

DESEMPENHO DE CLASSIFICADORES DE SIG APLICADOS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO

Camila Zeni do Amaral ¹, Vanderlei Leopold Magalhães ²

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Avenida Brasil, n.4232, Medianeira, Paraná, Brasil, camilazamaral@gmail.com; ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Avenida Brasil, n.4232, Medianeira, Paraná, Brasil, vlmagalhaes@utfpr.edu.br

RESUMO

As técnicas de geoprocessamento tornaram-se ferramentas indispensáveis na realização de estudos de análise de uso e cobertura do solo de bacias hidrográficas. Utilizando-se imagens de satélites, estes sistemas possibilitam a realização de levantamento de campo, com alto grau de precisão. Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de classificadores de Sistemas de Informação Geográfica aplicados na análise temporal da Bacia do rio São Francisco Verdadeiro, localizada ao sul do Brasil e a oeste do Paraná. Para o mapeamento do uso e cobertura do solo utilizou-se imagens *Landsat 8*, de agosto de 2015, as quais foram trabalhadas no *SPRING*, utilizou-se os classificadores *Maxver* e *Bhattacharya* (Supervisionados) e *Isoseg* (Não Supervisionado). A avaliação das classificações pautou-se na comprovação dos resultados a partir da geração da matriz de confusão das classificações seguida pela utilização do Índice *Kappa*. Os três classificadores apresentaram desempenho semelhante, contudo, o classificador *Bhattacharya* se mostrou mais eficiente.

Palavras-chave — classificadores de SIG, geoprocessamento, uso e cobertura do solo.

ABSTRACT

The techniques of geoprocessing have become indispensable tools of studies directed to the analysis of the use and coverage of the soil. Using satellite images, these systems make it possible to carry out field surveys with a high degree of accuracy. This work aims to evaluate the performance of Geographic Information System classifiers applied in the temporal analysis of the São Francisco Verdadeiro River Basin, located in southern Brazil and west of Paraná. Landsat 8 images from August 2015 were used to map land use and cover, which were worked on the SPRING, using the classifiers Maxver and Bhattacharya and Isoseg. The evaluation of the classifications was based on the verification of the results from the generation of the confusion matrix of the classifications and the use of the Kappa Index. The three classifiers showed similar performance, however, the Bhattacharya classifier was more efficient.

Key words — GIS classifiers, geoprocessing, land use and cover.

1. INTRODUÇÃO

As técnicas de geoprocessamento aliados a técnicas de análise ambiental tornaram-se ferramentas indispensáveis na realização de estudos voltados a gestão de uso e cobertura do solo, gestão de recursos hídricos, além da classificação das unidades vegetativas e monitoramento de desflorestamento.

Exemplo disso são [1] que utilizaram imagens do sensor TM do satélite *Landsat 5*, na composição 3B4G5R, para avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal e uso do solo em uma bacia hidrográfica no Mato Grosso. As imagens utilizadas permitiram identificar, mapear e quantificar os alvos de interesse. Os autores concluíram que as imagens do sensor TM foram adequadas para a identificação de classes de uso e cobertura da terra.

O conhecimento do uso do solo é fundamental para o desenvolvimento de determinada região, pois ao identificar o uso da terra torna-se possível a construção de políticas públicas eficientes.

Estudos sobre uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas tem se intensificado e demonstrado significativa importância, como [2] que a partir de técnicas de sensoriamento remoto mapearam a cobertura do solo da Bacia do Paraná 3 (BP3); e [3] que definiu o uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana, situada no sudeste paranaense, utilizando imagens orbitais de alta resolução.

Diferentes metodologias de classificação de imagens digitais têm sido utilizadas para esse fim. A escolha e manipulação das imagens podem gerar variações no processo [4].

A busca do mapeamento a partir da análise do desempenho do classificador pode evidenciar as variações atribuídas aos alvos analisados e desta forma amparar a escolha do processo metodológico.

Desta forma o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de três técnicas de classificação digital na caracterização do uso e cobertura vegetal da bacia do rio São Francisco Verdadeiro em imagens do *Landsat 8*, no ano de 2015, através do *software* *SPRING*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro localiza-se ao sul do Brasil e a oeste do Paraná, está inserida na BP3, como pode-se observar na Figura 1.

