

Análise de grupos utilizando índices de Vegetação para a diferenciação de alvos Antrópicos e Naturais presentes no Bioma Cerrado

Antonio Felipe Couto Junior¹

Paulo Roberto Meneses¹

Edson Eyji Sano²

¹ Universidade de Brasília – UnB

Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte CEP: 70910-900 Brasília, DF

E-mail: antoniofelipejr@gmail.com; pmeneses@unb.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

BR-020 km 18 Caixa Postal 08223 CEP: 73301-970 Planaltina, DF

E-mail: sano@cpac.embrapa.br

Abstract. This work aimed to evaluate the potential of vegetation index in cluster analysis to discriminate antropic and natural targets in the Cerrado biome. Three vegetation indices for this evaluation: NDVI, EVI and SAVI. The comparison among the indices cluster analysis was applied and also dendrograms. It is possible to observe correlation higher than 0.93 among all indices. The group analysis evidenced two groups in the natural vegetation, one with higher arboreal cover Galery Forest and Typical Cerrado), and another with scrub stratum (sparce cerrado and grassland). The group analysis also separated an active photosynthetic vegetation and other with low or non photosynthetic activity.

Palavras-chave. Vegetation índices, Cerrado, group analysis, Indices de vegetação, Cerrado, análise de grupos

1. Introdução

O Sensoriamento Remoto mostra-se eficiente no monitoramento da cobertura vegetal (Yu et al., 2003), correlacionando parâmetros biofísicos da vegetação, possibilitando, desta forma, a estimativa de parâmetros como: índice de área foliar, biomassa vegetal, produtividade e atividade fotossintética (Justice & Townshed, 2002).

Para comparar as diferenças e similaridades sobre a sensibilidade da vegetação são utilizados índices de vegetação espectrais, a partir de medições radiométricas de padrões de atividades fotossintéticas da vegetação (Huete et al., 1997).

O Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) é um índice de vegetação onde é possível observar uma correspondência qualitativa de suas variações com os padrões de crescimento da vegetação (Huete et al., 1997), seguindo a seguinte formulação (Rouse et al., 1973):

$$NDVI = (\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + \rho_V) \quad (1)$$

onde, “ ρ_{IVP} ” é o valor da reflectância no infravermelho próximo e “ ρ_{VER} ” é a reflectância na faixa do vermelho.

Outro índice, desenvolvido para evidenciar as regiões com alta biomassa, reduzindo a influencia do solo e da atmosfera foi o Enhanced Vegetation Index (EVI), sendo expresso pela seguinte formulação (Huete et al., 1997):

$$EVI = G \times [(\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + C_1\rho_V - C_2\rho_A + L)], \quad (2)$$

onde, ρ_{IVP} , ρ_V , ρ_A correspondem às reflectâncias do infravermelho próximo, vermelho e azul, respectivamente. C_1 e C_2 são coeficientes de resistência atmosférica; L é o fator de correção de brilho do dossel; e G é o fator de ganho, sendo aceitos os seguintes valores: $C_1 = 6$; $C_2 = 7,5$; $L = 1$; e $G = 2,5$ (Justice et al., 1998; Huete et al., 1994; 1997).

O Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) foi desenvolvido para modelar de forma mais precisa a transferência de radiação do infravermelho próximo em dosséis incompletos visando remover o ruído de fundo (Huete, 1988):

$$SAVI = (1+L) (\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + \rho_V + L) \quad (3)$$

onde, ρ_{IVP} e ρ_V correspondem às reflectâncias do infravermelho próximo, vermelho, respectivamente, e o L é o fator de ajuste, sendo utilizado o valor 0,5.

O objetivo deste trabalho foi avaliar índices de vegetação utilizando análise de grupos para diferenciação dos principais tipos alvos antrópicos e naturais presentes dentro do Bioma Cerrado.

