

## **Índices de vegetação, NDVI e SAVI, em áreas de campos naturais e floresta densa em Humaitá - AM nos anos de 2009 e 2010.**

Larissa Leite Pavão<sup>1</sup>

Carlos Alexandre Santos Querino<sup>2,4</sup>

Vagner Marques Pavão<sup>1</sup>

Cristina Aparecida Beneditti<sup>2,5</sup>

Juliane Kayse Albuquerque Da Silva Querino<sup>1,4</sup>

Nadja Gomes Machado<sup>3,4</sup>

Marcelo Sacardi Biudes<sup>4</sup>

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)  
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA  
Rua 29 de Agosto, 786, Centro – Humaitá/AM – CEP 69800-000 – Brasil.  
vagner\_apui@hotmail.com  
larissaleite.engamb@gmail.com  
julianekayse@hotmail.com

<sup>2</sup>Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), Centro Regional de Porto Velho - CRPV  
Av. Lauro Sodré, 6500, Aeroporto, Cep – 76803-260, Porto Velho - RO  
carlos.querino@sipam.gov.br  
cristina.beneditti@sipam.gov.br

<sup>3</sup>Instituto Federal do Mato Grosso (IFMT)  
Laboratório de Biologia da Conservação  
Av. Juliano Costa Marques, s/n, Bairro Bela Vista, CEP: 78050-560, Cuiabá/MT.  
nadja.machado@blv.ifmt.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)  
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, - PPGFA  
Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá-MT CEP 78.060-900.  
marcelo@fisica.ufmt.br

<sup>5</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP  
Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente  
Avenida 24 A,1515 CEP.13506-900 Rio Claro - SP

**ABSTRACT.** The use of remote sensing as an environment monitoring tool, to analyze many different variables, had become very useful to the research progress, mainly due to the facility on the data acquirement from remote places. Considering the benefits of this tool, the main aim of this article was to evaluate the vegetation dynamic thru 2009 and 2010 in three natural ecosystems in Humaitá city, Amazonas State, for the dry and wet season, by the use of SAVI (Soil Adjustment Vegetation Index) and NDVI (Normalize Difference Vegetation Index) indexes. Were used satellite images from the study area downloaded direct from the U.S National Geological Service in the dry and wet season. The vegetation indexes were determined in one of the steps of the algorithm SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land). The results had shown that, both index, had alteration in 2009, in which the wet period, had shown, in the clean savanna environment, negative values, probably related to the water content above the surface. In 2010 these variations was not observed for both index, probably due to the interannual climatic oscillation. When compared 2009 and 2010 no changes were noticed in the vegetation dynamic when assimilated to the SAVI and NDVI index.

Key Words: Remote sensing, Amazon and Amazonian fields.

### **1. INTRODUÇÃO**

O Município de Humaitá, localizado na porção Sul do estado do Amazonas, contempla em sua área, diferentes ecossistemas como os campos naturais (limpo e sujo) e floresta densa. Os campos por sua vez, constituem o complexo de campos e matas abertas dos “Campos Naturais de Humaitá-Puciari” que abrangem parte do sul do estado do Amazonas e norte de Rondônia em que a vegetação predominante é de gramíneas e florestas circundantes formadas por florestas mesófilas baixas, florestas perinifólias altas, palmeiras, castanhais e outras (VIDOTTO et al., 2007). Considerando a necessidade de preservação desses ecossistemas naturais, surge, como alternativa para monitoramento desses ecossistemas, o sensoriamento remoto. Giongo et al. (2010) afirmam que o sensoriamento remoto, acoplado com modelos de processamento de imagens, como por exemplo, o *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (SEBAL) apresenta-se como ferramenta de grande valia para analisar variáveis específicas, visto que, oferece informações com rapidez e custo moderado. Isso se dá principalmente devido a facilidade de acesso a bancos de imagens de satélite que fornecem uma visão panorâmica sobre a área. Segundo Gomes et al. (2013) o sensoriamento remoto vem se tornando uma importante tecnologia utilizada principalmente no que diz respeito a gestão de recursos naturais, como por meio dos Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI) que são aplicadas como ferramenta no monitoramento de cobertura vegetal.

