



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Mapeamento Temático da Cobertura Vegetal na Microrregião do Sertão do São Francisco Alagoano, Utilizando Imagens TM LANDSAT 5

Heliofábio B. Gomes<sup>1</sup>, Rosiberto S. da S. Junior<sup>1</sup>, Frederico Tejo De Paci<sup>1</sup>, Danilo K. C. de Lima<sup>2</sup>, Pedro H. P. de Castro<sup>2</sup>, Fabiano Barbosa dos Santos<sup>3</sup>, Samuellson L. Cabral<sup>4</sup>, Rosana A. Ferreira<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Prof. Dr. Depto. de Meteorologia - Instituto de Ciências Atmosféricas - Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Cidade Universitária - Maceió, AL - Brasil, CEP: 57072-900. E-mail: [heliofab@gmail.com](mailto:heliofab@gmail.com); [rosibertojr@gmail.com](mailto:rosibertojr@gmail.com); [fredericodipace@gmail.com](mailto:fredericodipace@gmail.com); <sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Agrimensura pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL. E-mail: [daniлокraw@gmail.com](mailto:daniлокraw@gmail.com); [pedrodefarias.23@gmail.com](mailto:pedrodefarias.23@gmail.com); <sup>3</sup> Mestre em Meteorologia - Universidade Federal de Alagoas - Brasil, E-mail: [santos.fbarbosa@gmail.com](mailto:santos.fbarbosa@gmail.com); <sup>4</sup> Doutorando em Engenharia Civil, Depto de Engenharia Hidráulica e Ambiental - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Brasil, E-mail: [samuellsoncabral@gmail.com](mailto:samuellsoncabral@gmail.com); <sup>5</sup> Graduando em Meteorologia - Universidade Federal de Alagoas - Brasil, E-mail: [sanaecarlos@gmail.com](mailto:sanaecarlos@gmail.com)

Artigo recebido em 30/07/2012 e aceito em 17/12/2012

### RESUMO

Atualmente o uso de técnicas de gerenciamento de fazendas utilizando ferramentas de agricultura de precisão vem se tornando cada vez mais comum. Uma dessas ferramentas é a obtenção de informações da resposta espectral dos alvos, cujas aplicações exigem a consideração de vários fatores como a textura do solo e o tipo de vegetação em estudo, pois os mesmos podem influenciar na interpretação dos dados. Os índices de vegetação têm sido muito utilizados no monitoramento de áreas vegetadas, na determinação e estimativa do índice de área foliar, biomassa e da radiação fotossinteticamente ativa. Os índices foram calculados através de etapas do Algoritmo SEBAL (Balanço de Energia da Superfície do Solo), mediante dados de imagens do TM - LANDSAT 5. Os resultados mostraram que ocorreu uma variação na cobertura vegetal da região em estudo, no sentido de alteração negativa da densidade e biomassa. A variação da densidade foi mais acentuada em 2008 do que em 2006 conforme resultados apresentados nos índices estudados. Os resultados obtidos demonstraram que o algoritmo SEBAL teve bom desempenho em escala regional na estimativa dos Índices de Vegetação, com potenciais para serem aplicados em áreas onde a disponibilidade de dados meteorológicos são limitantes.

Palavras-chave: NDVI, SAVI, Sensoriamento Remoto.

## Thematic Mapping of Plant Cover in Microregion Sertão of the San Francisco Alagoas, Images Using TM LANDSAT 5

### ABSTRACT

Currently the use of farm management techniques using tools of precision agriculture is becoming increasingly common. One such tool is to obtain information from the spectral response of the targets whose applications require consideration of several factors such as soil texture and type of vegetation in the study, as they may influence the interpretation of data. The vegetation indices have been used in the monitoring of vegetated areas, the determination and estimation of leaf area index, biomass and PAR. Rates were calculated using the algorithm steps of the SEBAL (Surface Energy Balance of Soil) upon image data from TM - LANDSAT 5. The results showed that there was a change in the vegetation of the study area in order to change negative density and biomass. The variation of density was larger in 2008 than in 2006 according to results presented in the indices studied. The results showed that the algorithm SEBAL performed well on a regional scale in the estimation of vegetation indices, with potential for application in areas where the availability of meteorological data are limited.

Keywords: NDVI, SAVI, REMOTE SENSING.

### 1. Introdução

O Sensoriamento Remoto é uma

técnica de obtenção de informações sobre um objeto, uma área ou fenômeno no planeta Terra, sem que haja contato físico com o mesmo. Atualmente essas informações são

\*E-mail para correspondência: [heliofab@gmail.com](mailto:heliofab@gmail.com)  
(Gomes, H. B.).

obtidas por meio de sensores acoplados em satélites que geram imagens. Portanto, o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (Nasa, 2008).

De acordo com (Novo 1995), pelo princípio da conservação da energia, quando a radiação eletromagnética incide sobre a superfície de um material, parte dela será refletida por esta superfície, parte será absorvida e parte poderá ser transmitida, variando de acordo com a matéria constituinte do objeto. A junção das três componentes: reflectância, absorção e transparência, e a variação de suas respostas formam as imagens.

Esta é uma das características mais importantes das imagens de satélites, pois permitem a atualização da cartografia, dos bancos de dados geográficos, monitoramento de fenômenos, o fornecimento de informações necessárias e a tomada de decisões referentes ao acompanhamento das rápidas mudanças geográficas que são determinantes. As imagens de satélite são utilizadas em todo mundo, por suas características multiespectrais, multiespaciais e multitemporais, aliadas ainda ao seu baixo custo de aquisição quando comparadas às fotos aéreas. Sendo assim, as técnicas de sensoriamento remoto vêm sendo utilizadas desde a década de 70, principalmente para o mapeamento e monitoramento dos recursos

naturais.