2. Materiais e Métodos

2.1. Correção Atmosférica Baseada no Algoritmo FLAASH para Landsat 7-ETM+

Foi utilizada a cena 221/071 referente ao dia 20 de julho de 2001, obtida em números digitais (ND), a partir da página do INPE (www.inpe.br). Antes de iniciar o processo de correção atmosférica, a imagem foi convertida para valores de radiação, utilizando os parâmetros encontrados na página oficial do programa Landsat (http://landsat.usgs.gov/science_L7_cpf.php). Para a correção atmosférica foi utilizado o algoritmo FLAASH, que utiliza o código de transferência radiativa MODTRAN (Adler-Golden, 1999; Berk et al., 2002). Foi utilizada como altitude média de 1000 metros, sem o modelo de aerosol Kaufmann-Tanré, visibilidade de 100 km e modelo de multiespalhamento ISAACS.

2.2. Obtenção e Análise dos Índices de Vegetação

Após a correção atmosférica os canais de reflectância individuais foram utilizados para obtenção dos índices de vegetação: NDVI, SAVI e EVI. Foram coletadas 10 amostras irregulares (entre 1 e 5 pixels) referentes a cada uma das áreas, naturais e antrópicas. Foram coletadas dentro do Distrito Federal, onde é possível encontrar as principais fitofisionomias do Cerrado: Mata de Galeria (MT), Cerrado Típico (CT), Cerrado Ralo (CR) e Campo Sujo/Limpo (CP). Para as áreas antrópicas as seguintes classes: Área Agrícola Plantada (PL), Palhada (PA), Área Urbana Consolidada (UrC), Área Urbana Não Consolidada (UrNC), Reflorestamento (RF) e Solo Exposto (SE).

Para realizar a análise comparativa entre os índices de vegetação dentro de cada área (antrópica e natural) entre as classes, foi utilizado gráfico de dispersão. Além da comparação dos índices foram realizadas análises de grupos e construídos dendrogramas para separar as classes dentro das próprias áreas e entre áreas. Para esta análise foi utilizada a distância euclidiana e o método de agrupamento completo.

3. Resultados e Discussão

As análises evidenciaram uma alta similaridade entre os índices de vegetação estudados ($r > 0,93$), para todas as áreas, e que as relações entre SAVI e o EVI apresentaram a maior similaridade ($r = 0,99$). No caso das áreas naturais (Figura 1), observa-se que o NDVI apresentou maior variação (0,494), seguido pelo SAVI (0,307) e EVI (0,330), isto indica uma minimização da influência das variações de dossel (Huete et al., 1997).

Para todas as fisionomias observa-se um distanciamento da linha 1:1 quando são analisados os dados de NDVI, evidenciando a saturação de seus valores para a presença de biomassa (Figura 1). Observam-se quatro grupos referentes aos principais estratos de vegetação do Bioma Cerrado, partindo do mais rasteiro até o mais florestal. O primeiro refere-se ao estrato campestre, representado pela associação de Campo Sujo e Limpo. Este grupo apresentou os menores valores para todos os índices, devido a sua menor cobertura de vegetação e maior influência do substrato.