De acordo com Demarchi et al. (2011) O índice de vegetação mais popular é o NDVI, o qual Melo et al. (2011) definem como um índice capaz de determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área (quanto maior este índice de vegetação, mais densa é a fitomassa verde). Elmore et al. (2000) ressaltam que há uma desvantagem no uso do NDVI, e esta por sua vez, está no fato deste ser altamente influenciado pelo brilho e pelo efeito espectral do solo, o que prejudica as avaliações sobre a vegetação. Já O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), de acordo com Boratto e Gomide (2013), é um índice caracterizado por levar em consideração efeitos do solo exposto nas imagens analisadas, sendo desenvolvido para ajuste do NDVI quando a superfície não esta completamente coberta pela vegetação. Portanto, para minimizar os efeitos do solo na caracterização da vegetação, foi desenvolvido este índice, o qual leva em consideração o fator de ajuste para o substrato do dossel (L) proposto por Huete (1988), e que sugere fator L de 1,0; para cobertura vegetal intermediária, 0,5, e para altas densidades de vegetação, fator 0,25. Além disso quando o valor L for igual a zero, o índice SAVI equivalerá ao índice NDVI (Huete 1988)..

Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica vegetal entre três ecossistemas adjacentes, campo limpo, campo sujo e floresta densa, no Município de Humaitá, através dos índices de vegetação SAVI e NDVI.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Área de estudo**

O município de Humaitá está localizado na região sul do estado do Amazonas à margem esquerda do Rio Madeira, o qual, por sua vez, é afluente da margem direita do Rio Amazonas. O município está cerca de 200km ao norte da capital de Rondônia, Porto Velho, e 675km ao sul de Manaus, capital do Amazonas. A cidade faz divisa com os municípios de Manicoré ao Norte, Tapuá ao Leste, Canutama a Oeste e o estado de Rondônia ao Sul (MARTINS et al. 2006).

Na região de Humaitá, observa-se a presença de três ecossistemas naturais adjacentes. A área de floresta densa é caracterizada por vegetação de grande porte e pequeno espaçamento entre as espécies vegetais ali presente, corresponde a área circulada de verde. áreas de campo sujo, onde a vegetação é de porte menor e menos densa, e que segundo Campos (2009) constituí-se em campos cobertos por gramíneas associadas a arbustos e árvores, atingindo

portes que vão de 3 a 5 metros, em laranja, e por fim, as áreas de campo limpo, onde predomina vegetação rasteira e está delimitada pelo contorno vermelho (Figura 1).

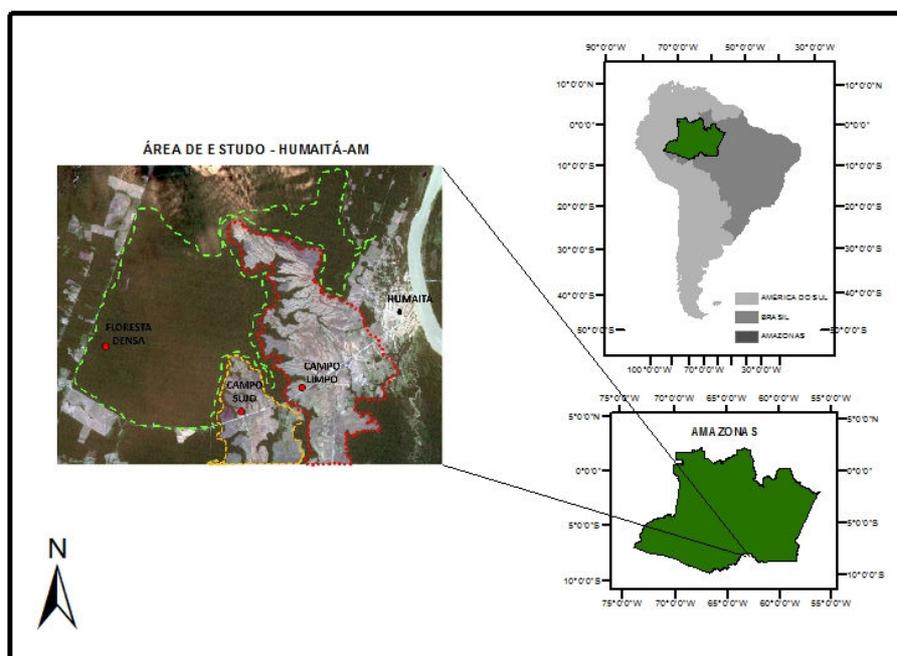


Figura 1. Mosaico da localização dos três ecossistemas naturais presentes na área de estudo em Humaitá-AM.