Atualmente as utilizações de satélites orbitais proporcionam coberturas em intervalos relativamente curtos, o que proporciona uma melhor imagem e melhor visão da área em estudo, fazendo com que se torne umas das principais ferramentas de detecção de mudanças da paisagem de dada região.

Uma das aplicações do sensoriamento remoto é o monitoramento e quantificação das condições e distribuições espaciais da vegetação, por meio de índices de vegetação e usando dados digitais de reflectância espectral da radiação electromagnética (Liu, 2007). O índice de vegetação ajustado por solo (SAVI) foi desenvolvido por (Huete, 1988) e é um dos índices que é frequentemente utilizado por apresentar um fator de correção para o efeito da presença do solo.

Atualmente o uso de técnicas de gerenciamento de fazendas utilizando ferramentas de agricultura de precisão vem se tornando cada vez mais comum. Uma dessas ferramentas é a obtenção de informações da resposta espectral dos alvos, cujas aplicações exigem a consideração de vários fatores como a textura do solo e o tipo de vegetação em estudo, pois os mesmos podem influenciar na interpretação dos dados.

Talvez o mais importante desses fatores seja a cobertura vegetal, para a qual foram criados diversos índices de vegetação, com o objetivo de ressaltar o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a

outros alvos. De acordo com alguns autores, o uso de índices de vegetação para caracterizar e quantificar determinado parâmetro biofísico de culturas agrícolas tem duas grandes vantagens: permite reduzir a dimensão das informações multiespectrais, através de um simples número, além de fornecer um dado altamente correlacionado aos parâmetros agronômicos (Tucker, 1985).

A temperatura da superfície terrestre é outro fator extraído por técnicas de Sensoriamento Remoto, largamente utilizado porque, além de importante nos monitoramentos de condições de vegetação e variabilidades climáticas, fornece estimativas uniformes e dados contínuos de alta frequência espaço-temporal (Liu, 2007).

Nos últimos anos têm sido propostos alguns algoritmos para estimativa dos componentes do balanço de energia à superfície levando em consideração a variabilidade espacial de muitas variáveis micrometeorológicas. (Bastiaanssen, 1995) propôs um modelo semi-empírico com abordagens intermediárias e o algoritmo denominado balanço de energia para superfície. SEBAL necessita de um número reduzido de dados de superfície. O Objetivo desse trabalho foi avaliar a variação da cobertura vegetal na Microrregião do Sertão do São Francisco Alagoano através de técnicas de sensoriamento remoto.

## 2. Material e Métodos

Nesse estudo foram utilizados imagens

do sensor TM Landsat 5, órbita 215 e ponto 67, referente aos dias 07/12/06 e 23/09/08. A área selecionada localiza-se no Sertão do São Francisco Alagoano (Figura 1), no Estado de Alagoas, no Nordeste Brasileiro, resultando em retângulo com as seguintes coordenadas: canto superior esquerdo (longitude 38°05'59"W e latitude 9°20'35"S) e canto inferior direito (longitude 37°16'40"W e latitude 9°50'49"S).

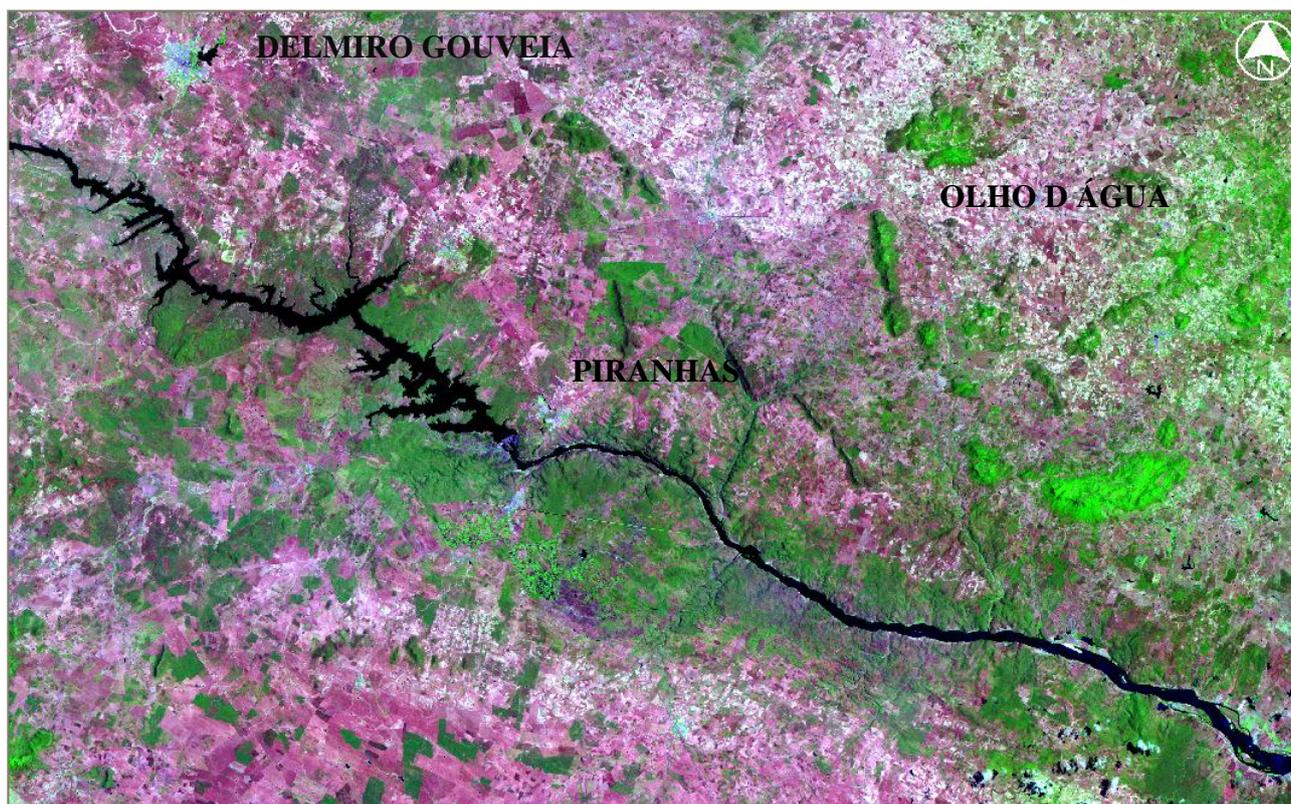
Esses dias foram selecionados por não apresentar cobertura de nuvens sobre a região de estudo, para o processamento das mesmas foi usado o software ERDAS Imagine 9.1, onde foram desenvolvidos modelos baseados na ferramenta de parametrização SEBAL. O NDVI foi proposto por Tucker (1985), de acordo com Tasumi (2003), e é um indicativo das condições, da densidade e porte da vegetação, sendo obtido pela razão entre a diferença das reflectâncias do infravermelho próximo ( $\rho_4$ ) e do vermelho ( $\rho_3$ ) e a soma das mesmas reflectâncias, conforme equação (Allen et al., 2002):

