

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES CLASSIFICADORES E ESTRATÉGIAS DE PÓS-CLASSIFICAÇÕES NA ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG

MARIANA MÉDICE FIRME SA¹

EVERTON LUÍS POELKING¹

SANDRO H. FARIA²

CARLOS VIEIRA²

ELPÍDIO FERNANDES FILHO¹

Universidade Federal de Viçosa - UFV

¹Departamento de Solos (av. Peter Henry Rolfs, S/Nº UFV, cep:36570-000 - Viçosa, MG)

²Departamento de Engenharia Civil (UF, cep:36570-000 - Viçosa, MG)

{e-mail}

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo apresentar um estudo comparativo entre duas técnicas de classificação de imagens ASTER: MAXVER e RNA, e estratégias de pós-classificação para o mapeamento do uso e cobertura do solo no município de Viçosa- MG. Foi utilizada uma imagem do satélite ASTER, com cena capturada em 29 de março de 2001. Pela composição colorida das bandas 1, 2 e 3 do sensor VNIR, foram realizadas classificações pelo método MAXVER e por RNA, onde testou-se vários parâmetros e arquiteturas. No processo de pós-classificação, testou-se alguns filtros (média, mediana e moda) utilizando as janelas 3x3 e 5x5, visando observar uma melhora nos índices kappa em relação a classificação sem o filtro. O classificador MAXVER obteve melhor resultado nesse trabalho, com kappa de 0,855, superior à RNA com 0,842, com diferenças significativas entre os dois classificadores. O uso de filtro de moda 5x5 melhorou o índice kappa, tanto para MAXVER quanto para RNA (0,903 e 0,861). O método estatístico MAXVER foi favorecido pelo grande número de amostras, pois esse método requer uma amostragem maior para calcular estimativas dos parâmetros de distribuição de classes confiáveis. Pela classificação com MAXVER, pode-se concluir que o município de Viçosa mantém ainda 23,7% de área de mata natural, 11,1 % com agricultura, pastagem com 54,8% e 6,4% com cafezais.

ABSTRACT

This work has as objective to present a comparative study between two techniques for ASTER images classification: MAXVER and RNA, and strategies for post-classification for mapping the use and soil cover in Viçosa-MG. It used an image of ASTER satellite, with scene captured in March 29, 2001. For the composition of colored bands 1, 2 and 3 of the VNIR sensor, classifications were made by MAXVER and RNA method, which is tested various parameters and architectures. In the process of post-classification tested out some filters (mean, median and mode) using the windows 3x3 and 5x5, targeting noted an improvement in kappa index regarding classification without the filter. The MAXVER classifier obtained the best result in this work, with kappa of 0.855, higher than the RNA with 0.842, with significant differences between the two classifiers. The use of mode filter 5x5 improved the Kappa index, both for MAXVER as for RNA (0.903 and 0.861). The MAXVER statistical method was favored by the large number of samples, because this method requires a larger sampling to calculate estimates of the parameters of distribution of trusted classes. For the classification with MAXVER, can conclude that the council of Viçosa keeps still 23.7% of the natural forest area, 11.1% with agriculture, pasture with 54.8% and 6.4% coffee plantation.

1 INTRODUÇÃO

As técnicas de sensoriamento remoto (SR) e geoprocessamento têm se tornado cada vez mais indispensável no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação dos solos. Já que, qualquer que seja a organização espacial do uso do solo num dado período, raramente é permanente.

Dentre as várias ferramentas existentes no universo de geoprocessamento, a classificação digital de imagens surge como uma ótima opção, pois permite uma

avaliação espaço-temporal rápida e eficiente da superfície terrestre (BERNARDI et al, 2007).

A classificação de imagens em SR consiste em associar cada pixel da imagem a um "rótulo" ou uma classe que descreve um objeto no mundo real (solo, vegetação, etc.). Assim, o seu resultado é uma imagem temática, que mostra a distribuição geográfica de cada tema (ou classe), e essas diferentes classes são representadas por diferentes símbolos ou cores (CRÓSTA, 1992).

A classificação supervisionada utiliza algoritmos que necessitam de uma fase de treinamento, ou seja, onde o sistema determina, a partir de amostras de treinamento, as características das classes que serão usadas como termo de comparação na tomada de decisão durante a classificação (MOREIRA, 2003).

