

## UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NA AVALIAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DO PROJETO DE ASSENTAMENTO JOSÉ EMÍDIO DOS SANTOS, CAPELA - SE.

Acacia Maria Barros Souza<sup>1</sup>, Ana Paula Oliveira Lucas<sup>2</sup>, Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>3</sup>, Zeni Goes Brandino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Licenciada em Geografia, Bacharelada em Geografia, UFS, Aracaju-SE, [acacia.souza@aju.incra.gov.br](mailto:acacia.souza@aju.incra.gov.br)

<sup>2</sup>Bióloga, Analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário, INCRA, Aracaju-SE, [ana.lucas@aju.incra.gov.br](mailto:ana.lucas@aju.incra.gov.br)

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Civil, Pesquisador, Embrapa, Aracaju-SE, [marcus.cruz@embrapa.br](mailto:marcus.cruz@embrapa.br)

<sup>4</sup>Eng<sup>o</sup> Agrônomo, INCRA, Aracaju-SE, [zeni.goes@aju.incra.gov.br](mailto:zeni.goes@aju.incra.gov.br)

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação da cobertura vegetal no Projeto de Assentamento José Emídio dos Santos, a partir dos índices de vegetação: SR, NDVI, SAVI e EVI. Foi utilizada uma imagem de satélite Landsat 5 TM (Thematic Mapper) com data de passagem 03/04/2009. Todos os índices de vegetação foram eficientes na separação de classes de cobertura vegetal, no entanto, o SR apresentou valores elevados com relação aos demais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento remoto, uso e cobertura do solo, assentamento

### INTRODUÇÃO:

Nas últimas décadas, o Estado de Sergipe vem passando em seu espaço agrário por significativas transformações. Isso decorre em função do crescente número de assentamentos de reforma agrária instalados. Assim, onde antes havia propriedades particulares constituídas basicamente por pastagens e/ou extensas áreas de monoculturas, transformaram-se em assentamentos rurais fragmentados em pequenos lotes. Com a intervenção antrópica no uso do solo, se estabelece um cenário de supressão acelerada dos recursos naturais, com impactos na qualidade do solo, dos recursos hídricos e da cobertura vegetal. Os índices de vegetação constituem-se em operações algébricas envolvendo faixas de reflectância específicas que possibilitam a determinação da cobertura vegetal e a sua densidade. Este estudo objetivou avaliar os tipos de cobertura vegetal presentes no Projeto de Assentamento José Emídio dos Santos a partir de dados de sensoriamento remoto por meio de índices de vegetação como ferramentas de apoio à avaliação ambiental.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O PA José Emídio dos Santos, antiga Usina Santa Clara, localiza-se no município de Capela, microrregião do Cotinguiba. Criado em dezembro de 2005 com 280 famílias, possui uma área total de 3.251,7494 hectares, encontrando-se inserido no bioma da Mata Atlântica, no entorno de Unidade de Conservação de Proteção Integral (Refúgio da Vida Silvestre). Seus limites encontram-se entre as coordenadas de latitude (719210.21; 715682.12) e de longitude (8837210.74; 8829529.73) em UTM do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, o qual integra o Sistema Geodésico Sul Americano - SAD-69 zona 24S (Figura 1).

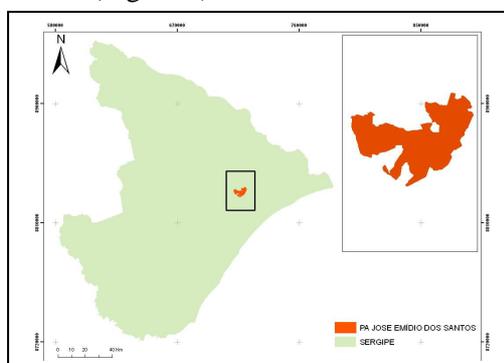


Figura 1 - Localização da área de estudo – PA José Emídio dos Santos

Para a análise utilizou-se uma imagem de satélite Landsat 5 TM (Thematic Mapper), obtida por meio de download gratuito no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE),

com data de passagem 03/04/2009, Órbita 215 e Ponto 67, com recobrimento de nuvens que variam de 0 a 40%. Foi empregado o sistema de projeção UTM SAD-69, zona 24S. Utilizando o software ArcGIS (ESRI, 2010) foi efetuado o registro das bandas 1, 3, 4 e 5 por meio da seleção de pontos de controle conhecidos e o recorte do retângulo envolvente do PA. Inicialmente procedeu-se à correção atmosférica das bandas por meio da aplicação do método de subtração do objeto escuro (DOS) segundo proposto por Chávez (1998). O cálculo adequado dos índices de vegetação demanda a conversão dos valores de DN para valores físicos, como radiância e reflectância (Ponzoni & Shimabukuro, 2010). Assim, a conversão pixel a pixel para radiância bidirecional aparente foi realizada segundo a equação proposta por Markham & Baker (1986):