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3}$$

O SAVI é um índice de vegetação que visa amenizar os efeitos de "background" do solo, sendo obtido através da equação (Huete, 1988):

$$SAVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3 + L}$$

onde L é um fator de ajuste ao solo.



**Figura 1.** Recorte da imagem TM Landsat 5 da área em estudo com combinação RGB das bandas espectrais 5, 4, 3 em composição falsa cor para o dia 23/09/08.

### 3. Resultados e Discussão

Neste trabalho procurou-se avaliar o algoritmo SEBAL no mapeamento temático da cobertura vegetal da microrregião do Sertão do São Francisco Alagoano, utilizando imagens TM LANDSAT 5.

Considerando-se que a extração de informações acerca da superfície terrestre mediante uso de imagens de satélite somente é possível na ausência de nuvens, ou seja, em condições de céu limpo, os valores do saldo de radiação obtidos no momento da passagem do satélite representam instantes de maior disponibilidade de energia aos diversos processos biofísicos. A seguir são apresentados os valores estatísticos, mapas temáticos da cobertura vegetal nos diferentes

períodos estudados na pesquisa.

#### 3.1 Imagem de Satélite

A Tabela 1 mostra os valores do dia juliano, ângulo zenital, cosseno de Z e a distância relativa Terra-Sol nos dias 07 de dezembro de 2006 e 23 de setembro de 2008, 09h 30min (horário solar) de passagem do satélite TM LANDSAT 5.

#### 3.2 Mapeamento temático do NDVI

A Tabela 2 apresenta valores estatísticos do NDVI: máximo, mínimo, médio, desvio padrão e da variância para os dias 07/12/2006 e 23/09/2008, da área total de estudo. Onde os valores do NDVI variaram de -0,9999 a 0,80304, desvio padrão de  $\pm 0,117$ , variância de 0,2507 e média de 0,266. Os

valores negativos para os dados correspondem a regiões com água (riachos, rios). A Figura 2 representa o histograma do NDVI para os dias (a) 07/12/2006 e (b) 23/09/2008, onde a média esta representada pela linha vermelha. Os valores negativos para os dados

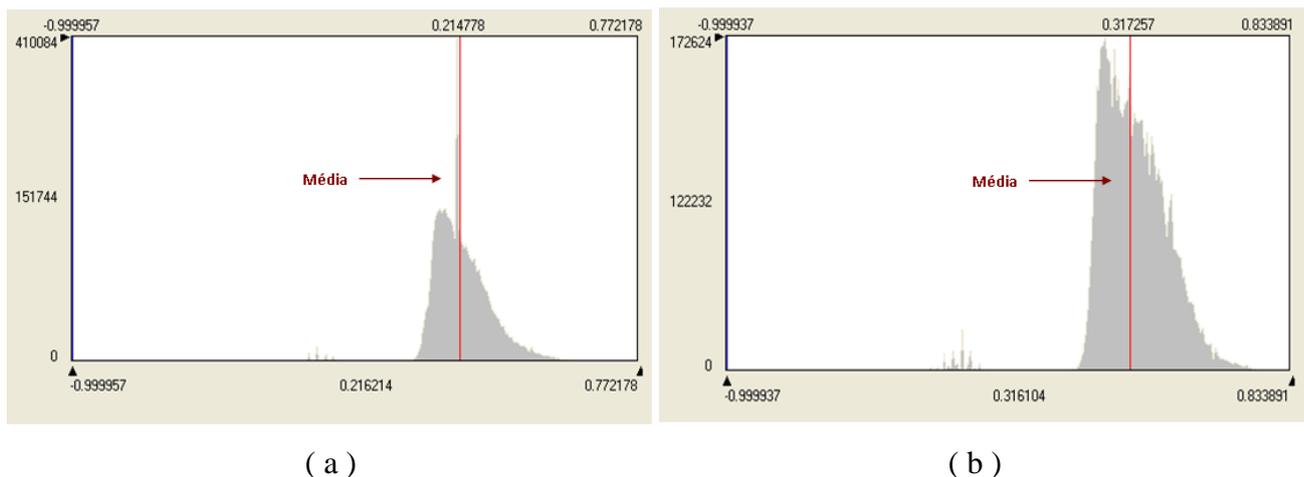
correspondem a regiões com água (riachos, rios). A Figura 2 representa o histograma do NDVI para os dias (a) 07/12/2006 e (b) 23/09/2008, onde a média esta representada pela linha vermelha.