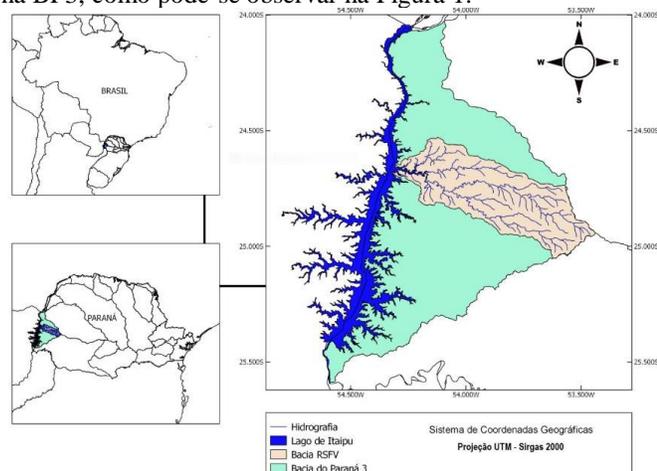


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco Verdadeiro.

Esta bacia caracteriza por ser o foco de pesquisas e aplicação de projetos da Usina Hidrelétrica da Itaipu Binacional. Nesta unidade de estudo, encontra-se solo diversificado e a cadeia produtiva vai do plantio de soja e milho à industrialização de carne suína e de aves, e na produção de leite.

A execução desses projetos faz parte do Programa Cultivando Água Boa, que abrange desde a recuperação de passivos ambientais à preservação da diversidade. Essa preocupação em monitorar a vegetação remanescente se deve ao fato da bacia em estudo apresentar grande interferência antropogênica.

2.2. Processamento dos Dados

Utilizou-se o software *SPRING* 5.5.1 onde criou-se o banco de dados utilizando-se do gerenciador *SQLite*, com projeção *LatLong*, *Datum Sirgas 2000*, e retângulo envolvente com latitude entre 23°58'31" S e 25°41'33" S e longitude entre 53°23'04" W e 54°42'57" W. O limite da bacia hidrográfica, assim como a rede hidrográfica, foi desenvolvido pelo Grupo Integrado de Monitoramento e Análise de Bacias Hidrográficas (GIMAB), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira.

As imagens obtidas através do Catálogo de Imagens do INPE, correspondem ao *Landsat 8*, sensor *OLI*, na data 08/2015 de órbita/ponto 223/77 e 224/77. As bandas utilizadas foram as equivalentes às faixas do Vermelho (4), Infravermelho Próximo (5) e Infravermelho Médio (6). Gerou-se mosaicos que foram recortados através da máscara vetorial na extensão *shapefile* correspondente ao limite da

bacia. Para melhorar a apresentação visual das imagens e aumentar o poder de discriminação dos alvos foi aplicado o contraste em cada um dos recortes. Realizou-se o processo de composição, resultando em imagens falsa cor 4B5G6R. [5] também fez uso dessas composições das imagens do L8 para comparar mudanças da dinâmica de uso e ocupação do solo em avaliação temporal na bacia do Ribeirão da Prata-SP.

Segmentou-se as mesmas por crescimento de regiões, onde os valores foram definidos por tentativa. Os valores foram de Similaridade 20 e Área 200, o valor da similaridade corresponde à variação máxima que pode ocorrer no nível de cinza de um pixel para que este seja declarado como pertencente a um segmento de pixels conexos vizinho, tanto para o classificador Supervisionado *Bhattacharya* quanto para o Não Supervisionado *Isoseg*.

Em seguida realizou-se a classificação *Bhattacharya* e *Isoseg*, destes o último é feito de maneira automática, enquanto o *Bhattacharya* necessita a interação do analista por meio de treinamento de coleta de amostras, as quais serão as regiões formadas no processo de segmentação.

Para a classificação supervisionada *Maxver*, foi necessário coletar polígonos referentes aos alvos de interesse. Sendo coletadas no mínimo 30 amostras de cada classe, como sugere a literatura.