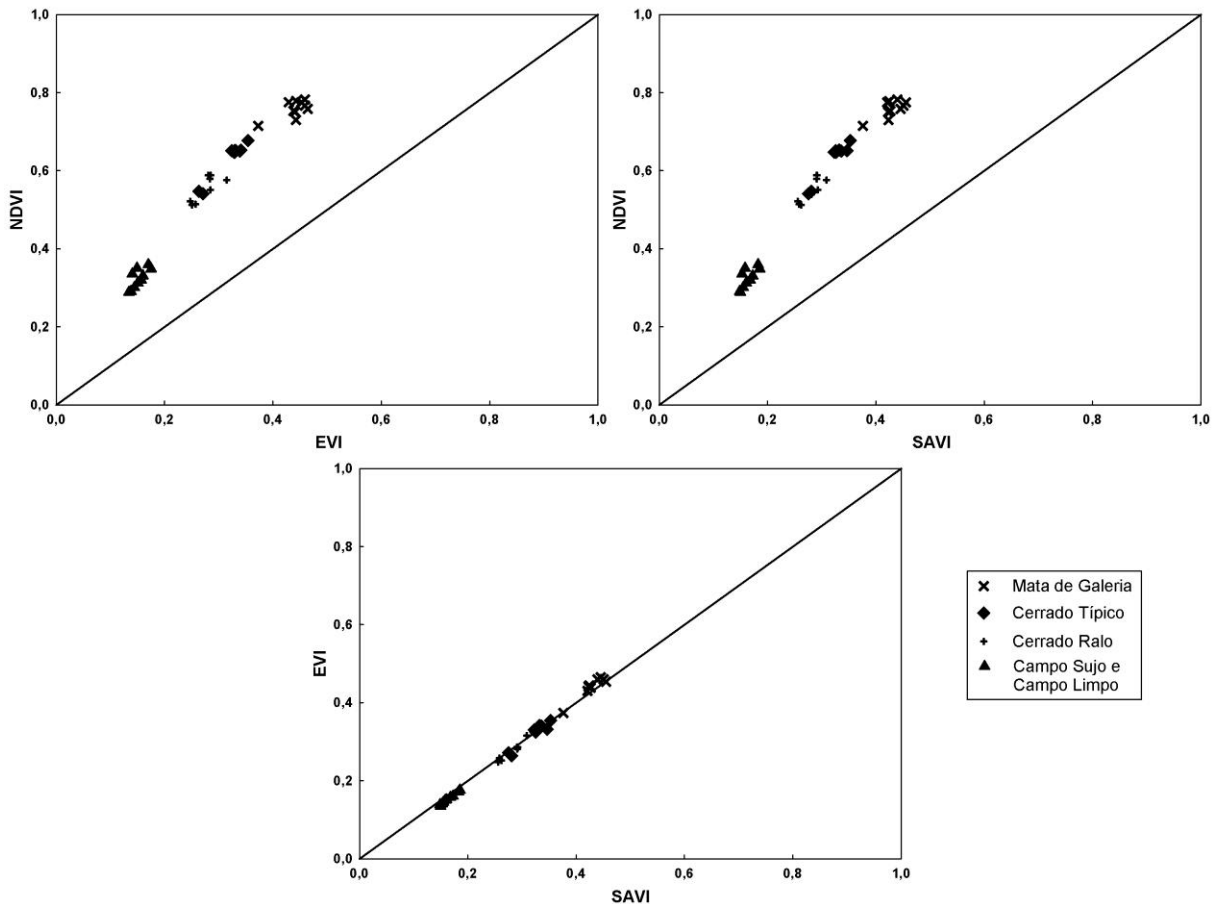


Figura 1 – Relações entre os índices de vegetação referentes a amostras em áreas naturais.

O segundo e o terceiro agrupamento (Figura 1) caracterizam a formação savânica, composta por Cerrado Típico (CT) e Ralo (CR), onde ocorre maior cobertura arbórea em relação à formação campestre. Observa-se que o CT apresentou maiores valores, para todos os índices, que o Cerrado ralo, devido à sua maior cobertura de árvores e arbustos. O quarto grupo representa a formação florestal, a Mata de Galeria (MT), com os maiores valores para todos os índices, e em relação às demais fitofisionomias estudadas.

Quando se trata de cobertura antrópica podem ser identificados três agrupamentos (Figura 2): 1) Áreas Urbanas (Consolidadas e Não Consolidadas), Palhada (PA) e Solo Exposto (SE); 2) Reflorestamento (RF); e 3) Plantio (PL). Dentro do primeiro grupo apontado acima, observa-se que SE apresentou os maiores valores dentre UrC e UrNC.