**Tabela 1.** Valores da declinação solar, ângulo zenital, ângulo horário, distância relativa Terra-Sol no o dia em estudo para passagem do TM LANDSAT 5.

Parâmetros/dia	07/12/2006	23/09/2008
Dia Juliano (DJ)	341	266
Ângulo Zenital (Z) Graus	61,3	58,9
Cosseno (Z)	0,8773	0,8564
Distância relativa Terra-Sol ( $d_{T-S}$ ) (UA)	1,0302	0,9956

**Tabela 2.** Valores estatísticos do NDVI para os dias 07/12/2006 e 23/09/2008.

NDVI	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Variância
07/12/2006	-0,9999	0,7721	0,215	± 0,104	0,1976
23/09/2008	-0,9999	0,8338	0,317	± 0,129	0,3038



**Figura 2.** Histograma do NDVI da área total em estudo para os dias (a) 07/12/06 e (b) 23/09/08.

Teoricamente, os valores para o NDVI variam de -1 a 1, analisando o gráfico da Figura 2 observa-se que os valores

instantâneo de NDVI variaram de -0,99 a valores próximos de 0,77, para a imagem do dia 07/12/2006 enquanto para a imagem do

dia 23/09/2008 verificam-se alguns valores isolados próximos a -0,99 e maiores próximos a 0,83. Os valores de NDVI negativos evidenciam os baixos índices de reflectância, no caso da área de estudo, os quais correspondem aos corpos d'água. Os locais de solos expostos apresentam baixos índices de NDVI, com valores próximos de zero, no caso das áreas cultivadas com cana-de-açúcar isto ocorre nos locais em que a cana foi colhida ou quando o solo está sendo preparado para novos plantios.

Os altos índices de NDVI, observados na Figura 3, correspondem às características de uma vegetação densa, em pleno desenvolvimento e em boas condições hídricas, nas duas imagens estudadas. É possível perceber que no dia 07/12/2006 a região possui cobertura vegetal em quase toda área de estudo (Figura 3a), apresentando uma variação do NDVI no intervalo [-0,99, 0,77], com valores médios de 0,215 e em 23/09/2008 (Figura 3b) observa-se uma grande área com cobertura vegetal pouco densa, com intervalos variando entre [-0,99, 0,83], com valores médios de 0,317. Com base nestas variações a região foi dividida em 9 classes conforme mostrado abaixo.

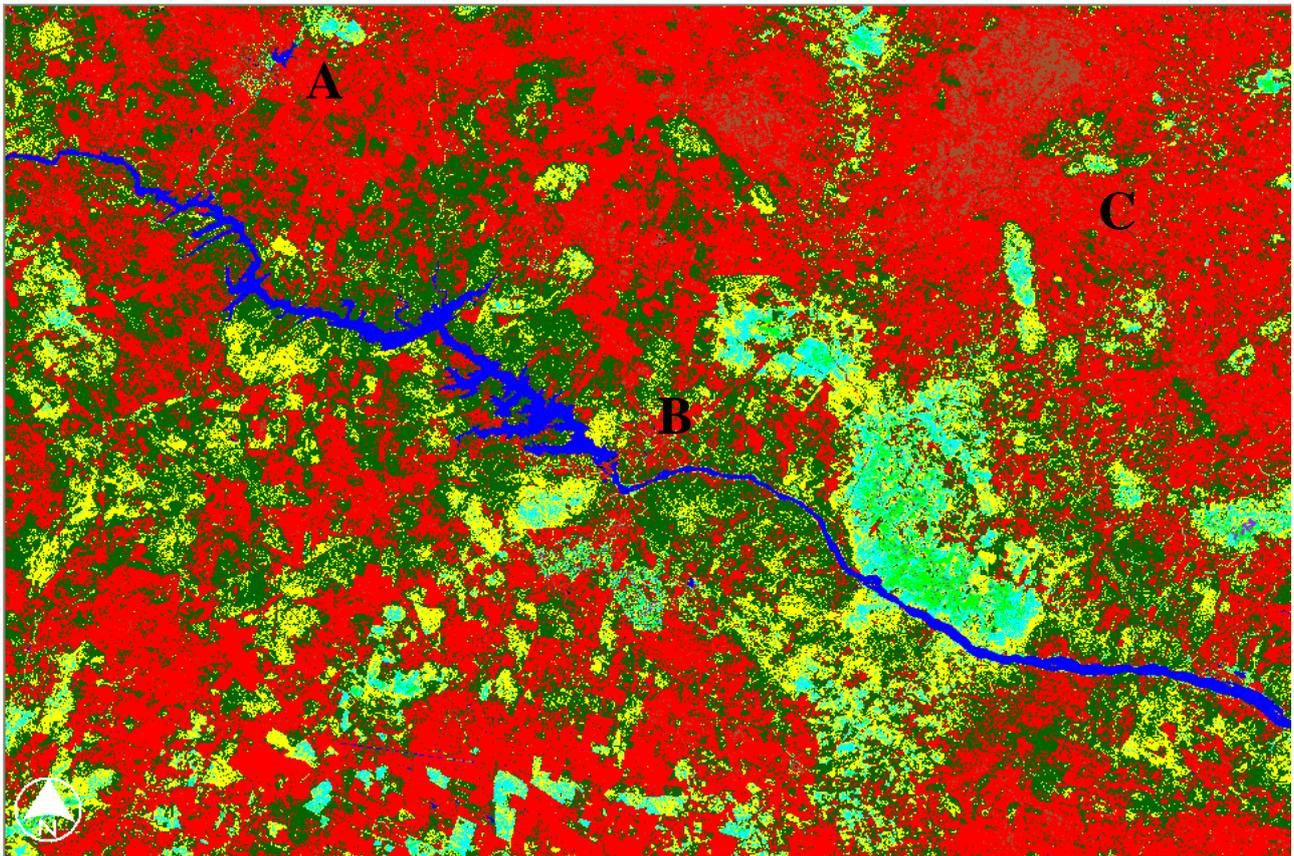
O mapa de NDVI apresentado a seguir, é uma importante ferramenta para análise da cobertura vegetal da região de estudo. A imagem é composta por nove cores relacionadas às magnitudes dos índices de vegetação, distribuídos de acordo com as características da região, salvo a cor azul,

