

Aplicação dos índices de NDVI e EVI como análise da variação fisionômica da vegetação no Brejo de Altitude de Serra Negra-Bezerros/PE-Brasil

Maria Lucielle Silva Laurentino¹
Hewerton Alves da Silva¹
Jeissy Conceição Bezerra da Silva¹
Sidney Henrique Campelo Santana¹
Ygor Cristiano Brito Morais¹
Josiclêda Domiciano Galvêncio¹

1- Universidade Federal de Pernambuco-UFPE,
Av. Prof. Moraes Rego, 1235- Cidade Universitária,
CEP: 50670-901;Recife-PE/Brasil
lugaby18@hotmail.com; he.wasufpe@gmail.com; [jeissy_geo; sidneysantana.geo;
ygor_cistiano; josicleda]@hotmail.com.

Abstract

This paper aims to present the results of the sensitivity of vegetation indices, NDVI and EVI in the area of upland forest of Serra Negra, in the municipality of Bezerros, the state of Pernambuco - Brazil. The importance of conducting such a comparative study becomes prominent because it is an escarpment of the plateau with a high diversity of plant species in a localized area of Borborema fit in the complex, which extends over much of Nordeste of the Brazil. So to make this work, an image was acquired Landsat_5_TM of August 28, 2007, 214/66 of the orbit and, through the website at INPE. Then the image is properly processed until they are suitable for the application of the indices. EVI has increased sensitivity to NDVI, as was expected, just by being located in a marsh polygon Hypsometry influenced by the varied elevation, humidity and vegetation that is dense in large part, factors that influence the results of NDVI. However, the results of both indices were satisfactory in finding the dense vegetation, which has been validated by field activities.

Keywords: Remote sensing, plant diversity, topography, landscape ecology.

1. Introdução

Os brejos de altitude são considerados como ilhas de florestas úmidas cercadas por vegetação de caatinga, compostos principalmente por espécies de mata atlântica, segundo Vasconcelos Sobrinho (1971). A maioria dos brejos de altitude localiza-se no Maciço da Borborema, que exerce em Pernambuco e Paraíba importante papel no conjunto do relevo, na diversificação do clima e nas principais redes de drenagem (SUDEMA, 1992; SECTMA, 1998) ou ainda como Araújo Filho et al. (2000) descrevem mais especificamente, os brejos de altitude de Pernambuco como regiões úmidas e isoladas dentro de áreas secas, posicionadas a barlavento com desnível relativo médio de 200 metros ou mais.

Baseado nas idéias de Foury (1972) e Tavares et al. (2000), das diferentes tipologias da vegetação encontradas no Nordeste - as florestas úmidas, florestas fluviais, cerrados, caatingas, florestas (brejos) de altitude - as florestas situadas em serras e planaltos do semi-árido, localmente chamadas brejos de altitude, são ainda pouco conhecidas.

Portanto, partindo da necessidade de melhor conhecer as características dos brejos, buscou-se diferenciar a vegetação no brejo de altitude de Serra Negra no município de Bezerros - PE, através do sensoriamento remoto aplicado à vegetação. Entretanto, deve-se considerar que a classificação por meio desta técnica aplicada em um determinado domínio pode ser feita com facilidade em áreas representativas das diferentes formações, chamadas de áreas nucleares, em algumas regiões. No entanto, onde há transição entre formações ou entre associações, o mapeamento torna-se mais difícil, segundo Durigan (2003), como é o caso da área em estudo.

Portanto o Sensoriamento Remoto e os princípios básicos da ecologia da paisagem norteiam este trabalho. Os procedimentos realizados para caracterização dos brejos de altitude repercutem em possíveis estudos comparativos de ambientes similares.

Os índices de vegetação são importantes para maximizar a sensibilidade a parâmetros biofísicos das plantas; normalizar os efeitos internos, tais como variações no substrato abaixo do dossel, incluindo topografia, solos e diferenças quanto à vegetação senescente ou presença de ramos lenhosos; ser acoplável a algum parâmetro biofísico mensurável, tais como a biomassa, o IAF ou AAPAR, para fins de validação e de controle de qualidade segundo Jensen (2009).