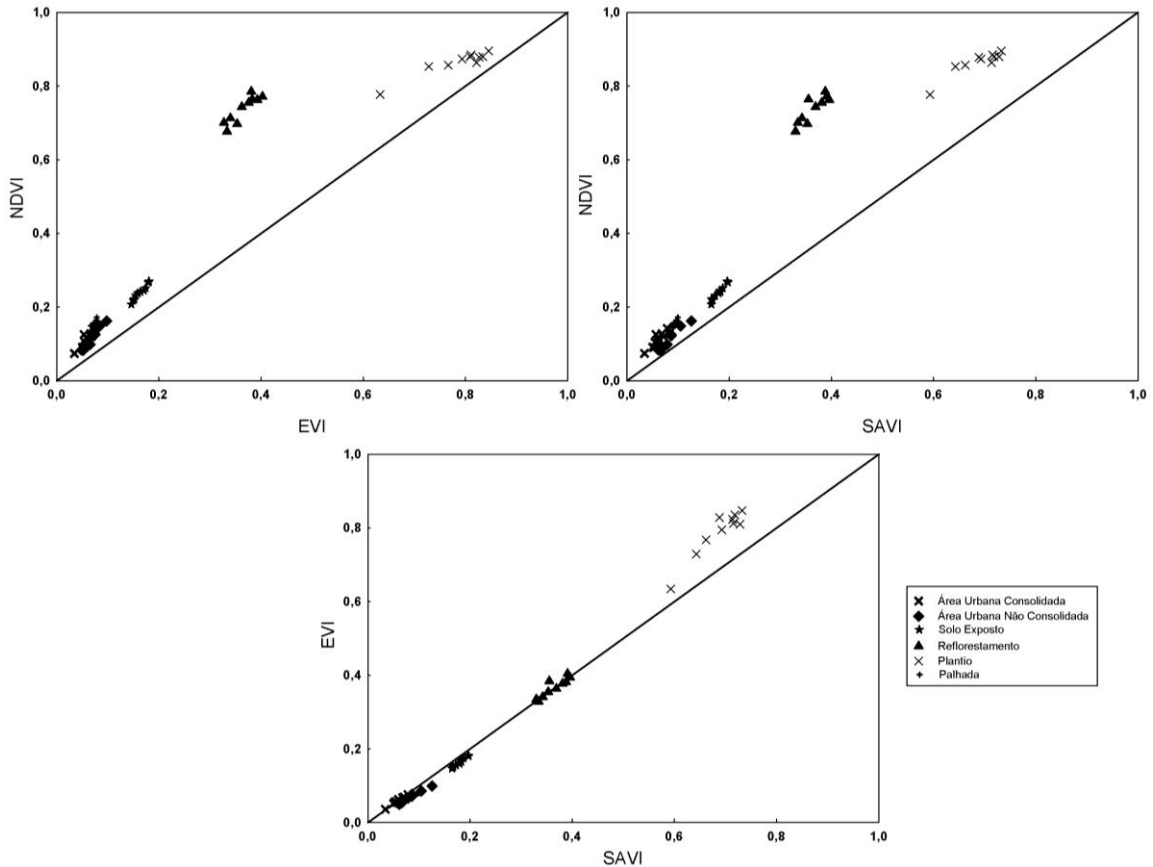


Figura 2 - Relações entre os índices de vegetação referentes a amostras em áreas antrópicas.

O segundo agrupamento Reflorestamento (Figura 2) foi o que mais se distanciou da linha 1:1, quando o NDVI foi utilizado. Este fato pode estar relacionado com saturação dos valores de NDVI, pois não ocorre este comportamento quando são plotados dados SAVI x EVI. Estes índices apresentam formulações que visam minimizar os efeitos de influencia do solo e das variações dos dosséis. O terceiro grupo (Figura 2) foi identificado pela classe PL, apresentando os maiores valores para todos os índices, devido à biomassa e alta atividade fotossintética.

A análise de agrupamento permitiu evidenciar as relações dentro das classes e entre as categorias (Figuras 3, 4 e 5). Dentre as 40 amostras das áreas naturais o dendrograma evidenciou os quatro grupos referentes às fitofisionomias e os comportamentos dos índices (Figura 3). A cerca de 40% de similaridade ocorre uma separação de dois grandes grupos, sendo um englobando formações com maior cobertura arbórea (MT e CT), e outro com menor (CR e CP). Em relação ao gráfico de dispersão (Figura 1), o CR havia apresentado valores que o aproximava de CT. Seus valores o colocaram mais próximos às formações campestres (CP) (Figura 3). Além disso, o grupo dominado pelo CR também apresentou amostras de CT, indicando uma grande variabilidade em sua formação, ou mesmo, pode ser considerado uma transição entre estas fitofisionomias.