colocada na região aquática, ou seja, para cada intervalo de classe de NDVI é atribuída uma cor:

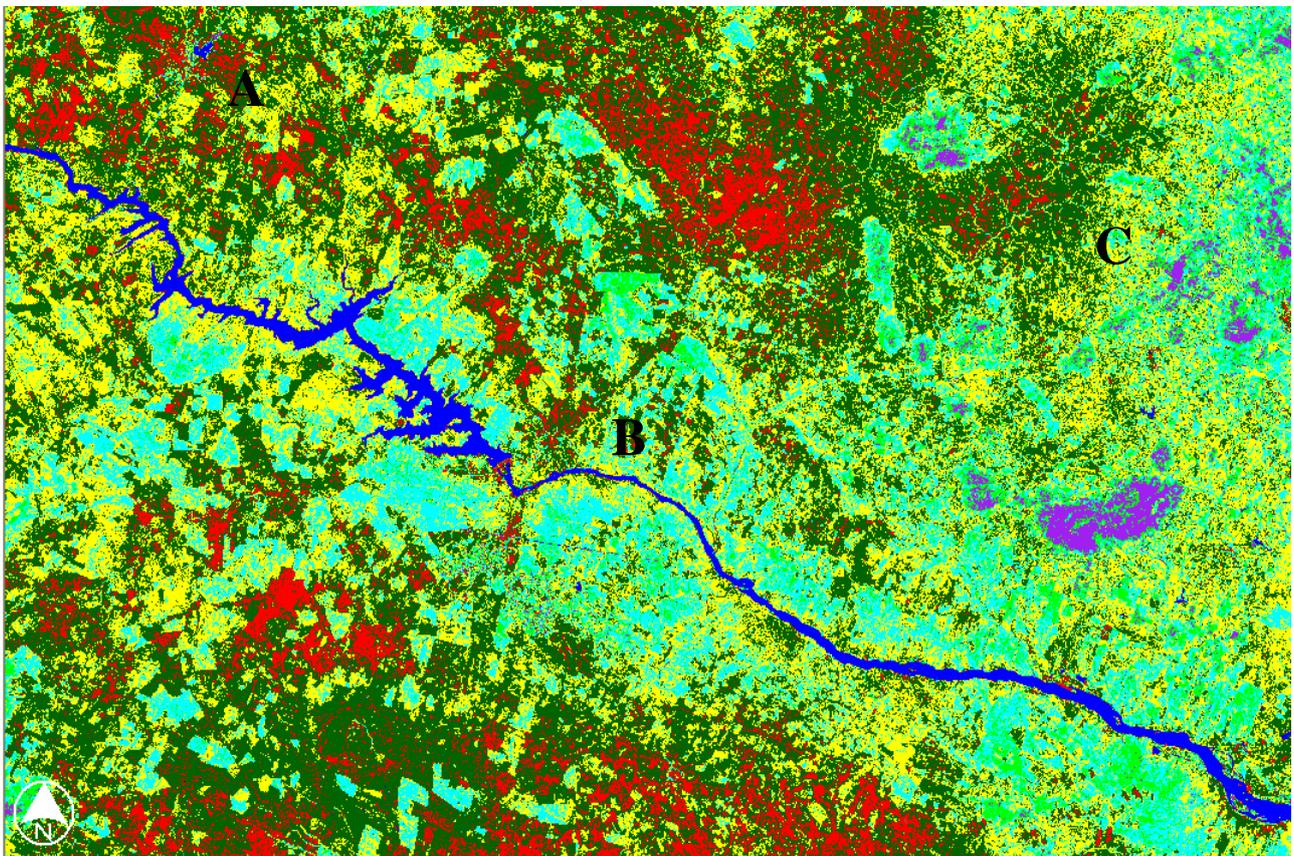
- preto (< 0.01): regiões extremamente pobres em área vegetativa ou sem nenhuma vegetação;
- marrom (0.01 - 0.10): região pobre com relação à área recoberta por vegetação, embora mais presente que na anterior;
- vermelho (0.10 - 0.20): vegetação começa a se pronunciar;
- verde escuro (0.20 - 0.30): cobertura vegetal pouco densa;
- amarelo (0.30 - 0.40): área disposta de forma adjunta às regiões verdes;
- ciano, verde claro e violeta (> 0.40): vegetação extremamente pronunciada.