Este trabalho tem por objetivo caracterizar as fisionomias vegetacionais encontradas no brejo de altitude de Serra Negra, através dos índices de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*), comparando as sensibilidades entre eles. A pesquisa foi validada em campo pela cotação de pontos de GPS e fotografias.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Área de estudo

O estudo aqui relatado foi conduzido na Área do Brejo de altitude de Serra Negra, no município Bezerros do estado de Pernambuco, delimitado pelas coordenadas de $35^{\circ}44'33''\text{W}$ – $8^{\circ}08'46''\text{S}$ e $35^{\circ}48'46''\text{W}$ – $8^{\circ}12'45''\text{S}$, compreendida sobre uma área de Área de 20 Km², constituída como uma zona de transição entre a Zona da Mata Úmida e o Sertão Semi-árido, localizado na Mesorregião do Agreste de Pernambuco, localização na Figura 1.

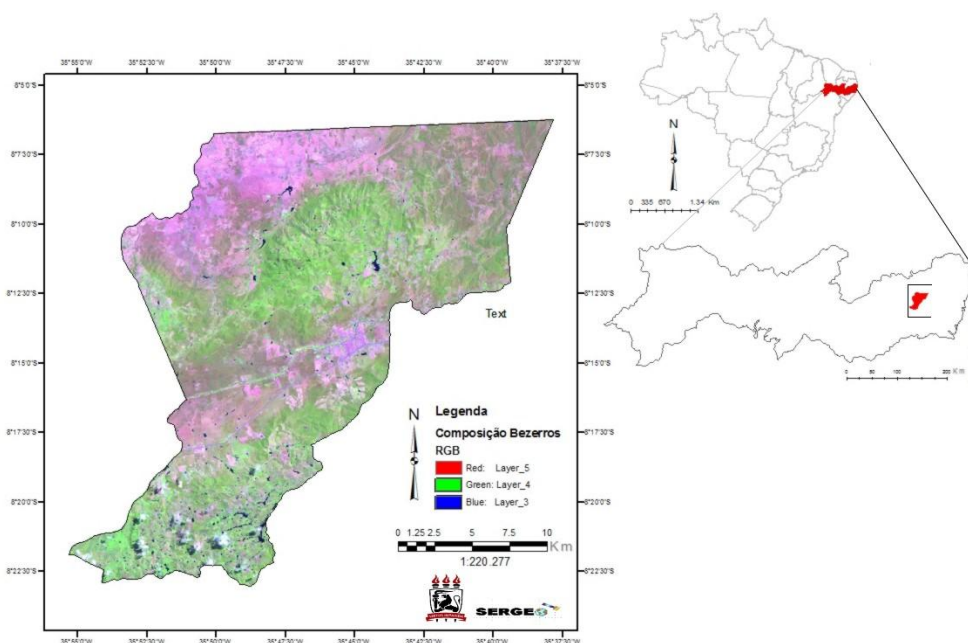


Figura 1 – Localização espacial do município de Bezerros/PE_Brasil

2.2 Processamentos da imagem

Neste trabalho foi utilizada a imagem do produto do sensor Mapeador Temático do satélite Landsat-5, obtida no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), de órbita/ponto 214/66. Para esta análise foi selecionada uma imagem de 29 de agosto de 2007, processada de início no software Erda 9.3. A partir da soma das bandas e definição da

composição RGB adequada. Logo após, foi realizado o registro da imagem por uma originalmente corrigida disponível no site do SISCOM, e em seguida, os cálculos de radiância, reflectância, o NDVI e o EVI, executados através da ferramenta *Model Maker do Erdas 9.3*, para gerar as imagens que serviram de base para interpretação dos resultados.

As próximas etapas foram executadas no programa *ArcGis 9.3*. Neste software foi realizada a classificação supervisionada, que é a quantificação nos dois índices de vegetação para uma interpretação visual, que resulta no produto final a ser validado com a atividade em campo.

Os índices utilizados para analisar a vegetação segundo Huete e Justice (1999) devem *a priori*, maximizar a sensibilidade a parâmetros biofísicos das plantas, para que seja fiel a validação do índice e das condições vegetação. Dos muitos índices, foram desenvolvidos os cálculos comparativos de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e o EVI (Índice de Vegetação realçada).

No equacionamento do NDVI utilizou-se o algoritmo padrão onde são consideradas as bandas 3 e 4 do satélite Landsat 5, aplicado diretamente sobre cada par de pixels das bandas, nas faixas do espectro eletromagnético correspondentes ao vermelho visível (V) e do infravermelho próximo (IVP), produzindo um valor pertencente ao intervalo $[-1, 1]$. Respectivamente demonstrado abaixo na equação 1:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad (1)$$

Quanto mais próximo de um (1), maior é a certeza de estar se tratando de um pixel de vegetação. Altos valores do índice indicam maior presença de vegetação.

