

# AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CLASSIFICADORES SUPERVISIONADOS PARA MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL - RS

*A. B. Trentin<sup>1</sup>, L. H. de A. Gouvêa<sup>1</sup>, G. A. de M. Santos<sup>1</sup>, C. A. Menezes Junior<sup>1</sup>, E. Weierbacher Neto<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pampa, Brasil

**Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o desempenho de classificações supervisionadas por pixel, utilizando os algoritmos MaxVer, MaxVer-ICM e Distância Mínima Euclidiana, para o mapeamento de uso e cobertura da terra no município de São Gabriel - RS. Utilizou-se uma imagem do satélite Landsat 8 - OLI órbita/ponto 223/081, datada de 01/04/2017, adquirida gratuitamente do catálogo de imagens do INPE. O processo de classificação de imagens foi realizado no aplicativo SPRING 5.3, considerando os algoritmos MaxVer, MaxVer-ICM e Distância Mínima Euclidiana. Os resultados demonstraram melhor desempenho do classificador Maxver-ICM (99,5%). Em relação a acurácia do mapeamento, todos os classificadores mostraram-se excelentes, de acordo com o índice Kappa analisado. No que tange à quantificação do uso e cobertura da terra, houve predominância da classe Campo, cenário esperado em função da matriz vegetativa que ocorre no Bioma Pampa. A partir dos produtos cartográficos obtidos, considera-se que os métodos de classificação obtiveram um desempenho satisfatório e espacialmente semelhante, para o mapeamento de uso e cobertura da terra do município estudado.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, classificação de imagens, mapeamento ambiental.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the supervised classifications per pixel performance, using the MaxVer, MaxVer-ICM and Euclidean Distance algorithms in order to map the São Gabriel municipality land cover. For that, were used a Landsat 8 - OLI image orbit/point 223/081, dated of 01/04/2017, acquired for free from the INPE image catalog. Through this image were performed the supervised classifications per pixel, in the SPRING 5.3 software, considering the MaxVer, MaxVer-ICM and Euclidean Distance algorithms. The results demonstrate that the best performance occurred in the Maxver-ICM classifier (99.5%). In relation to mapping accuracy, all classifiers showed to be excellent according to the Kappa index analyzed. Regarding the land cover quantification, there was field class predominance. This was expected because of vegetative matrix which occurs in the Pampa. Through the obtained cartographic products were considered that all classifier methods obtained a very satisfactory performance and spatially similar in land cover mapping of the São Gabriel municipality.

Palavras-chave: Remote sensing, image classification, environmental mapping.

## 1- INTRODUÇÃO

A coleta, armazenamento, tratamento e representação de dados e informações sobre a superfície terrestre tornou-se facilitada pelo advento de tecnologias, como a informática (Câmara e Davis, 2001). Estudos integrados de dados espaciais, voltados principalmente ao planejamento de ações ambientais

(Hamada e Gonçalves, 2007), nortearam o desenvolvimento do Geoprocessamento, permitindo o tratamento da informação geográfica a partir de diferentes técnicas (Câmara e Davis, 2001).

Entre essas técnicas destacam-se o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O Sensoriamento Remoto tem como

um dos seus objetivos a identificação de elementos na superfície considerando sua resposta espectral (Crosta, 1992). A partir das características espectrais e espaciais de imagens de satélite podem ser inferidos padrões da distribuição desses elementos (Cihlar, 2000). Estas informações possibilitam levantamentos de uso e cobertura da terra, consideradas importantes para o entendimento das interações entre homem e meio ambiente (Prakasam, 2010).

Com o auxílio dos SIG, a identificação e análise do uso e cobertura da terra foram impulsionadas, principalmente pelo desenvolvimento de diferentes métodos de classificação de imagens. Para Richards e Jia (2006), o método supervisionado é o mais utilizado na análise quantitativa de imagens de sensoriamento remoto. Como parâmetro para a classificação, os algoritmos estatísticos (supervisionados) usam dados oriundos de classes de treinamento (Mather, 2004), onde o resultado do mapeamento depende da informação fornecida pelo intérprete (IBGE, 2001).

A maioria dos métodos de classificação supervisionada utiliza somente a informação espectral do pixel para definir áreas homogêneas (Crosta, 1992; Meneses e Sano, 2012; Andrade et al., 2014). Entre esses métodos, destaca-se o classificador MaxVer, que utiliza a média e a distribuição de probabilidade do pixel para pertencer a determinada classe. O classificador MaxVer-ICM, considera os mesmos parâmetros e ainda associa a dependência espacial do pixel em relação à vizinhança. Por outro lado, o classificador Distância Mínima Euclidiana considera a distância, associada a medida de similaridade de um pixel pertencer a uma classe (Moreira, 2011).

