizados, aliados à possibilidade de cartografar, monitorar e interpretar o espaço. Acredita-se que os SIGs constituem um dos mais modernos pilares para a operacionalização e interpretação da Geografia (MIRANDOLA, 2004).

Os índices representados em forma de mapas temáticos ainda poderão ser utilizados para subsidiar um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que aliados a técnicas de geoprocessamento poderão realizar análises espaciais mais específicas que possam vir a viabilizarem o monitoramento a médio e longo prazo, resultando em diagnósticos aplicados ao planejamento ambiental (LOBATO *et al.*, 2010).

Vale ressaltar que os índices de vegetação não devem ser o único parâmetro utilizado em estudos sobre as alterações ocorridas na dinâmica da cobertura vegetal, devem ser utilizados como um importante indicador dessas alterações, que devem ser estudadas com maior nível de detalhamento, principalmente através de trabalhos de campo. Apesar de numericamente as áreas indicadas como perda e/ou ganho serem relativamente equivalentes, se faz necessária atividades de monitoramento contínuo das áreas (SILVA *et al.*, 2009).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os índices de vegetação puderam ser utilizados para depreender e analisar a dinâmica da cobertura vegetal, além de seu vigor (principalmente fotossintetizante). Os dados multitemporais mostram para uma regeneração da cobertura vegetal, e um aumento, mesmo que *tímido*, da densidade e espacialização da vegetação ao longo da extensão da BHCR.

A metodologia aplicada ainda pode respaldar de forma considerável a aplicação do sensoriamento remoto (e sua integração com SIG) como ferramenta de análise ambiental, monitoramento das alterações da cobertura vegetal e ainda, a relação socioambiental em bacias hidrográficas, com enfoque na cobertura vegetal e monitoramento florestal de maneira multitemporal, favorecendo como importantes informações para o planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas com deficiência na vegetação.

O NDVI e o SAVI apresentaram resultados satisfatórios quanto à representação da dinâmica da vegetação na bacia estudada. Estes índices retrataram semelhanças em seus resultados, porém o SAVI ao minimizar o efeito do solo apresenta resultados mais confiáveis, na aplicação realizada neste estudo, quanto à representação da vegetação. Acreditamos que este ao reduzir o efeito do solo no resultado espectral final, remete a maior confiança quanto ao vigor da vegetação. Já as estimativas do IAF, por meio de sensoriamento remoto orbital, se mostraram generalizadas, o que faz acreditar que existe uma grande necessidade de validação de seus resultados, levando em consideração principalmente o local e a dinâmica vegetacional das espécies.

Devido a bacia se apresentar com uma extensão de pequeno porte, a utilização das imagens dos satélites Landsat (resolução espacial de 30m) forneceram ótimos resultados no processamento digital. Complementamos ainda, que estudos envolvendo sensoriamento remoto e a aplicação de índices de vegetação, em análises correlatas podem ser desenvolvidos para futuros estudos como:

- Comparação no cálculo do SAVI usando as diferentes constantes de L em uma mesma bacia hidrográfica;
- Comparação do NDVI e SAVI a dados de inventário florestal de espécies nativas;
- Aplicação do NDVI e SAVI junto a outras informações, para o apontamento de áreas degradadas e/ou susceptíveis a degradação;
- Aplicar o IAF em bacias hidrográficas com características diferentes à analisada neste estudo, para empreender sobre resultados de significância maior;
- Usar Índices para estimativa de diferentes qualidades de pastagens.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) - Advanced Training and User's Manual - **Idaho Implementation**, version 1.0, 2002, 98p.

ANTUNES, M.A.H.; ASSAD, E.D.; BATISTA, G. T. **Variação das medidas espectrais tomadas com radiômetro ao longo do ciclo de crescimento da soja (Glicine Max (L.) Merrill).** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7. (SBSR), 1993, Curitiba, BR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. v. 1, p. 01-09. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00052-2. (INPE-7854-PRE/3694). Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.00.31/doc/001-009.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

ARAÚJO, E; KUX, H. J. H; FLORENZANO, T. G. **Análise Multitemporal de Dois Bairros de Belo Horizonte (MG) Usando Classificação Orientada a Objetos de Imagens Quickbird e Inferências Espaciais.** In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Orgs.). Sensoriamento Remoto e SIG Avançados - Novos Sistemas Sensores: métodos inovadores. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BRAGA, C. C. *et al.* **Determinação do albedo e índice de área foliar usando o sensor TM / LANDSAT 5.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 935-942. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15962-PRE/10571). Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.14.13.54/doc/935-942.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

SÃO PAULO. **Cadernos da Mata Ciliar.** Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. n.1 (2009) - São Paulo: SMA, 2009.

EPIPHANIO, J. C. N. *et al.* **Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n.6, p. 445-454, 1996.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 2 ed. Manuais Técnicos em Geociências, n 1. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2012.

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **SISLA – Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental.** Campo Grande, MS: EMBRAPA. Disponível em: <<http://sisla.imasul.ms.gov.br>>. Acesso em: 14 dez. 2014.

LOBATO, R. B. *et al.* **Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para Análise da Redução da Mata Atlântica na Região Costeira do Distrito de Tamoios Cabo Frio/RJ.** Caderno de Estudos Geoambientais, v. 1, p. 14/2-23, 2010.

JACKSON, R. D; HUETE, A. R. Interpreting Vegetation Indices. **Journal of Preventive Veterinary Medicine**, v.11, p.185-200, 1991.

MACHADO, C. C. C. *et al.* **Estimativa do Índice de Área Foliar no Parque Nacional do Catimbau (PE - Brasil) e sua comparação com medições de campo usando o LAI-2200.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR). 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 2850-2857. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://marte2.sid.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.47.10>>. Acesso em: 18 nov. 2014.

MIRANDOLA, P. H. **A trajetória da tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na pesquisa geográfica.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas, Três Lagoas, v. 1, n.1, p. 21-38, 2004.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação.** São José dos Campos: Parêntese, 2009.

QUINTO, V. M. *et al.* **Análise temporal da dinâmica florestal por meio de índices de vegetação em uma área reflorestada no sul do estado do Espírito Santo.** In: SANTOS, A. R. dos, *et al.* (Orgs.). Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais. 1ª ed. Alegre: Caufes, 2012, v. 1, p. 83-98.

RODRIGUES, E. L. *et al.* **Avaliação da cobertura vegetal por meio dos índices de vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na sub-bacia do Vale do Rio Itapecerica, Alto São Francisco, em Minas Gerais.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR)., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 1472-1479. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). Disponível em: <<http://marte2.sid.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.22.02.12>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

submeSANTOS, A. R. *et al.* **Sensoriamento Remoto no ArcGIS 10.2.2. passo a passo: processamento de imagens orbitais. Volume 1 (recurso eletrônico).** Alegre, ES: CAUFES, 2014. 107 p.

SILVA, D. S. *et al.* Utilização de imagem de NDVI para análise temporal da cobertura vegetal: estudo de caso: Teresópolis/RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 3071-3078. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15962-PRE/10571). Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.18.01.26.42/doc/3071-3078.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2015.

ROUSE, J. W. *et al.* **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.

Submissão em: 08/04/2015

Aceito em: 15/10/2015