O índice de vegetação realçada – EVI, utiliza informações na região espectral do infravermelho próximo, região do vermelho e a reflectância na faixa do azul para indicar o vigor vegetativo dos biomas, e segundo Huete et al. (1997) este índice permite um melhor monitoramento da vegetação através da redução de substrato do dossel e da influência da atmosfera de acordo com a equação 2 abaixo:

$$EVI = G * \frac{IVP - V}{IVP + C_1 * V - C_2 * A + L} \quad (2)$$

Em que, IVP = reflectância no infravermelho próximo; V = reflectância no vermelho; A = reflectância no azul; C1 = coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do vermelho (6); C2 = coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do azul (7,5); L = fator de correção para a interferência do solo (1); G = fator de ganho (2,5). Os coeficientes C1 e C2 podem ser alterados de acordo com condições regionais, sendo que os produtos disponibilizados pelo EOS utilizam as especificações acima.

O trabalho de campo ocorreu no dia 01 e 02 de outubro de 2010, durante a manhã e tarde do primeiro dia e a manhã do segundo, sob um céu com cobertura de nuvem visível no entorno de 25% a 45%, possibilitando a coleta de pontos georreferenciados através do GPS (*Garmin Etrex*) de precisão razoável em espaços abertos, além das áreas dos pontos fotografadas em câmera digital da marca Sony dsc wx1 10.2 megapixels, com zoom digital de 10 x, zoom óptico de 5 x. Os pontos cotados, que correspondem ao sistema SAD 69 – UTM. A seqüência metodológica utilizada no desenvolvimento do presente trabalho encontra-se esquematizada na figura 2 a seguir.

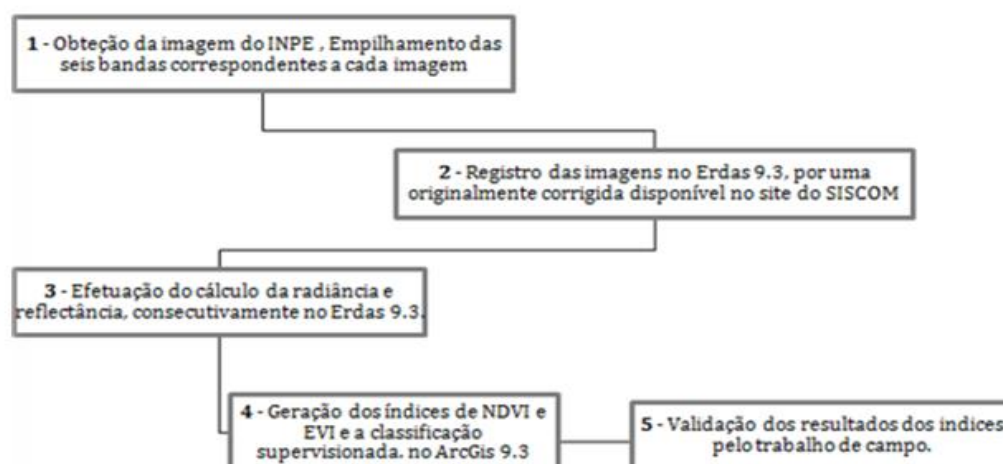


Figura 2 – Fluxograma de procedimentos metodológicos.

O termo ecologia da paisagem, introduzido por Carl Troll geógrafo alemão, permite a incorporação de dados de sensores remotos, visando avaliar a diversidade da vegetação, bem como as outras variáveis dentro de ecossistemas inteiros, como análise das fotografias aéreas. Pois mesmo levando em consideração que os índices de vegetação são muito úteis para o monitoramento das condições ambientais da vegetação, eles apresentam informação que são generalizadas, dadas a resolução espacial das imagens, pois esses dados são baseados na análise em pixels únicos e que não dão informação sobre os pixels vizinhos segundo Jensen (2009). Com a definição de ecologia da paisagem e com os dados dos índices de NDVI e EVI foram analisados os resultados da cobertura vegetal da área em estudo. As informações foram validadas com dados coletados em campo com GPS e câmera digital.