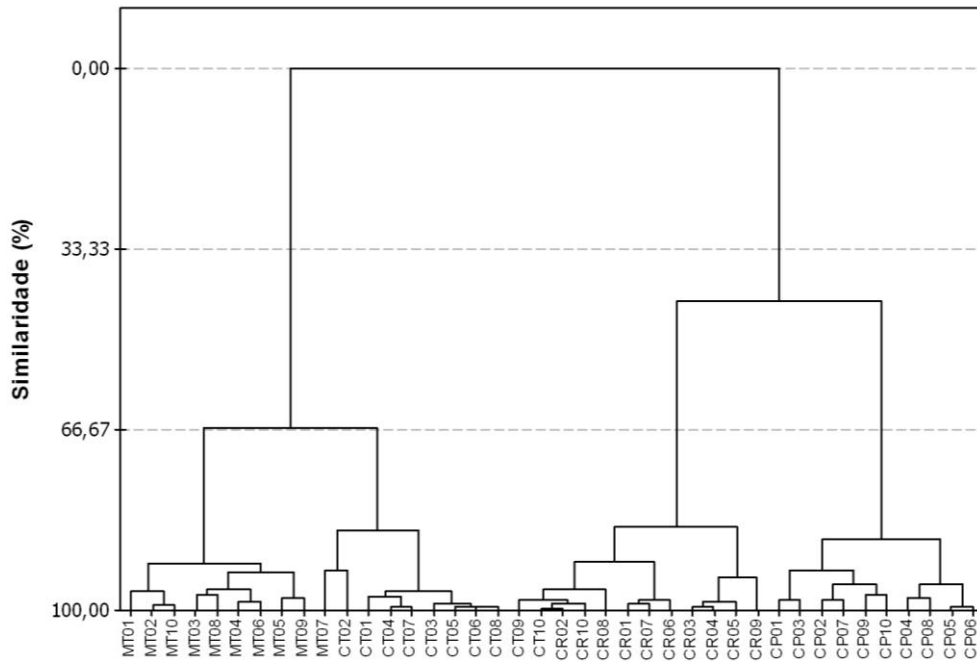


Figura 3 – Dendrograma referente às amostras das classes naturais (fitofisionomias) do Bioma Cerrado.

A partir dos dados das amostras antrópicas identificam-se dois grandes grupos em aproximadamente 50% de similaridade (Figura 4), o agrupamento da esquerda refere-se às classes com atividade fotossintética, e os da direita sem. Dentro do agrupamento sem atividade fotossintética observa-se uma subdivisão composta pelas classes URC, URNC e PA. Observando as classes com atividade fotossintética, foram separadas as classes RF e PL (Figura 4), sendo que esta foi composta apresentou os maiores valores para todos os índices, como foi possível constatar anteriormente no gráfico de dispersão (Figura2).