O método da máxima verossimilhança (MAXVER) é uma das classificações supervisionadas mais utilizadas em SR. O método utiliza parâmetros estatísticos onde pressupõe que os elementos de cada classe seguem uma distribuição normal multivariada, e avalia as probabilidades que um dado elemento tem de pertencer a uma determinada classe e o designa àquela cuja probabilidade é maior (NISHIDA, 1998).

O método de classificação supervisionada que propôs superar o problema da pressuposição da normalidade dos dados é pelas Redes Neurais Artificiais (RNA). Este método utiliza técnicas matemáticas inspiradas no funcionamento de aprendizagem do sistema biológicos dos neurônios do cérebro humano. Uma RNA é composta por vários neurônios distribuídos em camadas. A primeira camada é chamada de camada de entrada e é definida como tendo um neurônio para cada variável discriminante.

As camadas intermediárias, ou escondidas são compostas por neurônios, a serem determinados heurísticamente, e onde ficará armazenado o conhecimento da rede. A última camada de saída é definida como tendo um neurônio por classe informacional. A quantidade de neurônios por camadas e o número de camadas por rede é chamada de arquitetura da Rede Neural (ARAKI, 1998; BRAGA et al, 2000)

Trabalhos já desenvolvidos (VIEIRA, 2000), que aplicam as RNA em classificação de imagens de SR apresentem resultados superiores em relação aos métodos convencionais, onde uma vez treinado, a RNA é computacionalmente mais rápida que o método de Máxima Verossimilhança (MATHER, 1999).

Apesar do processo de classificação apresentar bons resultados para esses classificadores, ainda assim, aparecem na imagem temática, muitos pixels isolados, que podem ser caracterizados como ruído – oriundos do processo de classificação. Uma alternativa de eliminação desses “ruídos” seria aplicação de procedimentos de filtragens espaciais.

Esse trabalho tem como objetivo apresentar um estudo comparativo entre duas técnicas de classificação MAXVER e RNA, aplicadas a imagens ASTER, e usar procedimentos de pós-classificação para melhorar o processo de mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Viçosa- MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Viçosa, MG, encontra-se na zona da mata mineira, na latitude 20°45'14" sul e longitude 42°52'55", com área total de 299,35 km².

Na classificação do uso e cobertura do solo foi usada uma imagem do satélite ASTER, com cena capturada em 29 de março de 2001. Foi realizada uma composição colorida das bandas 1, 2 e 3 (Tabela 1) do sensor VNIR. Após feita a correção geométrica e delimitação do limite do município de Viçosa, além de gerado o NDVI com as bandas 2 e 3, com o objetivo de gerar a imagem de referência. Todas as etapas (da classificação?) foram executadas no programa Idrisi Andes 3.2. Os mapas temáticos finais foram gerados no programa Arcgis 9.2.

Tabela 1 – Características do sensor Aster.

| Sensor | Nº Banda | Resolução espectral μm | Resolução espacial | Resolução radiomet. |
|--------|----------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|
| VNIR | 1 | 0,52 – 0,60 | 15 metros | 8 bits |
| | 2 | 0,63 – 0,69 | | |
| | 3n | 0,78 – 0,86 | | |

A Figura 1 apresenta a imagem resultante da composição colorida das bandas espectrais 1, 2 e 3 selecionadas para classificação, associadas respectivamente, às cores verde, vermelho e infravermelho próximo.

As amostras de treinamento foram obtidas pela digitalização dos polígonos nas áreas de interesse, baseando-se nas imagens da composição colorida e NDVI. Os temas amostrados foram: Mata, Agricultura, Pastagem, Café, Solo exposto, Água, Nuvem e Sombra. Foram realizadas classificações pelo método MAXVER e por RNA, onde foram testados vários parâmetros arquiteturas.

Após o processo de classificação aplicou-se um procedimento de pós-classificação nas imagens temáticas classificadas, com o objetivo de uniformizar os temas, ou seja, eliminar pontos isolados, classificados diferentemente de sua vizinhança.