O NDVI tem sido amplamente utilizado em estudos globais como um discriminador de vegetação, porque pode ser facilmente correlacionado a determinados parâmetros de vegetação, tais como fitomassa, área foliar, produtividade, atividade fotossintética, porcentagem de cobertura verde, entre outros (Elvidge e Chen, 1995). O NDVI é mais sensível à presença de clorofila e outros pigmentos responsáveis pela absorção da radiação solar na banda do vermelho, enquanto que o EVI é mais sensível à variação da estrutura do dossel, incluindo o Índice de Área Foliar (IAF), a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel (Gao et al., 2000; Huete et al., 2002).

Por ocasião do surgimento do Sensor MODIS (*MODerate resolution Imaging Spectroradiometer*), em 1999, propuseram um novo Índice de Vegetação (IV), denominado *Enhanced Vegetation Index* (EVI), que passou a ser disponibilizado pelo EOS (*Earth Observing System*) juntamente com o bem conhecido NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). O EVI foi desenvolvido para promover a redução das influências atmosféricas e do solo de fundo do dossel no monitoramento da vegetação (Justice et al., 1998). Para exemplificar a saturação do índice, Jensen apresenta a comparação da sensibilidade dos índices, figura 3. Podendo ser relacionado com a interferência da atmosfera, da umidade do brejo de altitude a própria altitude da área em estudo e ainda as características da vegetação.

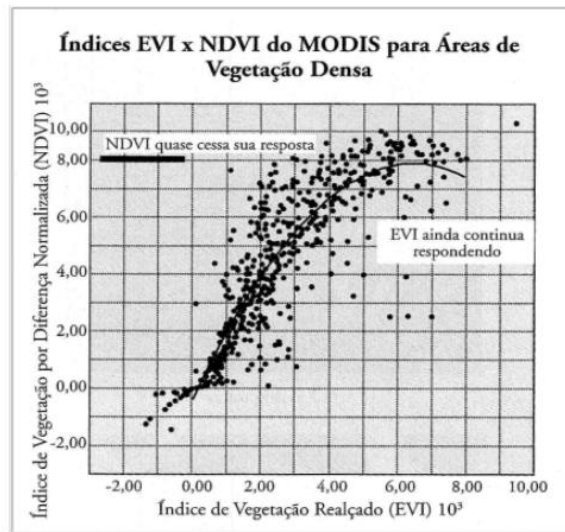


Figura 3: Comparação de sensibilidade do NDVI com o EVI, para vegetação
 Fonte: Jensen (2009), pag.392/Cap.11 SR aplicado a Vegetação

3 - Resultados e discussão

A figura 4 apresenta os resultados dos índices de vegetação: o NDVI e o EVI. Uma peculiaridade inerente ao NDVI é sua rápida saturação, nos valores a parti de 0.875, o que o torna pouco sensível à detecção de variações no aumento da biomassa vegetal a partir de uma determinada fase de crescimento das plantas segundo Asrar et al. (1984). Considerando que área estuda está sobre uma média de altitude de 970, de clima As' e relativa umidade, explicam a saturação do NDVI e a maior sensibilidade do EVI, porque também está ligado ao índice de umidade, ao teor de água e as boas condições apresentadas no maior vigor da vegetação, importante ainda ressaltar que há a interferência da atmosfera, pois os materiais em suspensão alteram seus resultados dos índices.