## 2.2. Aquisição e tratamento das imagens

### 2.2.1. Calibração radiométrica

As imagens obtidas foram do Satélite Landsat 5TM e estão disponíveis no site da U.S. Geological Survey [glovis.usgs.gov](http://glovis.usgs.gov). Foram selecionadas imagens e com menor percentual de nuvens e conseqüentemente, melhor qualidade para esse tipo de estudo, para os períodos seco e chuvoso de ambos os anos. A partir daí, realizou-se a calibração radiométrica de cada banda e que corresponde a conversão do nível de cinza de cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática ( $L_{\lambda i}$ ). Segundo Markham & Baker (1987)  $L_{\lambda i}$  pode ser obtido pela Equação 1:

$$L_{\lambda i} = a_i + \left( \frac{b_i - a_i}{255} \right) ND \quad (1)$$

Onde:

“a” e “b” são radiâncias espectrais mínimas e máximas, ND é a intensidade do pixel e i as bandas de 1 a 7 do satélite Landsat 5 - TM.

### 2.2.2. Reflectância

O cômputo da reflectância monocromática de cada banda  $\rho_{\lambda i}$  que é definido como sendo a razão entre o fluxo da radiação solar refletido e o fluxo da radiação solar incidente, é obtido pela Equação 2:

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

em que  $L_{\lambda_i}$  e  $k_{\lambda_i}$  são respectivamente a radiância espectral e a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ( $Wm^{-2} \mu m^{-1}$ ),  $Z$  é o ângulo zenital solar e  $d_r$  é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol em dado dia do ano (DSA) e que de acordo com Iqbal (1983), é dada pela Equação 3:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos(DSA.2\pi / 365) \quad (3)$$

Onde:

DSA é o dia sequencial do ano e o argumento da função *cos* está em radianos.

Por fim, quando a área de estudo tem uma declividade mínima ou até mesmo nula, o cosseno do ângulo de incidência da radiação solar ( $\cos Z$ ) é obtido a partir do ângulo de elevação do Sol ( $E$ ), que se encontra no cabeçalho da imagem, e é determinado pela Equação 4:

$$\cos z = \cos\left(\frac{\pi}{2} - E\right) = \sin(E) \quad (4)$$

### 2.2.3. Índices de Vegetação: NDVI, SAVI

O NDVI, oscila de -1 a +1 e quanto mais próximo de 1 se apresentar, maior a densidade da cobertura vegetal, ou seja, ela indica que a vegetação da área encontra-se em seu estágio denso, úmida e bem desenvolvida (MELO, 2011). O NDVI é obtido por meio da razão entre a diferença das refletividades do IV-próximo ( $\rho_{IV}$ ) e do vermelho ( $\rho_V$ ), pela soma das mesmas, conforme a Equação 5:

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (5)$$

onde:

$\rho_{IV}$  e  $\rho_V$  correspondem, respectivamente, as bandas 4 e 3 do Landsat 5TM.

Já para calcular do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* - SAVI), é utilizada a expressão proposta por (Huete, 1988), conforme a Equação 6:

$$SAVI = \frac{(1+L)(\rho_{IV} - \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)} \quad (6)$$

onde  $L$  é uma função que depende do tipo de solo. Neste estudo o  $L$  aplicado foi de 0,5.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Melo (2011) os valores referentes ao NDVI oscilam dentro de um intervalo que vai de -1 a 1e quanto mais próximo de 1 maior é a densidade da cobertura vegetal analisada. Na Figura 2 é possível observar que os valores de NDVI para o período seco (a) e para o período chuvoso (b). O intervalo de -0,0441 à -0,029 representa o rio Madeira, o intervalo de -0,029 – 0,322, indica áreas alagadas, perceptível ao se comparar as imagens em períodos distintos, onde nota-se um aumento nesse índice no período chuvoso. Boratto e Gomide (2013), caracterizaram a cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais, utilizando três índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF. Os autores observaram que nas superfícies que contêm água ou nuvens, esta variação de SAVI é sempre menor do que 0. Vale ressaltar que o mesmo vale para o NDVI, visto que ambos índices, SAVI e NDVI, se diferem apenas pelo SAVI levar em consideração o background do solo. O intervalo compreendido entre 0,322 – 0,491, indica as áreas de solo exposto, sendo observada principalmente na área de campo limpo, a qual vai diminuindo gradativamente à medida em que a vegetação se torna mais densa. Os dois tons de verde correspondem a vegetação mais densa. O verde escuro próximo

de 1 (0,620 – 0,873), indica uma vegetação sadia que reflete diretamente na disponibilidade de água no perfil do solo proporcionando melhores condições de desenvolvimento vegetativo para as plantas (Boratto e Gomide, 2013).