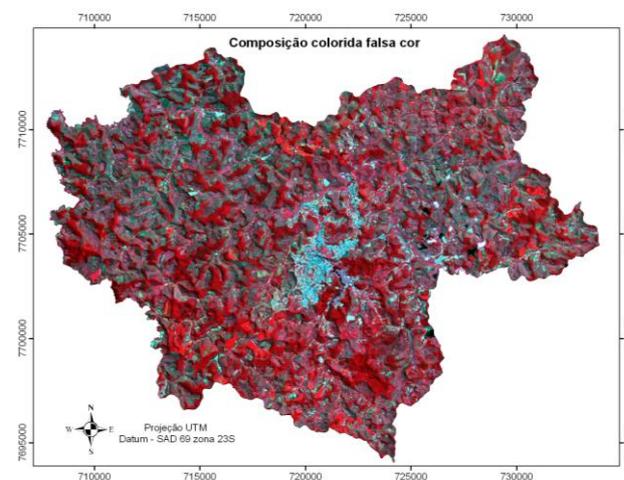


Figura 1 – Composição colorida falsa cor das bandas verde, vermelho e infravermelho do sensor VNIR.

Na pós-classificação utilizou-se alguns filtros (média, mediana e moda) com janelas de 3x3 e 5x5 pixels, com o objetivo de verificar se houve melhoras estatisticamente significantes em relação a classificação sem pós-processamento.

A avaliação entre os filtros e entre as duas classificações foram obtidas pela análise do teste Z, utilizando o programa Kappa.exe (VIEIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de kappa e variância obtidos nas duas classificações estão resumidos na Tabela 2. Dentre os filtros (média, mediana e moda) com janelas (3x3 e 5x5) testados, o filtro da moda (com a janela 5x5) foi o que apresentou o melhor resultado de kappa para as classificações. Para uma análise mais completa deve-se usar não só o valor de kappa, mas também a variância da classificação.

Tabela 2: Valores de Kappa e variância para as classificações MAXVER e RNA com filtro e sem filtro média 3x3.

| MAXVER | | | |
|---------------|----------|------------|----------|
| Sem filtro | | Com filtro | |
| Kappa | Var | Kappa | Var |
| 0,855 | 0,000005 | 0,903 | 0,000004 |
| Redes Neurais | | | |
| Sem filtro | | Com Filtro | |
| Kappa | Var | Kappa | Var |
| 0,842 | 0,000006 | 0,861 | 0,000005 |

Observando a matriz de significância apresentada na Tabela 3, verifica-se que todas as classificações foram significativas (elementos da diagonal maior que o valor tabelado de $Z = 1,96$).

O teste Z efetuado para avaliar se houve diferença significativa entre a classificação com e sem filtro (elementos fora da diagonal na Tabela 3), na classificações MAXVER, mostrou que a aplicação do filtro da moda 5x5 proporcionou uma melhoria significativa (a nível de 95%), quando comparado com as outras classificações, com e sem pós-processamento.

Na avaliação das classificações MAXVER e RNA com filtro (moda 5x5), o teste Z mostrou que houve diferença significativa entre os dois métodos, sendo que o classificador MAXVER apresentou um valor de Kappa melhor.

Numa comparação direta entre o MAXVER e as RNA, surpreendentemente o algoritmo MAXVER mostrou-se mais eficiente para classificação do uso e cobertura do solo, talvez devido ao fato de não se ter treinados a redes com um número de ciclos suficiente ou mesmo não se ter encontrado uma melhor arquitetura da RNA.

Tabela 3: Matriz de Confiança entre os classificadores e filtros de pós classificação.

| CLASSE | MAXVER RNA | | MAXVER RNA | |
|---------|------------|----------|------------|----------|
| | moda5x5 | moda5x5 | moda5x5 | moda5x5 |
| KAPPA | 0.855 | 0.842 | 0.903 | 0.861 |
| VAR | 0.000005 | 0.000006 | 0.000004 | 0.000005 |
| MAXVER | 382.368 | | | |
| RNA | 3.92 | 343.745 | | |
| MAXVER | | | | |
| moda5x5 | 16 | 19.29 | 451.5 | |
| RNA | | | | |
| moda5x5 | 1.897 | 5.729 | 14 | 385.051 |

A Tabela 4 apresenta as áreas ocupadas por cada classe de uso do solo. Foram encontradas diferenças nas porcentagens das áreas classificadas pelos dois métodos com e sem filtro. Sendo que as maiores diferenças ficaram por conta das classes de nuvens e café para a classificação MAXVER com e sem filtro, com variações de 8,61% e 6,78% respectivamente. Já na classificação RNA as maiores variações entre a aplicação de filtro ou sem, foram encontradas nas classes de floresta com 6,68% e café com 5,17%. No entanto houve pouca mudança para o MAXVER nas áreas de sombra e água. Na classificação por RNA os menores valores foram para as classes solo exposto com 0,07% e sombra com 0,18%.