$$L_0(\lambda) = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \cdot DN \quad (1)$$

onde  $a$  e  $b$  são as Radiâncias mínimas e máximas ( $W m^{-2} sr^{-1} m^{-1}$ ) detectadas pelo sensor TM, DN são os números digitais da imagem (0 a 255) e  $i$  corresponde às bandas do satélite em estudo. A determinação da reflectância é obtida a partir da razão entre o fluxo emergente da atmosfera e o fluxo incidente no seu topo, na região e banda espectral analisada.

$$\rho_i = \frac{\pi \cdot L_0(\lambda) \cdot d^2}{E_{sun}(\lambda) \cdot \cos \theta} \quad (2)$$

onde  $\rho_i$  é a reflectância bidirecional aparente de cada banda;  $L_0(\lambda)$  é a radiância bidirecional aparente ( $mW cm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ );  $d$  é a distância Sol-Terra em unidades astronômicas;  $E_{sun}(\lambda)$  é a irradiância média do sol no topo da atmosfera ( $mW cm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$ ),  $\theta$  é o ângulo zenital solar. Foram selecionados índices de vegetação de larga aplicabilidade, incluindo o Índice de Vegetação da Razão Simples (SR), Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI) e o Índice de Vegetação Melhorado (EVI). O Índice de Vegetação da Razão Simples (SR) proposto por Jordan (1969) foi o pioneiro e utiliza divisão entre as bandas do infravermelho próximo e vermelho:

$$SR = \frac{\rho_{IVP}}{\rho_V} \quad (3)$$

Onde:  $\rho_{IVP}$  é a reflectância no infravermelho próximo e  $\rho_V$  é a reflectância no vermelho. O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) conforme proposição de Rouse et al. (1973) normaliza a razão simples para o intervalo de -1 a +1, onde as áreas de vegetação mais intensa aproximam-se dos patamares superiores e áreas alagadiças, do limite inferior. Constitui-se em um dos índices de vegetação de maior difusão, com larga aplicabilidade em estudos de culturas agrícolas, florestais e climáticos. A equação para o NDVI é a seguinte:

$$NDVI = \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + \rho_V} \quad (4)$$

O Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI) surgiu como alternativa ao NDVI buscando minimizar o efeito do solo no seu valor final. Segundo Huete et al. (1988) o SAVI pode ser obtido a partir da consideração de uma constante  $L$ , que pode variar de 0 a 1, sendo utilizado o valor médio na maioria dos casos (0,5):

$$SAVI = \left[ \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + \rho_V + L} \right] \cdot (1 + L) \quad (5)$$

O Índice de Vegetação Melhorado (EVI), segundo proposição de Justice et al. (1998), busca otimizar o sinal da vegetação, intensificando a resposta em regiões de elevada concentração de biomassa, melhorando as interferências do solo e atmosféricas nas respostas. A formulação do EVI é a seguinte:

$$EVI = G \cdot \left[ \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{L + \rho_{IVP} + C1 \cdot \rho_V - C2 \cdot \rho_A} \right] \quad (6)$$

Onde  $L$  é o fator de ajuste para o solo (1,0);  $G$  é o fator de ganho (2,5);  $C1$  e  $C2$  são coeficientes de ajuste para o efeito de aerossóis da atmosfera (6,0 e 7,5). Por meio do módulo *Raster Calculator* do

ArcGIS, foram efetuadas as operações algébricas componentes dos índices citados a partir das bandas convertidas para valores de reflectância aparente.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Através da classificação uso do solo do assentamento, obtida de uma composição colorida RGB543, foram estabelecidas seis classes de cobertura do solo que podem ser relacionadas à presença/ausência de vegetação em maior ou menor intensidade (Figura 2).

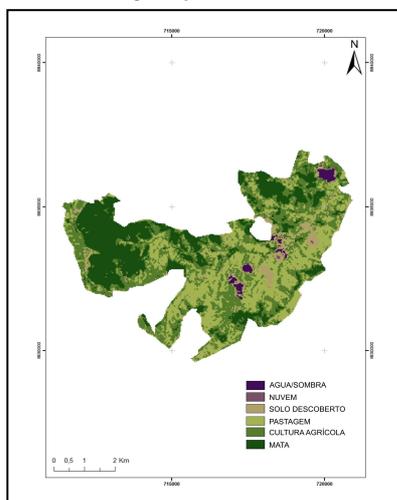


Figura 2 – Mapa das classes de uso e cobertura do solo do PA

A Tabela 1 apresenta as classes e suas porcentagens de área no PA José Emídio dos Santos. Observa-se uma predominância da classe cultura agrícola seguida pela classe pastagem, que totalizam 65% da cobertura do PA, enquanto que a classe mata ocupa 27%. Os percentuais referentes à ausência de vegetação, indicado como solo descoberto, correspondem a 7% da área total.