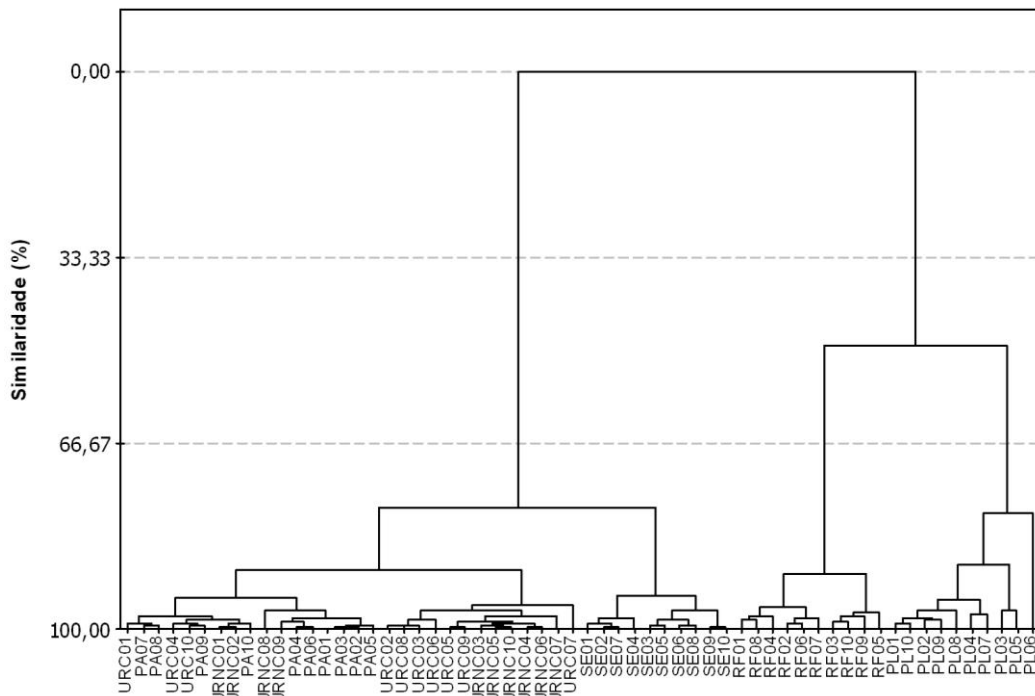


Figura 4 - Dendrograma referente às amostras das classes antrópicas.

Foram encontrados dois grupos quando tomadas todas as amostras, alcançando uma similaridade de aproximadamente 40% (Figura 5): 1) Áreas com cobertura arbórea, alta atividade fotossintética; 2) Áreas referentes à construções e/ou baixa atividade fotossintética. No grupo referente onde foram alocados as classes MT, RF, CT, CR e PL (Figura 5). As classes MT e RF apresentaram uma similaridade maior que 90%, sendo que os ~10% de dissimilaridade estão associados à estrutura (arquitetura) de seus dosséis. Nesta análise global as classes referentes às formações savânicas (CT e CR) foram agrupados (~91%), sendo sua principal diferença associada à cobertura arbórea, sendo maior no CT. Ainda neste grande grupo destaca-se a classe PL com os maiores valores para todos os índices de vegetação, devido à alta atividade fotossintética e vigor de seu dossel.