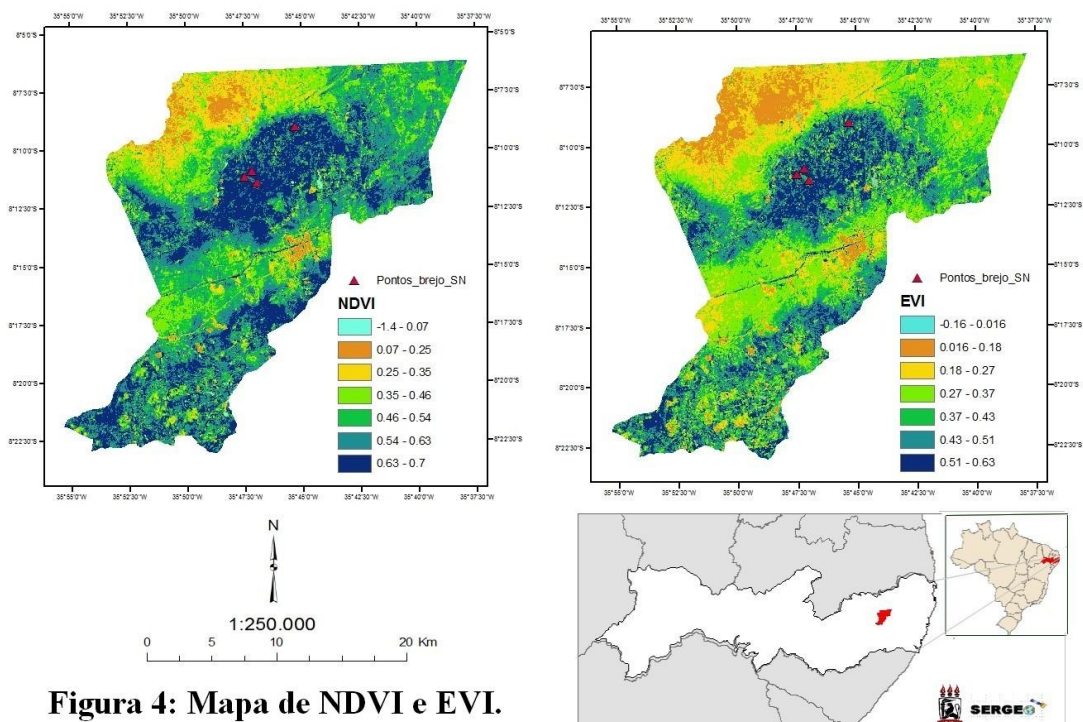


Figura 4: Mapa de NDVI e EVI.

Alguns trabalhos sugerem que o EVI apresenta substancial melhora na sensibilidade às alterações do dossel em relação ao NDVI, principalmente em áreas de maior densidade de biomassa (e.g. florestas) (Huete et al., 2002). O Índice de Vegetação Realçado, obteve resultados mais sensíveis, já esperado para área, do que o NDVI ver a Figura 4.

Foram encontradas as seguintes classificações nos índices de NDVI e EVI, uma de água e uma de solo exposto e cinco de vegetação segundo a Tabela 1. Os limites numéricos são diferenciados, através da associação entre os valores de pixel e respectiva coloração.

NDVI			EVI		
A - Água	-1.4	0.07	A - Água	-0.016	0.016
AU - Área Urbana	0.07	0.25	AU - Área Urbana	0.16	0.18
SE - Solo exposto	0.25	0.35	SE - Solo exposto	0.18	0.27
VR - Veg. Rala	0.35	0.46	VR - Veg. Rala	0.27	0.37
VA - Veg. Aberta	0.46	0.54	VA - Veg. Aberta	0.37	0.43
VT - Veg. de transição	0.54	0.63	VT - Veg. de transição	0.43	0.51
VD - Veg. densa	0.63	0.7	VD - Veg. densa	0.51	0.63

3.2 - Validações em campo

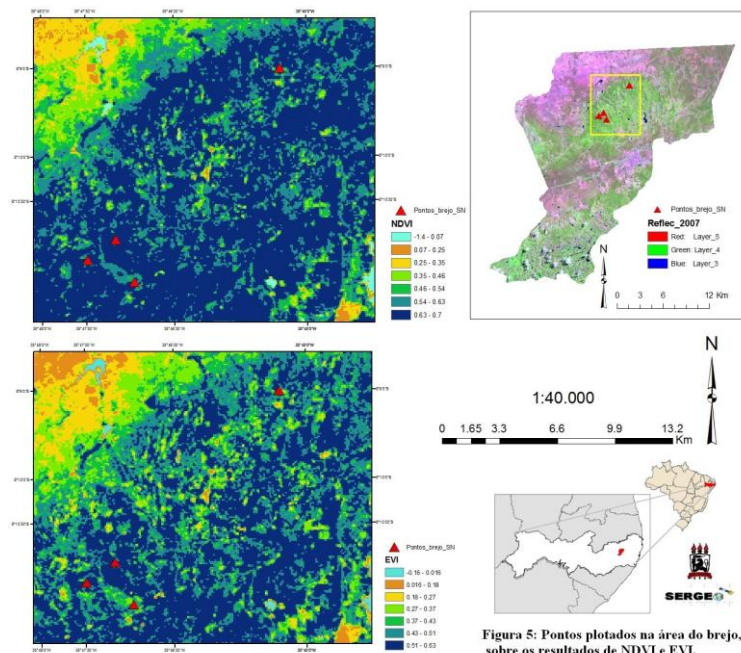


Figura 5: Pontos plotados na área do brejo, sobre os resultados de NDVI e EVI.