Ambas imagens de SAVI na figura 2 (período seco 2c e período chuvoso 2d), apresentaram-se bastante semelhantes as imagens de NDVI da mesma figura. Observa-se o aumento do tom de laranja (-0,005 – 0,274) na imagem referente ao período chuvoso bem como da tonalidade do verde escuro (0,274 – 0,454), sendo que, o aumento desse último, indica que trata-se de uma área com vegetação em pleno crescimento ativo, com baixa refletância na faixa do vermelho, e alta refletância no infravermelho próximo (FILHO et al., 2007).

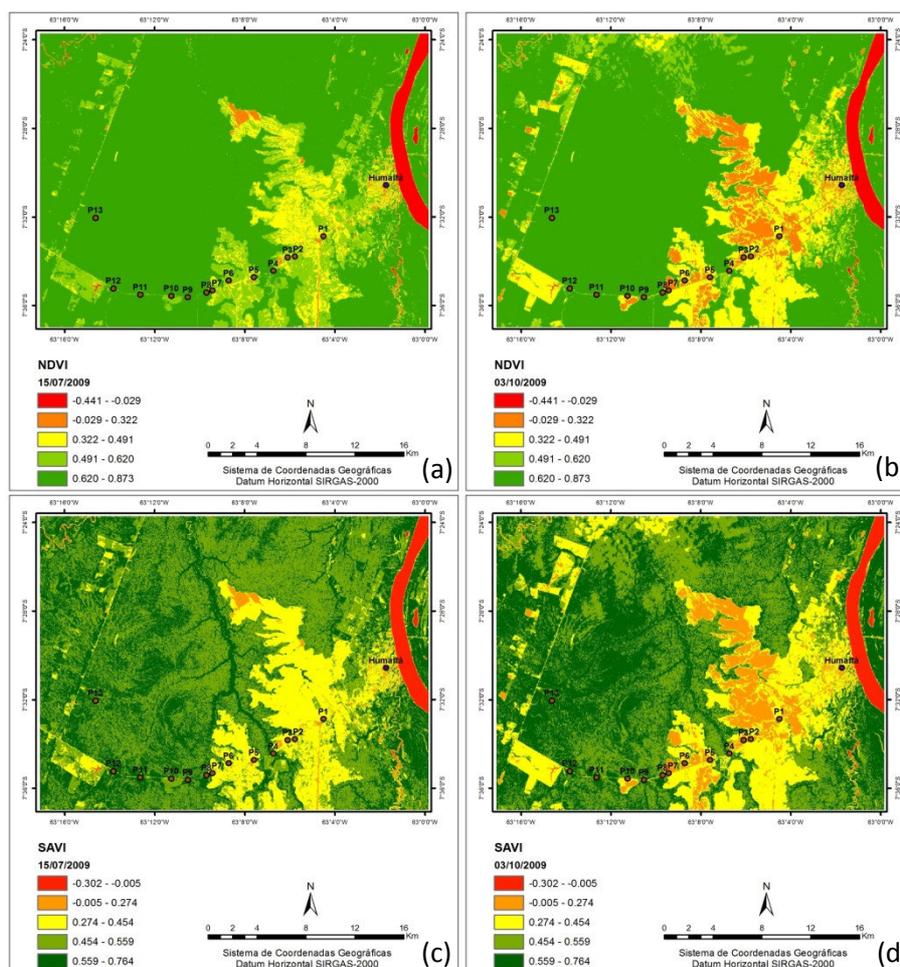


Figura 2. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (a) período chuvoso e (b) período seco, e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) para os períodos, seco (c) e chuvoso (d), na área de estudo, no município de Humaitá-AM, para o ano de 2009.