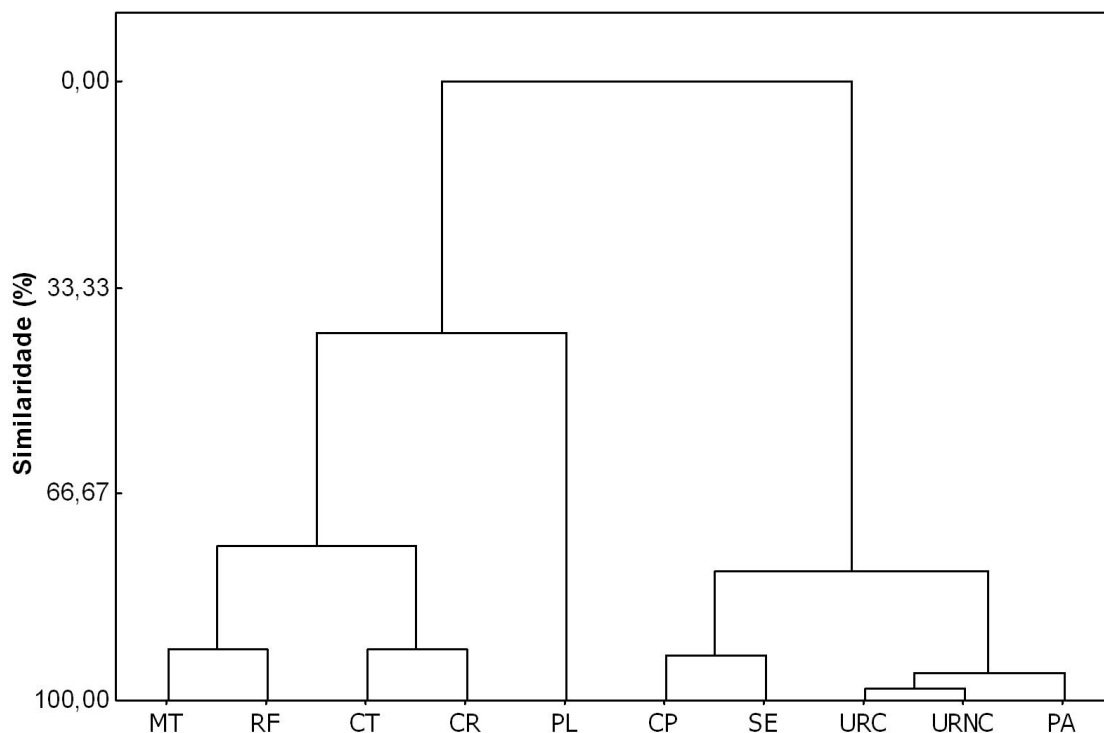


Figura 5 - Dendrograma referente a todas as amostras tanto naturais quanto antrópicas. Cerrado Típico (CT), Cerrado Ralo (CR), Mata de Galeria (MT), Palhada (PA), Plantio (PL), Reflorestamento (RF), Solo exposto (SE).

Analisando o grupo referente às construções ou baixa atividade fotossintética (Figura 5), foram agrupados CP e SE (~93%), devido a influência do substrato, porém diferindo entre si pela presença de atividade fotossintética (CP). As classes URC, URNC e PA, com similaridade de aproximadamente 95%. A classe PA é a mais distinta devido à presença de restos vegetais e as demais apresentam uma diferença de cerca 2%, devido ao grau e intensidade de ocupação (edificações).

4. Conclusão

A alta similaridade entre o EVI e o SAVI está relacionada com suas funções de ajuste às influências do solo e variações do dossel. Por outro lado, o NDVI apresentou valores mais altos por evidenciar a saturação devido à presença de biomassa.

A análise de grupos evidenciou a separação classes com maior cobertura arbórea (Mata de Galeria e Cerrado Típico) e com mais estrato arbustivo (Cerrado Ralo e Campo Sujo/Limpo) para as fitofisionomias estudadas. A análise dos dados referentes

aos alvos naturais e antrópicos agrupou dois grandes grupos: um dominado por cobertura de vegetação fotossinteticamente ativa; e outro com baixa ou sem atividade fotossintética.

Referências Bibliográficas

Adler-Golden, S.M.; Matthew, M.W.; Bernstein, L.S.; Levine, R.Y.; Berk, A.; Richtsmeier, S.C.; Acharya, P.K.; Anderson, G.P.; Felde, G.; Gardner, J.; Hoke, M.; Jeong, L.S.; Pukall, B.; Mello, J.; Ratkowski, A.; Burke, H. (1999) Atmospheric correction for shortwave spectral imagery based on MODTRAN4. *SPIE Proc. Imaging Spectrometry*, 3753:61-69.

Berk, A.G.P.; Adler-Golden, S.M.; Ratkowski, A.J.; Felde, G.W.; Anderson, G.P.; Hoke, M.L.; Cooley, T.; Chetwynd, J.H.; Gardner, J.A.; Matthew, M.W.; Bernstein, L.S. Acharya, P.K.; Miller, D.; Lewis, P. (2002) Exploiting MODTRAN radiation transport atmospheric correction: the FLAASH algorithm. *SPIE Proceeding, Optical Spectroscopic Techniques and Instrumentation for Atmospheric and Space Research*, 798-803.

Huete, A. R. (1988), A soil adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25:295-309.

Huete, A., Justice, C., Liu, H. Development of vegetation and soil indices for MODIS-EOS. *Remote Sensing of Environment*, v. 49, p.224– 234, 1994.

Huete, A.R.; Liu, H.Q.; Batchily, K.; Van Leeuwen, W. (1997) A comparison of Vegetation Indices over a global set of TM Images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 59:440-451.

Justice, C.O.; Vermote, E.; Townshend, J.R.G.; Defries, R.; Roy, P.D.; Hall, D.K. Salomonson, V.; Provette, 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. (1998) The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36(4):1228-1247.

Justice, C.O., Townshend, J.R.G. (2002) Special issue on the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS): a new generation of land surface monitoring. *Remote Sensing of Environment*. 83(1):1-2.

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. (1973) Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt: NASA SP-351, p.301–317.

Yu, F.; Price, K.P.; Ellis, J.; Shi, P. (2003) Response of seasonal vegetation development to climatic variations in eastern central Asia. *Remote Sensing of Environment*. 87:42-54.