Shilpakar (2003) utilizando técnicas de sensoriamento remoto em pesquisa realizada na bacia do Rio Rapti, Nepal, encontrou valores de NDVI entre 0,55 e 0,70 em áreas de floresta e de 0,65 em áreas cultivadas com milho. Nas áreas de solos expostos esse índice alcançou 0,17, no entanto, nas áreas mais planas foram encontrados valores iguais e ainda menor que 0,06, tal diferença está relacionada à textura e a diferentes conteúdos de umidade no solo.

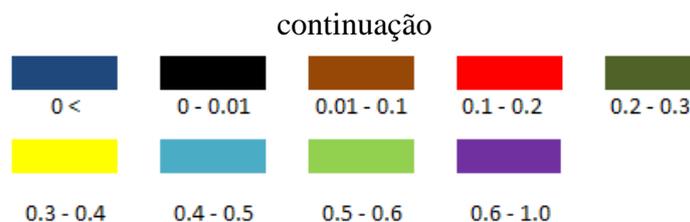
Lopes (2003) utilizou imagens captadas em 2000 e 2001 pelo TM Landsat 5 em estudo conduzido no perímetro de irrigação Senador Nilo Coelho e encontrou valores de NDVI iguais a 0,75 e 0,78 nos respectivos anos. Valores próximos aos encontrados em 07/12/2006 (Figura 3a).



(a)



(b)



**Figura 3.** Imagens da classificação do NDVI para os dias 07/12/2006 (a) e 23/09/2008 (b) da região de estudo, Delmiro Gouveia (A), Piranhas (B) e Olho d’água do Casado (C).

### 3.3 Mapeamento temático do SAVI

A Tabela 3 apresenta valores instantâneos dos Índices (NDVI e SAVI) para os dias 07/12/2006 e 23/09/2008 nos municípios de Delmiro Gouveia, Olho d’água do Casado e Piranhas. Tomando como base os valores de NDVI nas duas imagens, nos municípios observados, De acordo com os valores observados na Tabela 3, foi possível observar a variação entre os períodos estudados para cada município, em Delmiro Gouveia os valores instantâneos dos índices estudados diminuíram de 2006 para 2008, enquanto os valores medidos nos municípios de Olho d’água do Casado e Piranhas aumentaram em ambos os índices. Logo, nessa região a média da precipitação varia em torno de 600 a 700 mm, tendo uma distribuição irregular com deficiência hídrica

no verão, justificando dessa forma essa variação entre os períodos estudados, já que em 07/12/2006 é o período mais quente, com temperaturas médias em torno de 28°C, e na imagem do dia 23/09/2008, é no período mais frio com temperaturas em torno de 22°C, tendo grande oscilação durante o dia, com altas temperaturas durante o dia e baixas temperaturas durante a noite, com uma amplitude térmica de 13°C, influência de certa forma nos estudos para essa região. Vários autores analisaram os padrões de comportamento do NDVI e da precipitação associada aos eventos de El Niño e La Niña, eles observaram que esses fenômenos modulam a variabilidade anual da cobertura vegetal na região devido aos efeitos que eles exercem sobre a precipitação.

**Tabela 3.** Valores instantâneos do NDVI e SAVI para os dias 07/12/2006 e 23/09/2008.

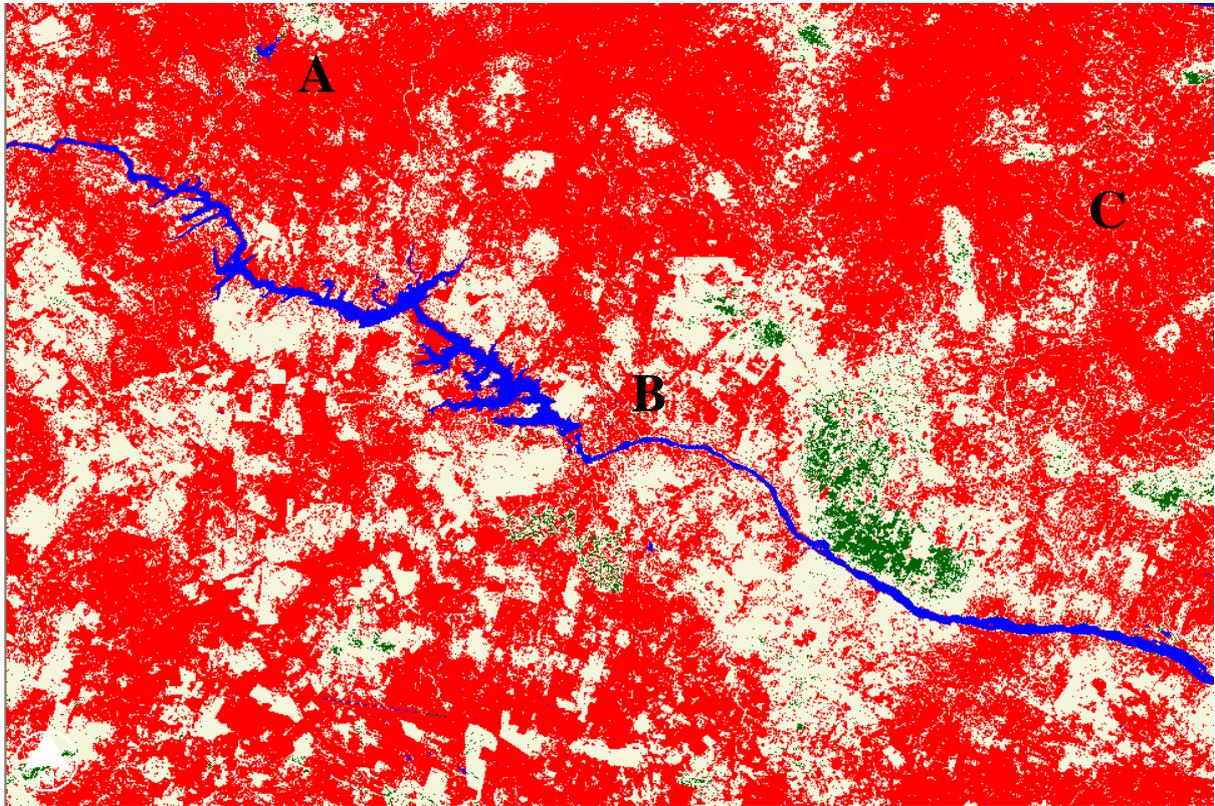
Municípios	07/12/2006		23/09/2008	
	NDVI	SAVI	NDVI	SAVI
Delmiro Gouveia	0,500	0,414	0,400	0,333
Olho d’água do Casado	0,192	0,170	0,271	0,240
Piranhas	0,256	0,217	0,444	0,363