As classes de uso e cobertura do solo definidas foram agricultura, água, solo exposto e vegetação. Os alvos referentes ao afloramento de rocha e área urbana da bacia foram gerados através de edição vetorial no *SPRING*.

Nas classificações *Bhattacharya* e *Maxver* foram criadas subclasses de uma classe para facilitar a identificação de um mesmo alvo que possui variações espectrais. Por exemplo, a classe Solo Exposto foi dividida em três subclasses (Solo Exposto 1, Solo Exposto 2 e Solo Exposto 3). Este mesmo procedimento é verificado em estudo desenvolvido por [6].

As três classificações foram realizadas com o limiar de aceitação de 95%.

A fase final desse processo foi o mapeamento das classes em um modelo temático, no qual se associou os elementos identificados nas classificações às respectivas classes de uso e cobertura do solo. Na classificação *Isoseg* os *clusters* gerados automaticamente foram associados às classes temáticas através de comparação com a composição colorida.

As cartas temáticas foram geradas a partir do módulo do *SPRING* que permite editar cartas e gerar arquivos para impressão, *SCARTA*.

A avaliação das classificações pautou-se na comprovação matemática dos resultados a partir da geração da matriz de confusão das classificações, seguido do cálculo do Desempenho Geral (DG) e pela utilização do Índice *Kappa* (Equação 1 e 2).

$$DG = \frac{D}{T} \quad (1)$$

Em que,

D = elementos da diagonal principal

T = número total de amostras

$$K = \frac{D-Q}{r-Q} \quad \text{onde} \quad Q = \sum_{r=1}^r X_{i+} * X_{+i} \quad (2)$$

Em que,
 X_{i+} = total da linha para uma dada categoria informacional;
 X_{+i} = total da coluna para uma dada categoria informacional

Para auxiliar na análise das classificações, os valores do Índice *Kappa* foram interpretados conforme os limiares de concordância (Tabela1).

Tabela 1. Limiares do Índice Kappa

Índice Kappa	Concordância
0,00	Péssima
0,01 - 0,20	Ruim
0,21 - 0,40	Razoável
0,41 - 0,60	Boa
0,61 - 0,80	Muito Boa
0,81 - 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar na Figura 2 que a composição falsa cor evidencia a vegetação em tons de verde, solo exposto e área urbana em tons de magenta, facilitando a interpretação das imagens.

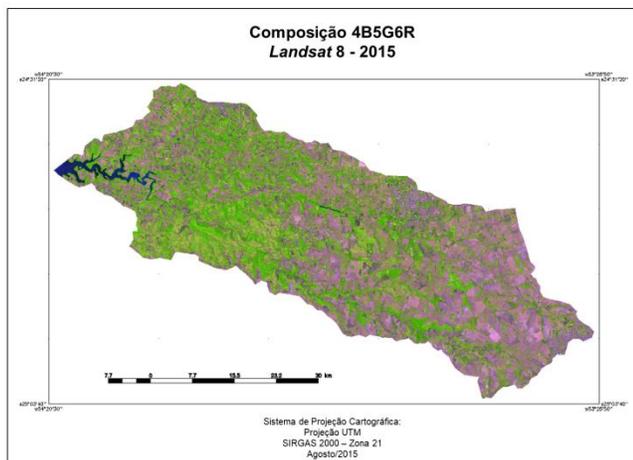


Figura 2. Mapa da composição colorida 4B5G6R Landsat 8.

Para fins de classificação, o solo é apresentado em separado da agricultura, essa condição reflete a data da imagem utilizada para o mapeamento, portanto, em outros momentos entende-se que a área de solo exposto, refletirá na classe agricultura.

Como a classe vegetação não foi separada em vegetação nativa da silvicultura, muitos dos fragmentos observados denotam áreas de culturas de eucalipto, pinus, assim como, vegetação rasteira ou pastagem.

Na classificação supervisionada, *Maxver* houve uma representação fiel para todas as classes temáticas, este classificador associou a área de afloramento à agricultura, como mostra a Figura 3.