Diversos estudos têm avaliado o desempenho de classificadores e métodos de classificação de imagens com propósitos diferentes. Entre eles, temas aplicados a estudos da vegetação a partir de imagens de alta resolução espacial (Andrade et al., 2014; Moreira et al., 2016) e na identificação de uso da terra utilizando imagens de média resolução espacial do satélite Landsat 5 (Augusto-Silva et al., 2013; Vila Nova et al., 2015), Landsat 8 (Nascimento et al., 2016) e LISS3 (Nery et al., 2013).

Contudo, ainda são poucos os trabalhos de mapeamento de uso e cobertura da terra em áreas do Bioma Pampa, que consideram a aplicação de diferentes técnicas de processamento de imagens. Em função da importância deste bioma na manutenção das características regionais e sua biodiversidade (Overbeck et al., 2009), torna-se importante estudos mais detalhados sobre essas áreas.

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de classificações supervisionadas por pixel, utilizando os algoritmos MaxVer, MaxVer-ICM e Distância Mínima Euclidiana, para o mapeamento de uso e cobertura da terra no município de São Gabriel - RS.

## 2- MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1- Área de estudo

O município de São Gabriel (Figura 1) localiza-se na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, inserido no Bioma Pampa. Possui uma área territorial de 5.019 km<sup>2</sup> e população estimada de 62.957 habitantes (IBGE, 2017).

O clima predominante no Rio Grande do Sul de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger é o Cfa, o que significa que é um clima subtropical úmido com verões quentes. De acordo com o Atlas Climático do Rio Grande do Sul (Matzenauer et al., 2011) a precipitação total média anual no município é de 1424 mm e as temperaturas médias mensais variam entre 13,9 e 25,4 °C.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (EMBRAPA, 2006) o solo predominante na região de São Gabriel-RS é o Planossolo Háptico Eutrófico típico de textura argilosa e relevo suave ondulado.

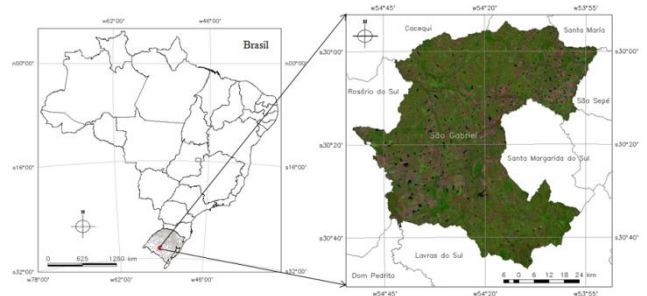


Fig. 1 – Mapa de localização do Município de São Gabriel – RS.

### 2.2- Procedimentos metodológicos

Para este estudo obteve-se uma imagem do satélite Landsat 8 sensor OLI, órbita/ponto 223/081, do dia 01 de abril de 2017, disponível gratuitamente no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As cenas do sensor OLI apresentam resolução espacial de 30 metros.

As etapas de processamento de imagem foram executadas no aplicativo Spring 5.3. Inicialmente efetuou-se o recorte da imagem Landsat 8-OLI a partir do limite municipal, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi realizada a composição colorida das bandas 654 (RGB) aplicando-se o realce de contraste linear, a fim de aumentar a discriminação entre os elementos da superfície.

No processo de classificação da imagem foram estabelecidas seis classes de uso e cobertura da terra (campo, solo exposto, vegetação, agricultura, água e nuvem/sombra), sendo adquiridas amostras de

treinamento representativas de cada alvo/classe. Utilizando-se as mesmas amostras de treinamento, foram realizadas as classificações supervisionadas por pixel a partir dos algoritmos: Máxima Verossimilhança (MaxVer), MaxVer-ICM e Distância Mínima Euclidiana. O limiar de aceitação para os algoritmos MaxVer e MaxVer-ICM foi de 99,9%. O algoritmo Distância Mínima Euclidiana não utiliza limiar.

Para cada resultado observou-se o desempenho médio da classificação e o índice Kappa, calculado pela matriz de confusão. Ainda, foram determinadas as áreas de cada classe em cada uma das classificações. Por último, realizou-se a edição final dos mapas de uso e cobertura da terra.

### 3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados demonstraram que a classificação pelo algoritmo MaxVer, um dos métodos mais aplicados em tratamento de imagens (Moreira, 2011), mostrou desempenho de 98,4% no processo de classificação. O melhor desempenho ocorreu no mapeamento do classificador Maxver-ICM (99,5%), enquanto o pior desempenho foi do classificador Distância Mínima Euclidiana (89,5%). O desempenho inferior do algoritmo Distância Mínima Euclidiana pode ter ocorrido em função de este método utilizar somente a distância da média como parâmetro de um pixel pertencer à determinada classe, e não uma matriz de covariância, tornando-se menos flexível em relação aos demais (Richards e Jia, 2006). Contudo, considerando a análise do índice Kappa gerado pela matriz de confusão, os resultados encontrados neste trabalho mostraram-se excelentes (acima de 0,87) para todos os classificadores, de acordo com os parâmetros definidos por Landis e Koch (1977).