Em relação ao SAVI a região em 2006 apresenta um intervalo de valores [-0,66, 0,72], com médios de 0,175 e em 2008 um

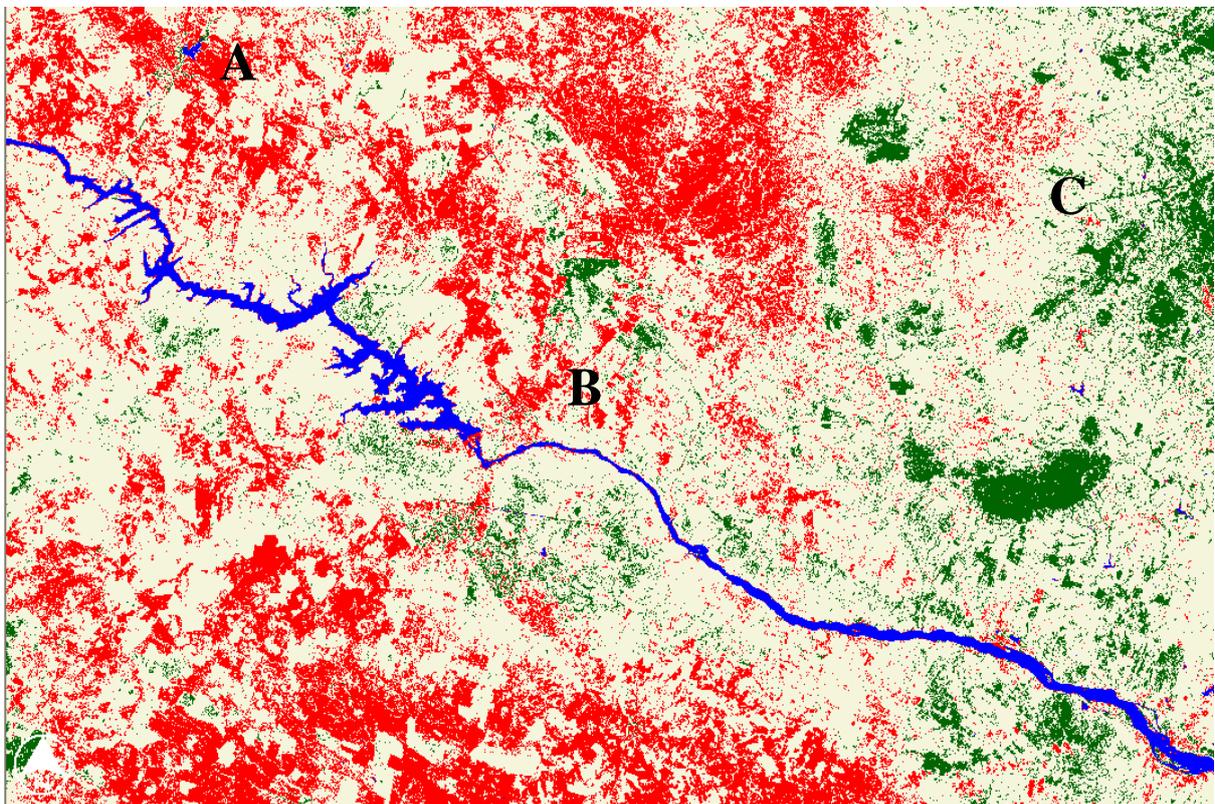
intervalo [-0,58, 0,82] e médios de 0,267. Com base nestas variações a região foi dividida em 4 classes. Nesta classificação, os

valores em verde representam regiões com SAVI altos ( $>0,40$ ), os em pêssego representam regiões com SAVI médios ( $0,20$

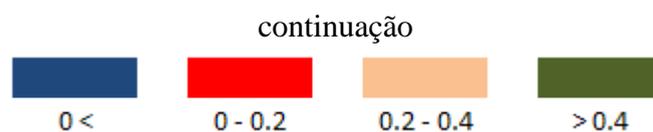
-  $0,40$ ), os em vermelho as regiões com SAVI baixos ( $<0,20$ ) (Figura 4a e 4b).