No trabalho de campo foi possível cotar pontos georreferenciados através do GPS (*Garmin Etrex*) de precisão razoável em espaços abertos, marcados em triângulo vermelho na figura 5 e na tabela 2.

Nº	X	Y	Elevação	FOTOS
1	S - 10.937	W - 35.47.16	823	1
2	S - 11.411	W - 35.46.95	955	2
3	S - 09.009	W - 35.45.30	800	3
4	S - 11.162	W - 35.47.48	978	4

A diversidade da vegetação no Brejo de altitude de Serra Negra e a validação dos resultados de maior sensibilidade do EVI, através da cotação dos pontos e o registro por fotografias relacionada na figura 06 abaixo.

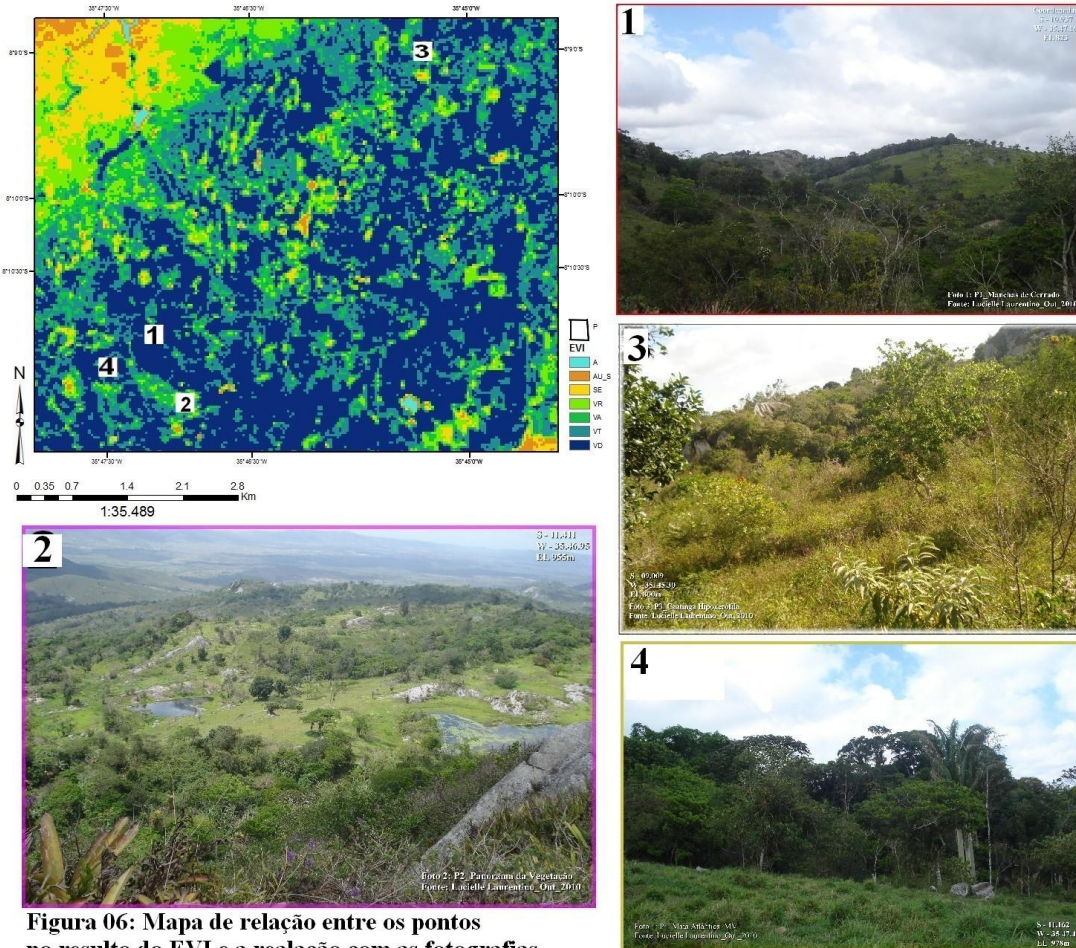


Figura 06: Mapa de relação entre os pontos no resultado do EVI e a relação com as fotografias.