Semelhante aos resultados encontrados neste trabalho, em estudo realizado por Nery et al. (2013), os

pesquisadores também observaram melhor desempenho do algoritmo MaxVer-ICM em relação aos métodos MaxVer e Distância Mínima. Moreira et al. (2016) considerando alguns classificadores paramétricos para o mapeamento de áreas de vegetação nativa heterogêneas, encontraram melhor desempenho do classificador MaxVer em comparação ao classificador Distância Mínima Euclidiana.

A espacialização das classes de uso e cobertura da terra considerando os três classificadores está representada na Figura 2. Houve predominância da classe campo em todos os mapeamentos. Este é um cenário esperado, uma vez que se refere a tipologia de vegetação natural que ocorre no Bioma Pampa (Overbeck et al., 2009). Porém, existiu diferença significativa entre os classificadores na quantificação da área desta classe (Tabela 1). Este resultado pode ter sido determinado pelo limiar de aceitação durante o processo de classificação, inexistente no algoritmo Distância Mínima Euclidiana, bem como pela confusão da resposta espectral com outras classes, principalmente com solo exposto. Além disso, pode estar associada a diversidade de manejo nas áreas de campo, tipo de solo ou condição hídrica, fatores que podem alterar o comportamento espectral.

Em estudo desenvolvido por Nery et al. (2013), os pesquisadores verificaram que entre os classificadores MaxVer-ICM e MaxVer, a maior confusão ocorreu nas classes de solo exposto e vegetação, devido a semelhança espectral com a área urbana e silvicultura, respectivamente. A respeito disso, Crosta (1993) comenta que técnicas comuns de classificação de imagens consideram somente as características espectrais, que determinam as variações de intensidade entre os objetos, não observando outros atributos como textura, por exemplo.

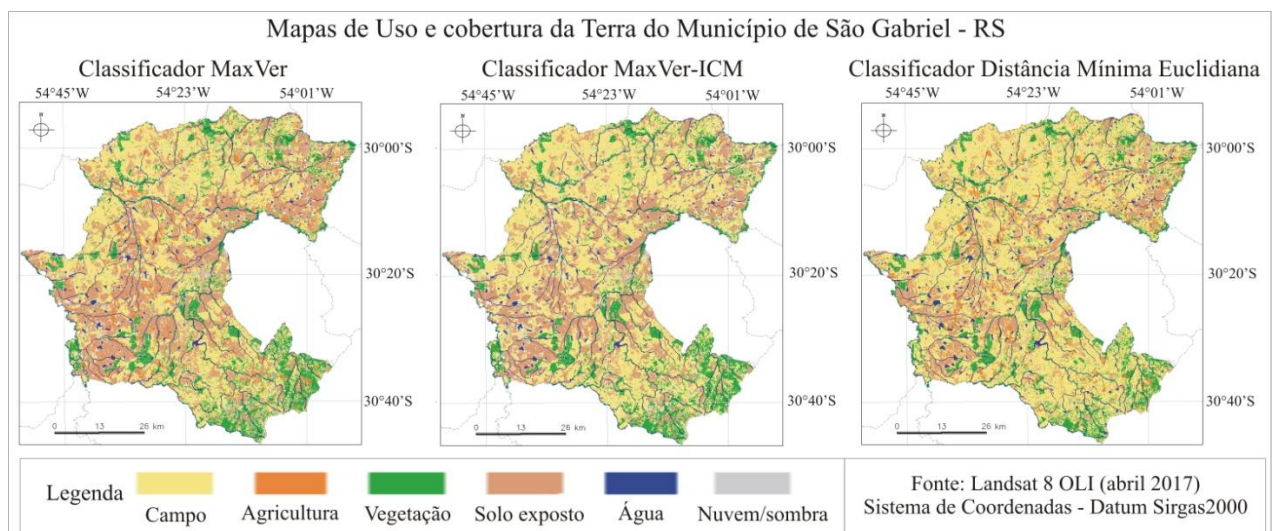


Fig. 2 – Mapas de uso e cobertura da terra de acordo com os classificadores MaxVer, MaxVer-ICM e Distância Mínima Euclidiana, para o Município de São Gabriel – RS.

Observou-se ainda diferença de área na classe agricultura (Tabela 1), onde se destaca que o método MaxVer-ICM, mesmo obtendo o melhor desempenho de classificação, não identificou esta classe. No entanto, na época do ano correspondente a data da imagem adquirida para este estudo, ainda podem ocorrer locais com cultura temporária, principalmente soja. Dessa forma, entende-se que o algoritmo não favoreceu a diferenciação desta classe de uso nesta área de estudo.