(a)



(b)



**Figura 4.** Imagens da classificação do SAVI para os dias 07/12/2006 (a) e 23/09/2008 (b) da região de estudo, Delmiro Gouveia (A), Piranhas (B) e Olho d'água do Casado (C).

Valores baixos de SAVI demonstram áreas com elevados valores de área basal, biomassa e volume, segundo estudo de Maciel et al. (2003) e afirma que esta diferenciação apresenta-se decorrente, principalmente, da maior ou menor proporção de sombra ocasionada pela estrutura do dossel.

#### 4. Conclusões

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, referente à área total de estudo, apresentou valor máximo de 0,803 e o mínimo de -0,999 com uma média de 0,266, evidenciando uma grande cobertura vegetal na área em estudo.

As imagens dos índices de vegetação NDVI e SAVI confirmaram sua aplicabilidade como ferramenta no monitoramento de cobertura vegetal, permitindo alcançar o objetivo proposto. A diminuição da densidade de cobertura verde no município de Delmiro Gouveia, ocorrido de 2006 para 2008, enquanto a variação da biomassa e volume ocorrido nos municípios Olho d'água do Casado e Piranhas, aumentando entre os anos estudados, mostrando uma clara e significativa redução nos anos secos, associado ao evento de El Niño ocorrido em 2006.

Os mapas temáticos elaborados para a

região de estudo evidenciaram a cobertura vegetal do Sertão do São Francisco Alagoano (SSF), com as demais áreas, agrícolas ou não.

O método utilizado no cálculo do NDVI mostrou-se bastante satisfatório, visto que os resultados obtidos indicaram as superfícies situadas na área estudada, na qual a tonalidade vai escurecendo conforme há uma aproximação do centro urbano. Apesar do êxito, foi necessário uma filtragem relacionada à resultados espúrios, possivelmente causados por dados obtidos na presença de nuvens.

Sumarizando, os mapas dos índices (NDVI e SAVI) gerados com os dados de satélite LANDSAT 5 que fornecem os dados espaciais, podem ser utilizados para monitoramento das variabilidades espacial das condições bioclimáticas e seus impactos nas condições de vegetação.

#### 5. Referências

- Allen, R.G. et al. (agosto de 2002). Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) – Advanced training and users Manual. Idaho, p.98.
- Bastiaanssen, W. G. M. (1995). Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural

- University, Wageningen, Netherlands, 237p.
- Bastiaanssen, W.G.M., Menenti, M., Feddes, R.A. e Holtslag, A.A.M. (1998a). A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation. *Journal of Hydrology*, vol. 212-213, 198-212.
- Bastiaanssen, W.G.M. et al. (1998b). A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 2. Validation. *Journal of Hydrology*, vol. 212-213, 213-229.
- Bastiaanssen, W. G. M. (2000). SEBAL - Based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. *Journal of Hydrology*, v.229, p.87-100.
- Chander, G.; Markham, B. (2003). Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. v. 41. n. 11.
- Costa, F. H. S. Filho, C. R. S. Risso, A. (21-26 abril 2007). Análise temporal de NDVI e mapas potenciais naturais de erosão na região do Vale do Ribeira, São Paulo. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 3833-3839.
- Huete, A. R. (1988). A soil adjusted vegetation index – SAVI. *Remote Sensing of Environment*, v. 25, 295–309 p.
- Liu, W. T. H. (2007). Aplicações de sensoriamento remoto, UNIDERP, Campo Grande.
- Lopes, G. M. (2003). Balanço de Radiação em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat 5 - TM. Dissertação de Mestrado, Campina Grande-PB: DCA/CCT/UFPG.
- Maciel, M. N. M. M., Lingnau, C., Sanquetta, C. R., Péllico, S. (2003). Relação entre variáveis digitais de imagem Landsat e variáveis biométricas de uma flor esta primária na Amazônia Oriental. *Anais XI SBSR*, Belo Horizonte, abril 2003, INPE, p. 2791-2798.
- Motta, J. L. G.; Fontana, D. C; Weber, E. (2003). Evolução temporal do NDVI/NOAA em áreas cobertas por pixels com proporções variáveis de soja. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 353-369.
- Schroeder, W.; França, J. R. de A.; Ceballos, J. C. (1999). Análise da Evolução Temporal da Cobertura Vegetal Usando dados AVHRR/NOAA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: SBA, 1 CD-ROM.
- Shilpakar, R. L. (2003). Geo-information procedure for water accounting: A case of the East Rapti River Basin, Nepal. February, (Master of Science Thesis), The Netherlands. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation. P.
- Smith, M. O.; Ustin, S. L.; Adams, J. B.; Gillespie, A. R. (1990). *Vegetation in Deserts: I. A regional measure of abundance*

from Multispectral Images. *Remote Sensing of Environment*. 31: 1 – 26.

Tasumi, M. (2003). Progress in operational estimation of regional evapotranspiration using satellite imagery. PhD thesis, Dept.

Biological and Agricultural Engineering, University of Idaho. Idaho.

Tucker, C. J. Townshend, J. R. G., Goff, T. E. (1985). African land cover classification using satellite data. *Science*. V.227, 369-375.