Tabela 1 – Quantificação das classes de cobertura do solo no PA José Emídio dos Santos

Classes	Area (km <sup>2</sup> )	Porcentagem
Água/sombra	0,5	2 %
Mata	8,4	27 %
Pastagem/campo	9,1	29 %
Cultura Agrícola	11,3	36 %
Solo descoberto	2,1	7 %
Nuvem	0,0	0 %

A Tabela 2 apresenta os parâmetros estatísticos para os valores de índices de vegetação obtidos para o PA. O coeficiente de variação relaciona o desvio-padrão da amostra e a sua média, permitindo uma análise relativa. Observa-se assim, que o IV da Razão Simples (SR) apresenta a maior variação em torno da média, fato que pode ser justificado pela sua própria formulação. Os demais IVs apresentaram comportamento semelhante, com pequeno aumento na variação do EVI com relação ao NDVI e SAVI.

Tabela 2 – Parâmetros estatísticos para os IVs calculados

IV	Máximo	Médio	Mínimo	Desvio-Padrão	Coefficiente de Variação
SR	30,01	6,84	1,56	4,82	0,70
NDVI	0,93	0,66	0,21	0,14	0,21
SAVI	0,68	0,38	0,06	0,10	0,26
EVI	0,80	0,41	0,05	0,12	0,29

As imagens resultantes da álgebra de mapas para cada índice foram submetidas a um processo de divisão por classes buscando representar as classes obtidas na classificação original do uso do solo. A

Figura 3 apresenta as imagens finais e as classes definidas. A Tabela 3 apresenta os intervalos determinados para as classes de tipo de cobertura vegetal utilizadas no PA.