O ponto 1 e foto1 com contorno vermelho, encontramos manchas de cerrado e o índice indicado por vegetação de transição; o ponto 2 e foto 2 com contorno rosa, apresenta o panorama da vegetação no brejo, indicado no índice como presença de vegetação espaçada e de transição, visualizada na foto como caatinga hipoxerofila, mata atlântica secundária e manchas de cerrado. No terceiro ponto 3 e foto3 com contorno cinza, o índice indica vegetação espaçada e rala, comprovada na foto e o ponto 4 e foto 4 com contorno verde indicado no índice como vegetação densa e de transição, também foi comprovado na fotos. Os quatro pontos nos índices foram validados em campo, o que demonstra o bom resultado do índice e o destaque de diversidade da vegetação encontrada no brejo de altitude.

4. Conclusão

O sensoriamento remoto e a pesquisa em campo apresentaram resultados satisfatórios, em relação a análise da fisionomia da vegetação do brejo de altitude.

Os índices foram satisfatórios, porém o EVI foi mais sensível que o NDVI, visualmente maximizado nos níveis de coloração dos mapas.

Os pontos plotados sobre os mapas de índices, atrelados as fotografias da área, validam a sensibilidade do EVI e a exuberância da paisagem ecológica do brejo.

Assim este estudo sugere que as áreas de brejo de altitude, apresentam um grande potencial no que diz respeito à diversidade da vegetação quando encontrado as manchas de cerrado, a caatinga hipoxerofila e vegetação de mata atlântica.

Agradecimentos

Instituto de Pesquisas Espaciais- INPE, pelas imagens cedidas gratuitamente e ao Sistema Compartilhado de Informações Ambientais- SISCO.

Ao apoiado pelos órgãos CNPq, FACEPE, que oferecem apoio financeiro e disponibilizam equipamentos e softwares que são de extrema necessidade para a conclusão das pesquisas.

A Universidade Federal de Pernambuco, pelo espaço físico e ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

A professora Josiclêda Galvêncio por seu brilhante esforço, para o avanço da ciência e para o ganho de conhecimento de seus orientandos.

E ao grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – SERGEO, colegas que fizeram essa pesquisa conclusa.

Referências

Asrar, G.; Fuchs, M.; Kanemasu, E. T.; Hatfield, J. L. **Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat.** Agronomy Journal. v.76, n. 2, p. 300-306, 1984.

DURIGAN, G. (2003) Métodos para análise de vegetação arbórea. In: L. CULLEN Jr.; R. RUDRAN; C. VALLADARES-PÁDUA. (Org.). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre.** Curitiba: UFPR / Fundação Boticário de Proteção à Natureza. p. 455-479.

FOURY, A. P. 1972. **As matas do nordeste brasileiro e sua importância econômica.** Boletim de Geografia 31:14-131.

Gao, X.; Huete, A. R.; Ni, W.; Miura, T. **Optical–Biophysical Relationships of Vegetation Spectra without Background Contamination.** Remote Sensing of Environment, n. 74, p. 609–620, 2000.

Huete, A.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. P.; Gao, X.; Ferreira, L. G. **Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices.** Remote Sensing of Environment, n. 83, p. 195-213, 2002.

Huete, A.; Liu, H. Q.; Batchily, K.; Van Leeuwen, W.J.D.A. **A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS.** Remote Sensing of Environment, V. 59, p. 440-451, 1997.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009.cap.11; p 357-410

JUSTICE, C. O.; Vermote, E.; Townshend, J. R. G.; DeFries, R.; Roy, P. D; Hall, D. K, Salomonson, V.; Privette, J. L.; Riggs, G.; Strahler, A.; Lucht, W.; Myneni, B; Knyazikhin, Y.; Running, W. S.; Nemani, R. R.; Wan, Z.; Huete, A. R.; Leeuwen, W. V.; Wolfe, R. E.; Giglio, L.; Muller, J. P; Lewis, P.; Barnsley, M. **The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research.** IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 36, n. 4, p.1228-1247, 1998.

SECTMA - Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos - Pernambuco.** Recife: SECTMA, 1998.

SOBRINHO, Vasconcelos J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização.** Recife: CONDEPE, 1971.

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. **Paraíba: Perfil ambiental e estratégico da Paraíba.** João Pessoa: SUDEMA, 1992.

TAVARES, M.C.G.; Rodal, M.J.N.; Melo, A.L. & Araújo, M.F. 2000. **Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de Floresta Ombrófila Montana do Parque Ecológico Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco.** Naturalia 25: 17-32