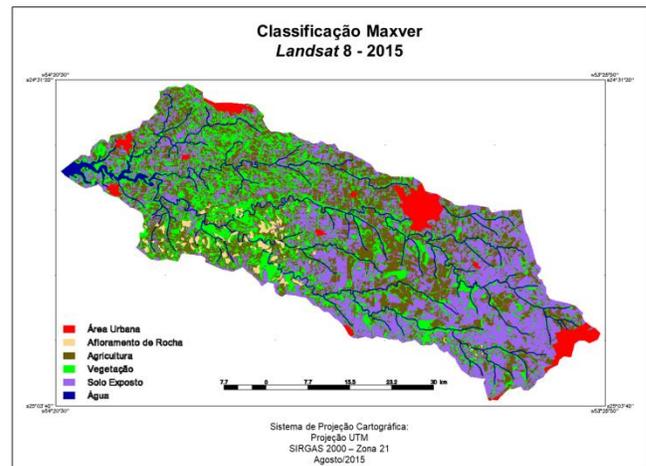


Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo classificado pelo *Maxver* - Landsat 8.

A partir da análise da matriz de confusão deste, percebe-se que a agricultura apresentou índices de confusão com o solo exposto, o que justifica a medida de classe não equivaler à interpretação visual da composição colorida.

O maior índice de confusão gerada foi entre as três classes de solo exposto, que no momento da classificação foram separadas por níveis de cinza claro, médio e escuro. Como as classes Solo Exposto 1, 2 e 3 representam o mesmo objeto na imagem, essa confusão não gera resultados visíveis.

O Desempenho Geral e o Índice *Kappa* para este classificador foram de 91,46% e 89,52%, e ainda assim, enquadrando-se em limiar excelente.

Através da Figura 4 nota-se que o classificador *Bhattacharya* evidenciou detalhes de cursos hídricos que não foram representados nas outras classificações.

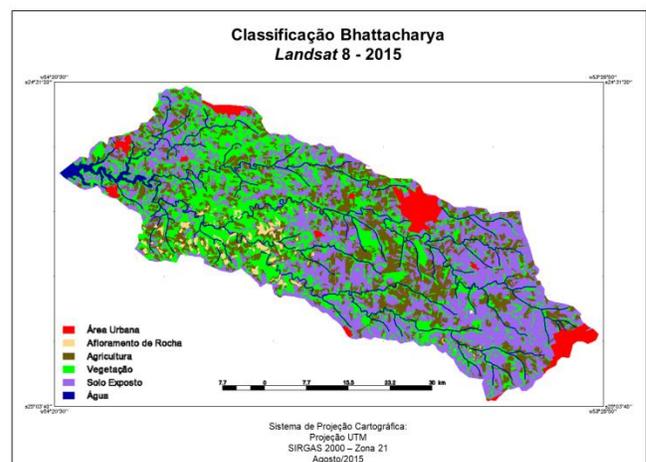


Figura 4. Mapa de uso e cobertura do solo classificado pelo *Bhattacharya* - Landsat 8.

Pela matriz de confusão, percebe-se que novamente a confusão ocorreu entre as classes que representam solo exposto, não interferindo no resultado visual da classificação.

Esta classificação também se enquadrou no limiar excelente, com porcentagens de 98,99% de DG e 98,69% para o Índice *Kappa*.

Na figura 5, pode-se conferir a classificação não supervisionada, *Isoseg*, a qual se tem, exceto na área de afloramento rochoso, representações fieis a cena capturada em agosto de 2015.

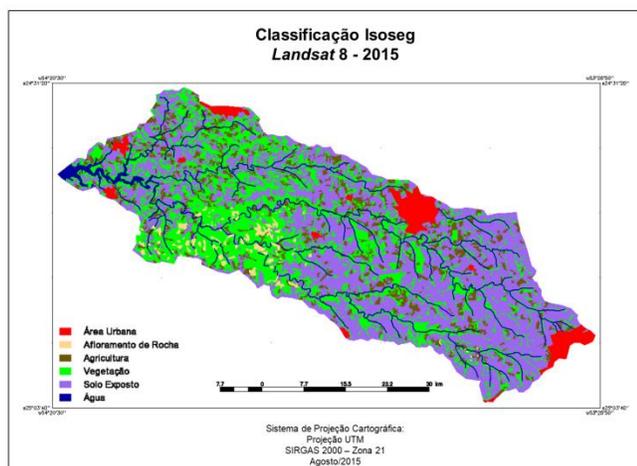


Figura 51. Mapa de uso e cobertura do solo classificado pelo *Isoseg* – *Landsat 8*.