As áreas classificadas como mata no MAXVER sofreram muito pouca alteração (23,70%), porém no classificador RNA, após a passagem do filtro, aumentou em quase 2000 ha (35,33%). Coelho (2005) encontrou 24,5% da área do município de Viçosa coberta por vegetação natural, por classificação de imagem Landsat TM 5. O que indica que esta classe apresentou uma ótima correlação entre a área classificada e o uso real da mesma, isso pode ter sido uma contribuição da imagem NDVI, já que a mesma foi usada para coletar as amostras de treinamento para a classe de floresta. Na imagem NDVI há um bom realce para a área de floresta.

Com a aplicação do filtro de moda 5x5, os resultados mostram, de uma maneira geral, uma redução da diferença entre as áreas classificadas pelos dois métodos sem a aplicação do filtro. Pois esse filtro reduz o número de pixels isolados, reagrupando-os em outra classe de maior ocorrência em sua vizinhança.

O mapa resultante pela classificação por MAXVER, apresentou melhor correlação com a paisagem natural, pois ocorreu menor confusão na classificação entre os temas. Diferente do classificador por RNA que incluiu pontos de alta resposta espectral como sendo classe de nuvens, no entanto pertencem à áreas urbanas, logo, a classe solo exposto. Com a passagem do filtro de moda, esse problema foi minimizado, o que diminuiu a área classificada como nuvem de 8,9 % para 0,2 % no MAXVER, e 1,92 % para 1,16% para RNA. As áreas de cafezais foram subestimadas tanto na classificação MAXVER, quanto por RNA, com 0,3 e 8,79 %

respectivamente, em comparação à passagem de filtro de moda, os valores passaram para 6,4 e 3,6% respectivamente.

Tabela 4 – Porcentagem de área ocupada por cada classe pelo MAXVER e RNA com e sem o filtro média 3x3.

| Uso da terra | MAXVER (ha) | | RNA (ha) | |
|--------------|-------------|------------|------------|------------|
| | Sem filtro | Com filtro | Sem Filtro | Com filtro |
| Mata | 6892.44 | 7081.20 | 8577.38 | 10554.87 |
| Agricultura | 4666.08 | 3303.13 | 1955.70 | 2778.62 |
| Pastagens | 14296.73 | 16367.86 | 15939.97 | 14970.69 |
| Café | 108.09 | 1909.40 | 2630.18 | 1079.65 |
| Solo exposto | 1244.22 | 1111.71 | 575.15 | 347.40 |
| Nuvens | 2661.77 | 55.20 | 109.57 | 29.05 |
| Água | 33.61 | 18.55 | 42.25 | 40.75 |
| Sombra | 32.60 | 29.22 | 105.35 | 75.61 |

Os resultados obtidos indicam que as classes com maiores variações percentuais correspondem às classes em que houve maior contribuição da aplicação do filtro, suavizando a imagem, permitindo uma classificação com um índice kappa melhor. O mapa resultante da classificação por RNA com passagem de filtro de média (Figura 2) apresenta as áreas de uso e ocupação dos solos. Nota-se menores áreas de solo exposto, pastagens e cafezais, em comparação com o mapa gerado pelo classificador MAXVER, com filtro de medias (Figura 3).