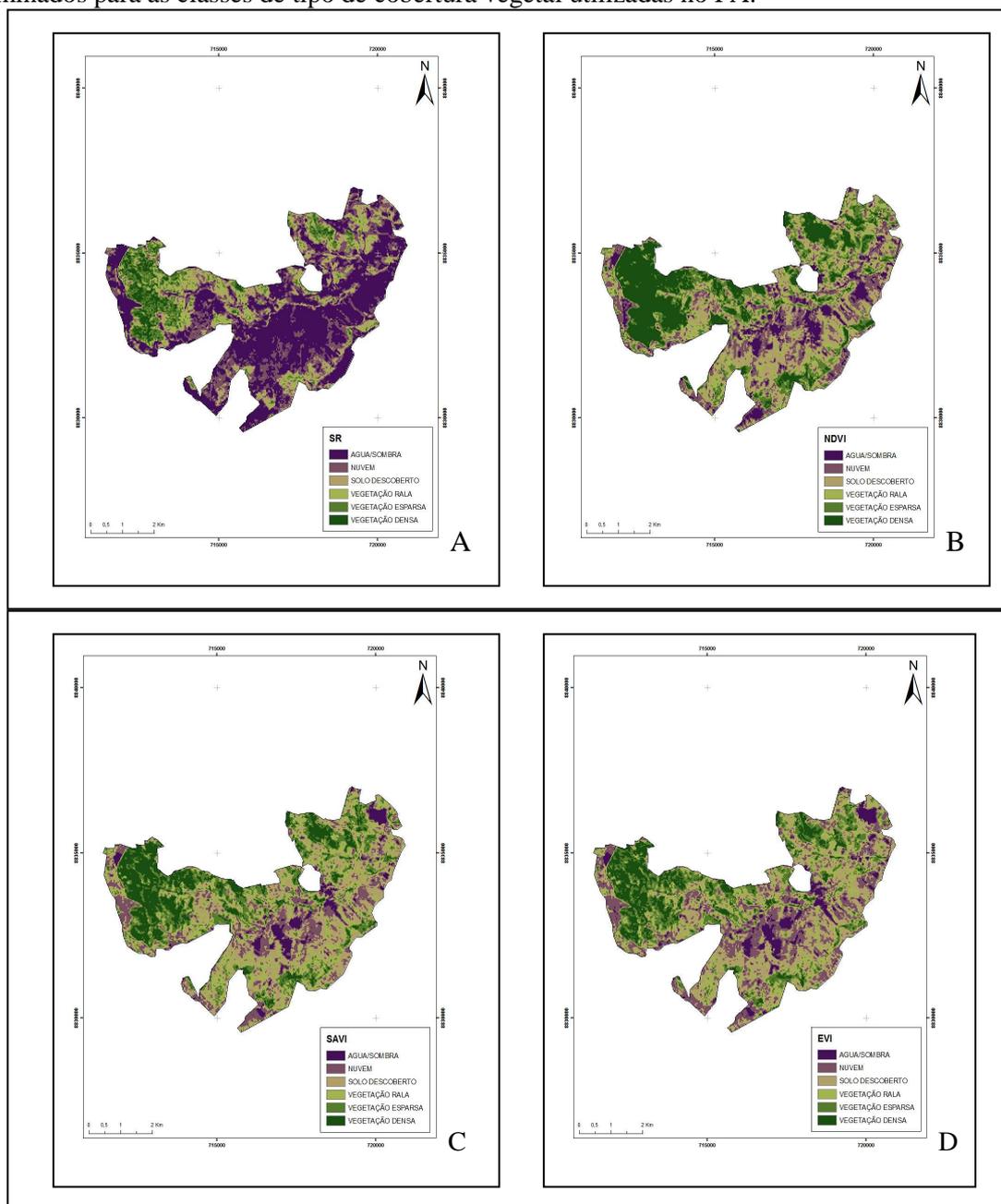


Figura 3 – Índices de vegetação obtidos para o PA e classes de tipos de cobertura vegetal: A - Índice de Vegetação da Razão Simples (SR); B – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI); C - Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI) e D - Índice de Vegetação Melhorado (EVI)

Segundo a Tabela 3, verifica-se que de forma geral todos os índices permitiram uma boa diferenciação entre as classes de cobertura vegetal definidas, no entanto, o SR apresentou valores acima dos demais índices, tal ocorrência pode ser justificada pela limitação de sua formulação. O melhor desempenho pode ser atribuído ao NDVI, que apresentou valores mais próximos da classificação do uso do solo, visto que, aparentemente tem grande influência sobre os valores de reflectância. O SAVI apresentou comportamento similar ao EVI, com limites de classe bem semelhantes e equivalente desempenho na identificação das coberturas vegetais.

Tabela 3 – Limites de classe de cobertura vegetal estabelecidos para os IVs aplicados

<b>Tipo de Vegetação</b>	<b>SR</b>	<b>NDVI</b>	<b>SAVI</b>	<b>EVI</b>
Densa	> 17,76	> 0,81	> 0,50	> 0,57
Esparsa	13,54 – 17,76	0,72 – 0,81	0,42 – 0,50	0,48 – 0,57
Rala	9,71 – 13,54	0,63 – 0,72	0,35 – 0,42	0,40 – 0,48
Solo Descoberto	6,46 – 9,71	0,54 – 0,63	0,30 – 0,35	0,33 – 0,40
Nuvem	4,14 – 6,46	0,45 – 0,54	0,22 – 0,30	0,24 – 0,33
Água/Sombra	< 4,14	< 0,45	< 0,22	< 0,24

**CONCLUSÕES:** Os índices de vegetação mostraram-se adequados à avaliação dos tipos de cobertura vegetal presentes no PA; O SAVI e o EVI apresentaram comportamentos similares na identificação das classes de cobertura vegetal predominantes; O índice NDVI demonstrou melhor desempenho com relação aos demais índices.

**AGRADECIMENTOS:** Nossos agradecimentos ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (Diretoria de Obtenção de Terras e Implantação de Projetos de Assentamento/Serviço do Meio Ambiente e Recursos Naturais); a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros/SE (Laboratório de Geotecnologias Aplicadas/LABGEO).

#### REFERÊNCIAS:

- Chávez, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, 24, 459-479. 1998.
- ESRI. **ArcGIS desktop help**. v. 9.1. Disponível em: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm> Acesso em: 10 agosto 2012.
- Huete, A.R.. A soil-adjusted vegetation index. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier Science Publishing Co., New York, USA. 25:295-309. 1988.
- INPE: **Catálogo de Imagens**. <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 02 agosto 2012.
- Jordan, C. F. Derivation of leaf area index from quality of light on the Forest floor. **Ecology**, 50:663-666, 1969.
- Justice, C. O.; Vermote, E.; Townshend, J.R.G.; Defries, R.; Roy, D.P.; Hall, D.K.; Salomonson, V.V.; Privette, J.L.; Riggs, G.; Strahler, A. The moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 36(4):1228-1249, 1998.
- Markham, B. L.; Barker, L. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**, v.8, n.3, p.517-523, 1987
- Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- Rouse, J. W.; Haas, H.R. Schell, J.A. Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite - 1 Symposium , 3, 1973. **Proceedings**. Washington, 1973, v.1, Sec.A, p.309-317.