A classe com maior índice de confusão foi novamente a classe referente ao solo exposto. E ressalta-se que classe referente à água que não houve ocorrência de confusão, desta maneira, contribuindo para o aumento das porcentagens dos coeficientes de concordância total.

O Desempenho Geral e o Índice *Kappa* foram de 94,80% e 91,27%, este classificador também se enquadrou como excelente, segundo [7].

5. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa contemplou-se o estudo da dinâmica de uso e cobertura do solo por meio de dados geoespaciais, imagens de sensoriamento remoto e o software *SPRING*, possibilitando a integração dos dados para a elaboração dos mapas temáticos de uso e cobertura do solo da bacia do rio São Francisco Verdadeiro.

A escolha das imagens de satélite, assim como o software utilizado permitiu atingir os objetivos propostos, ou seja, analisar os classificadores *Maxver*, *Bhattacharya* e *Isoseg* do *SPRING* no mapeamento de uso e cobertura da terra da bacia do RSVF.

Portanto, a partir dos dados obtidos de uso e ocupação do solo, verificou-se que o uso predominante do solo da bacia, ao longo de todo o período, é para utilização agrícola,

já que este exerce um papel fundamental nas atividades da região.

Quanto aos classificadores, todos apresentaram valores entre 0,81 a 1,00 para os coeficientes de concordância total, e enquadrando-se em limiar excelente.

Os valores de Desempenho Geral e Índice *Kappa* foram respectivamente de 91,46% e 89,52% para o *Maxver*, 98,99% e 98,69% para o *Bhattacharya* e 94,80% e 91,27% para o *Isoseg*.

Dessa forma o classificador supervisionado por regiões, *Bhattacharya* foi o que apresentou maiores índices de acurácia para ambas as datas, e a classe com maior índice de confusão foi a classe referente ao solo exposto.

Ressalta-se que a metodologia utilizada indica de que as técnicas de processamento digital do software *SPRING* e as imagens do satélite *Landsat* são adequadas para este tipo de mapeamento, mostrando-se uma tecnologia acessível e economicamente viável.

6. REFERÊNCIAS

- [1] PESSOA, S. P. M. et al. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai Médio-MT, Brasil. Revista *Árvore*, Viçosa, v.37, n.1, p.119-128, jan./fev. 2013.
- [2] RIBEIRO, C. M.; BRUSTOLIN, L. T.; HAYAKAWA, E. H. Mapeamento da cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Paraná III a partir de técnicas de sensoriamento remoto. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, Vitória-ES, p.1-2, ago. 2014.
- [3] VAEZA, R.F et al. Uso e ocupação do solo a partir de imagens orbitais de alta resolução para estudo em bacia hidrográfica em área urbana. In: Anais do XIX Seminário de Pesquisa; Anais do XIV Semana de Iniciação Científica; 2008; Irati. Irati, PR: Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO; 2008.
- [4] TARDIN, A. T. et al. Subprojeto desmatamento: convênio IBDF/CNPq - INPE. São José dos Campos: INPE, 1992.
- [5] LEDA, V.c. et al. Uso do Solo na Sub-Bacia do Ribeirão da Prata, Lençóis Paulista - SP. *Nativa*, [s.l.], v. 2, n. 3, p.170-174, 28 set. 2014. Revista *Nativa*.<http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v02n03a08>.
- [6] HAYAKAWA, Ericson Hideki. Análise temporal da planície de inundação do alto rio Paraná (região de Porto Rico PR) através de dados de sensoriamento remoto. *Boletim de Geografia*, Maringá, v. 28, n. 1, p.115-126, 2010.
- [7] LANDIS, J. R; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.