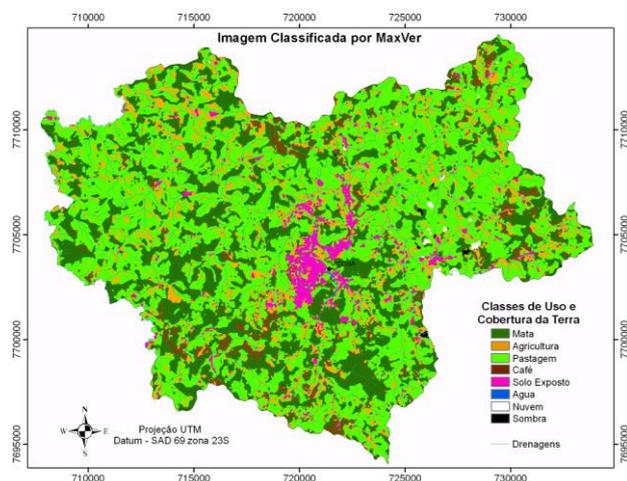


Figura 2 - Imagem Classificada por Redes Neurais

As classes que resultaram em maior confusão, são espectralmente muito próximas. Devido a isso houve muita diferença entre os classificadores. No entanto, com a passagem do filtro de médias essas diferenças foram em geral minimizadas. As áreas encobertas por nuvens e a projeção de suas sombras também geraram perturbação para os classificadores, alterando os valores digitais resultantes da reflectância dos alvos, confundindo com outras classes como solo exposto e água.

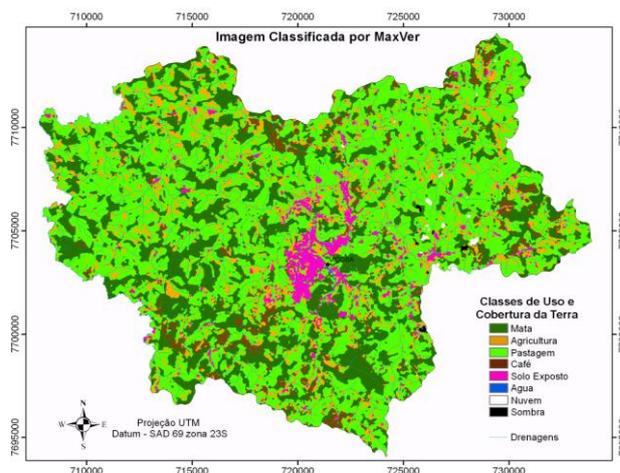


Figura 3 - Imagem Classificada por MAXVER.

4 CONCLUSÕES

O classificador MAXVER obteve melhor resultado nesse trabalho, com kappa de 0,855, superior à RNA com 0,842, com diferenças significativas entre os dois classificadores.

O uso de filtro de moda 5x5 apresentou uma melhora estatisticamente significativa no índice kappa, para o classificador MAXVER (0,903), diminuindo os pixels isolados ou ruídos da classificação, homogeneizando melhor as classes.

O método estatístico MAXVER foi favorecido em parte pelo grande número de amostras, pois esse método requer uma amostragem maior para calcular estimativas dos parâmetros de distribuição de classes confiáveis. Mas, acredita-se com uma melhor definição da arquitetura da rede ou mesmo um acréscimo no número de ciclos de treinamento, poderia produzir resultados favoráveis a RNA.

Pela classificação com MAXVER, pode-se concluir que Viçosa mantém ainda 23,7% de área de mata natural, 11,1 % com agricultura, pastagem com 54,8% e 6,4% com cafezais.

REFERÊNCIAS

ARAKI, H., 1998. **Classificação de imagens multiespectral com redes neurais** : revisão bibliográfica e alguns experimentos. Seminário PÓS- Graduação, UFPR, Curitiba.

BERNARDI, H.V.F.; DZEDZEJ, M.; CARVALHO, L.M.T.DE; JÚNIOR, F.W.A. **Classificação digital do uso do solo comparando os métodos “pixel a pixel” e orientada ao objeto em imagem QuickBird**. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5595-5602.

BRAGA, A. P. ; LUDEMIR, T. B. ; CARVALHO, A. C. P. F., 2000. **Redes neurais artificiais – teoria e aplicações**. Rio de Janeiro. LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S. A , p. 237.

COELHO, D. J. da S; SOUZA, A. L. de; OLIVEIRA, C. M. L. de. Levantamento da cobertura florestal natural da microrregião de Viçosa, MG, utilizando-se imagens de Landsat 5. **Rev. Árvore** , Viçosa, v. 29, n. 1, 2005 .

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP. IG/UNICAMP, 1992.

MATHER, P. **Land Cover Classification Revisited**. In: *Advances in Remote Sensing and GIS Analysis*. Edited by Peter M. Atkinson and Nicholas J. Tate, 1999.

NISHIDA, W. **Uma Rede Neural Artificial para Classificação de Imagens Multiespectrais de Sensoriamento Remoto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

VIEIRA, C. A. O. Accuracy of Remotely Sensing Classification of Agricultural Crops: A Comparative Study. Tese de Doutorado. University of Nottingham. 2000. 352p.