A figura 3 mostra o comportamento dos índices de vegetação SAVI e NDVI na área de estudo para o ano de 2010. Novamente é possível observar que as áreas ocupadas por corpos hídricos apresentam valores negativos. Fausto et al. (2013) afirmam que para esse tipo de fisionomia, valores próximos a -1 indica maior qualidade da água, relacionado à maior profundidade e ausência de plantas aquáticas. Ao comparar o NDVI das imagens de período seco 3a e período chuvoso 3b é possível observar que as áreas amarelas, que correspondem ao solo exposto, diminuem no período chuvoso, dando lugar, principalmente no campo limpo, para a coloração verde claro, indicando a reestruturação da vegetação após o término do período de estiagem. Fausto et al. (2003), analisaram o NDVI para uma área de cerrado no

estado do Mato-Grosso e observaram uma variação significativa na mudança de estação, com aumento considerável para esse índice no período. Os autores verificaram que na estação chuvosa da região, o dossel se mantém mais denso, e no período seco, muitas espécies de arbustos perdem as folhas, comportamento típico do bioma cerrado, resultando em menores valores de NDVI. Os valores mais baixos, ou seja, mais próximos de 0, tanto do NDVI quanto de SAVI foram encontrados nas imagens do período seco 3a e 3c respectivamente. Observou-se valores de intervalos de  $-0,029 - 0,322$  e  $-0,005 - 0,274$ , respectivamente, o que pode estar em função desse período de estiagem que provoca um estresse hídrico na vegetação afetando o desenvolvimento da gramínea. Em geral para o ano de 2010 o NDVI variou dentro do intervalo de  $-0,441 - 0,873$ , e o SAVI  $-0,302 - 0,764$ . Gomes et al.(2013) encontraram em seu trabalho na microrregião do Vale de Pajeú-PE uma variação semelhante para o SAVI para a mesma época do ano de 2010, onde este variou dentro de um intervalo de valores  $-0,6$  a  $0,74$ .

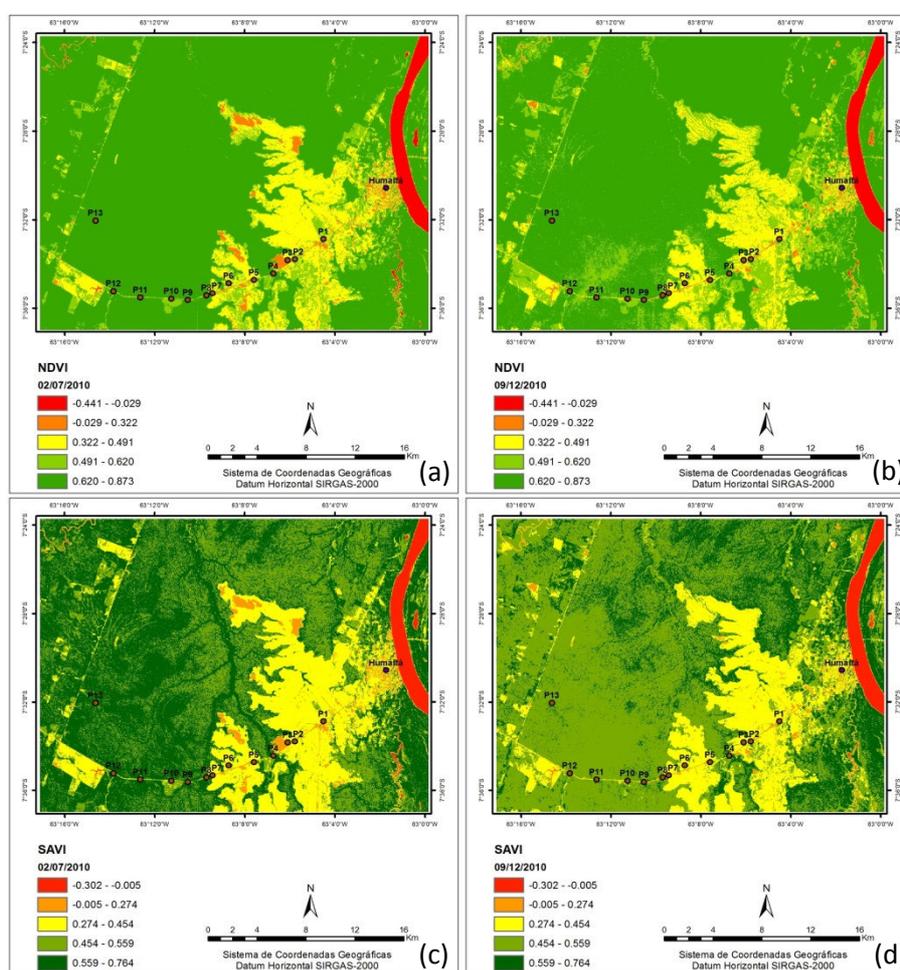


Figura 3. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (a) período seco e (b) período chuvoso, e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) para os períodos, seco (c) e chuvoso (d), na área de estudo, no município de Humaitá – AM, para o ano de 2010.