TABELA 1 - ÁREA (KM<sup>2</sup>) DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA DE ACORDO COM OS CLASSIFICADORES.

Área (km <sup>2</sup> )	Maxver	Maxver ICM	Distância Mínima Euclidiana
Campo	2094,92	2456,21	3063,68
Solo exposto	1433,46	1470,22	832,64
Vegetação	739,58	738,83	684,02
Agricultura	352,79	0,00	288,84
Água	71,9	72,67	120,29
Nuvem/sombra	143,11	97,82	32,32
Área total	4835,77	4835,77	5021,81

#### 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos produtos cartográficos gerados, considera-se que os métodos de classificação estudados obtiveram desempenho satisfatório e mostraram-se espacialmente semelhantes. Observou-se, no entanto, confusão espectral principalmente entre as classes campo e solo exposto. Assim, sugere-se comparação entre classificadores para a determinação do melhor resultado em estudos de uso e cobertura da terra em áreas heterogêneas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, A.C.; C.N. Francisco e C. M. de Almeida, 2014. Desempenho de classificadores paramétrico e não paramétrico na classificação da fisionomia vegetal. Revista Brasileira de Cartografia, Vol. 66, N° 2, 349-363.
- Augusto-Silva, P.B. et al., 2013. Análise de classificadores para mapeamento de uso e cobertura do solo, em Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu - PR, Brasil, pp. 2424-2430,
- Câmara, G. e C. Davis, 2001. Introdução, em Introdução à Ciência da Geoinformação (eds) G. Câmara, C. Davis e A. M. V. Monteiro, São José dos Campos, 2-2.
- Cihlar, J., 2000. Land cover mapping of large areas from satellites: status and research priorities. International Journal of Remote Sensing, Vol. 21, N° 6 e 7, 1093-1114.
- Crosta, A.P, 1993. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto, IG/UNICAMP, Campinas, 170 páginas.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2 ed., Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 306 páginas.
- Hamada, E. e R.R. do V. Gonçalves, 2007. Introdução ao geoprocessamento: princípios básicos e aplicação. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 52 páginas.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2001. Introdução ao processamento digital de imagens. Manuais Técnicos em Geociências, N° 9, IBGE, 91 páginas.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Cidades: São Gabriel - RS. Disponível em: <http://ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431830&search=rio-grande-do-sul%E3o-gabriel>. Acesso em 07 jul. 2017.
- Landis, J.R. e G.G. Koch, 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. Biometrics, Vol. 33, N° 1, 159-174.
- Mather, P.M., 2004. Computer processing of remotely sensed images: an introduction, 3rd ed, John Wiley & Sons Ltd, Chippenham, 350 páginas.
- Matzenauer, R.; B. Radin e I.R. Almeida (Ed.), 2011. Atlas Climático: Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; FEPAGRO, Porto Alegre.
- Meneses, P.R. e E.E. Sano, 2012. Classificação pixel a pixel de imagens, em Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto (eds) P. R. Meneses e T. de Almeida, Brasília, 191-208.
- Moreira, M.A., 2011. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação, 4 ed, Editora UFV, Viçosa, 422 páginas.
- Moreira, E.F., et al., 2016. Comparação e desempenho de algoritmos paramétricos na classificação supervisionada de áreas naturalmente heterogêneas e dinâmicas. Revista Brasileira de Cartografia, Vol. 68, N° 3, 581-594.
- Nascimento, I.S., et al., 2016. Avaliação da exatidão dos classificadores Maxver e Iso Cluster do software ArcGIS for desktop, com uso de imagem Landsat 8 do município de Cáceres/MT. Revista Continentes, Vol. 5, N° 8, 48-62.
- Nery, C.V.M. et al., 2013. Avaliação das Técnicas de Classificação MAXVER, MAXVER – ICM e Distância Mínima Euclidiana de acordo com Índice Kappa. Revista Brasileira de Geografia Física, Vol. 6, N° 2, 320-328.
- Overbeck, G.E. et al. 2009. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado, em Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade (orgs) V.P. Pillar et

al., Brasília, 26-41.

Prakasam, C., 2010. Land use and land cover change detection through remote sensing approach: A case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu. International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol. 1, N° 2, 150-158.

Richards, J.A. e X. Jia, 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis, 4th ed, Springer, Berlin, 454 páginas.

Vila Nova, F.V.P.; M.F.A. Torres e M.P. Coelho, 2015. Uso e ocupação da terra e indicadores ambientais de impactos negativos: Baixo Curso do Rio São Francisco, Estado de Alagoas, Brasil. Boletim de Geografia, Vol. 33, N° 1, 1-14.