#### 4. CONCLUSÕES

As informações obtidas por sensoriamento remoto da cobertura vegetal, de ambos os períodos de estudo, permitiram constatar que houve uma variação nos valores de NDVI e SAVI quando comparados duas épocas diferentes do ano, período seco e período chuvoso, na região de estudo. As áreas que apresentaram maiores variações foram aquelas em que a água

exercia forte influência e ficou constatado que os valores de NDVI e SAVI estão diretamente ligados à disponibilidade hídrica do solo.

Além disso, o comportamento dos dois índices de vegetação foi semelhante quando comparados interanual, o que implica em um comportamento semelhante na dinâmica da vegetação entre os dois anos estudados.

## REFERÊNCIAS

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. 2013. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. **Anais...** 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0075.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2014.

Campos, M. C. C. Pedogeomorfologia aplicada à ambientes amazônicos do médio Rio Madeira. 224 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2009.

Demarchi, J. C.; Piroli, E. L.; Zimback, C. R. L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz Do Rio Pardo – SP usando imagens LANDSAT-5. 2011. ISSN: 2177-2738 CURITIBA - PR. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/viewFile/17416/14028>. Acesso em: 26 out. 2014.

Elmore, A. J.; Mustard, J. F.; Manning, S. J.; Lobell, D. B. Quantifying Vegetation Change in Semiarid Environments: Precision and Accuracy of Spectral Mixture Analysis and the Normalized Difference Vegetation Index. **Remote Sensing Of Environment**, New York, v. 73, n. 1, p.87-102, 21 jan. 2000.

Fausto, M. A.; Machado, N. G.; Nogueira, J. S.; Biudes, M. S. Comparação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) em uma área de cerrado, MT. 2013. 21 a 25 de outubro, Cuiabá – MT. **Anais...** In: IX Congresso Brasileiro de Agroinformática. Disponível em: [http://200.129.241.80/sbiagro/sbianais/paginas/trabalhos/119611\\_1.pdf](http://200.129.241.80/sbiagro/sbianais/paginas/trabalhos/119611_1.pdf). Acesso em: 30 out. 2014.

Costa Filho, J. F.; Francisco, P. R. M.; Andrade, M. V.; Silva, L.; Dantas, L. M. Estimativa do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) na Microrregião de Sousa-PB utilizando imagens do CBERS-21. 2007. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE. **Anais...** Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABEtAA/estimativa-ndice-vegetacao-diferenca-normalizada-ndvi-na-microrregiao-sousa-pb-utilizando-imagens-cbers-21>. Acesso em: 30 out. 2014.

Gomes, H. B. Silva, Y. U.; Santos, M. N.; Junior, A. M.; Ocrécio, T. C. M. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI na microrregião do Vale Do Pajeú-PE. 2013. I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro Campina Grande - PB. Disponível em: [http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiario/trabalhos/Modalidade\\_4datahora\\_09\\_11\\_2013\\_16\\_5\\_2\\_45\\_idinscrito\\_414\\_642ee65d38ceea6dff5de574ed8c8e2.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiario/trabalhos/Modalidade_4datahora_09_11_2013_16_5_2_45_idinscrito_414_642ee65d38ceea6dff5de574ed8c8e2.pdf). Acesso em: 26 nov. 2014.

Giongo, P. R.; Moura, G. B. A.; Silva, B. B.; Rocha, H. R.; Medeiros & Nazareno. Albedo à superfície a partir de imagens Landsat 5 em áreas de cana-de-açúcar e cerrado. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.14, n.3, p.279–287, 2010.

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

Markham, B. L.; Barker, J. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. *International Journal of Remote Sensing*, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

Martins, G. C. Ferreira, M. M. Curi, N. Vitorino, A. C. T.; Silva, M. L. N. Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 2, p.221-227, 25 jan. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n2/v30n2a05.pdf>. Acesso em: 27 out. 2014.

Melo, E. T.; Sales, M. C. L.; Oliveira, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE.

2011. P. 520-53 Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/24919>. Acesso em: 30 out. 2014.

Vidotto, E.; Pessenda, L.C. R.; Ribeiro, A. S.; Freitas, H. A.; Bendassolli, J. A. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. ACTA AMAZONICA. Volume 37(3): 385 – 400. 2007.