

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA NO MAPEAMENTO DOS RESERVATÓRIOS EXISTENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NEGRO-RS

VIVIAN TEIXEIRA ALVES BRANCO¹; EVERTON DE ALMEIDA LUCAS²; CÉSAR HUEGEL RICH³; MAURICIO BEMFICA⁴; ALEXANDRO GULARTE SCHAFFER⁵

¹ Universidade Federal do Pampa – viviantabranco@gmail.com

² Universidade Federal do Pampa – evertoncerrito@gmail.com

³ Universidade Federal do Pampa – cesarhuegel@live.com

⁴ Universidade Federal do Pampa – mauriciobemfica@hotmail.com

⁵ Universidade Federal do Pampa - alexandro.schafer@unipampa.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O rio Negro é um dos principais rios do Uruguai, com uma bacia abrangendo uma área de aproximadamente 70714km². No Brasil o rio Negro é considerado um curso d'água de domínio da união, transfronteiriço. Segundo a divisão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (SERH-RS), a bacia do rio Negro (Figura 1) pertence a unidade hidrográfica U-80, abrangendo aproximadamente 3007km², o que corresponde 4,25% da área total da bacia.

A bacia se desenvolve no sentido nordeste-sudoeste até a fronteira com o território uruguaio, abrangendo parcialmente os municípios de Aceguá, Bagé, Candiota, Dom Pedrito e Hulha Negra. Está compreendida entre as coordenadas geográficas 31°08' a 31°50' de latitude Sul e 53°46' a 54°41' de longitude Oeste.

De acordo com DAEB (2007), os principais problemas encontrados atualmente na bacia do rio Negro-RS, estão relacionados com: ao déficit hídrico; aos efluentes industriais e domésticos provenientes das áreas urbanas; aos depósitos de resíduos; à extração de materiais nas margens e leitos dos cursos d'água; à ocupação de Áreas de Preservação Permanentes (APPs) por atividades rurais; à ocorrência de enchentes nas áreas urbanas.

Dentre os problemas existentes na bacia, o déficit hídrico apresenta destaque. Com isso, verifica-se a importância da compreensão e da previsão do comportamento hidrológico da bacia, na busca pela quantificação de sua disponibilidade hídrica. Um dos fatores que podem alterar a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica é a existência de reservatórios implantados para o armazenamento de água.

Atualmente, não existem dados atualizados sobre os reservatórios de água existentes na bacia hidrográfica do rio Negro, o que prejudica a compreensão do seu comportamento hidrológico. As imagens de satélite vêm sendo utilizadas para identificar e mapear os reservatórios de água para estudos do balanço hídrico em bacias hidrográficas. Para tanto, adotam-se técnicas de classificação supervisionada de imagens.

Existem diversos métodos de classificação supervisionada, a escolha do método pode influenciar nos resultados obtidos. Neste contexto, este estudo tem como objetivo principal comparar três métodos de classificação supervisionada para o mapeamento e a quantificação dos reservatórios existentes na bacia hidrográfica do rio Negro, a partir de imagens de satélite: o método da mínima distância, o método da distância de Mahalanobis e o método da máxima verossimilhança, aplicados.

2. METODOLOGIA

A Figura 1 apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Negro-RS nos municípios.

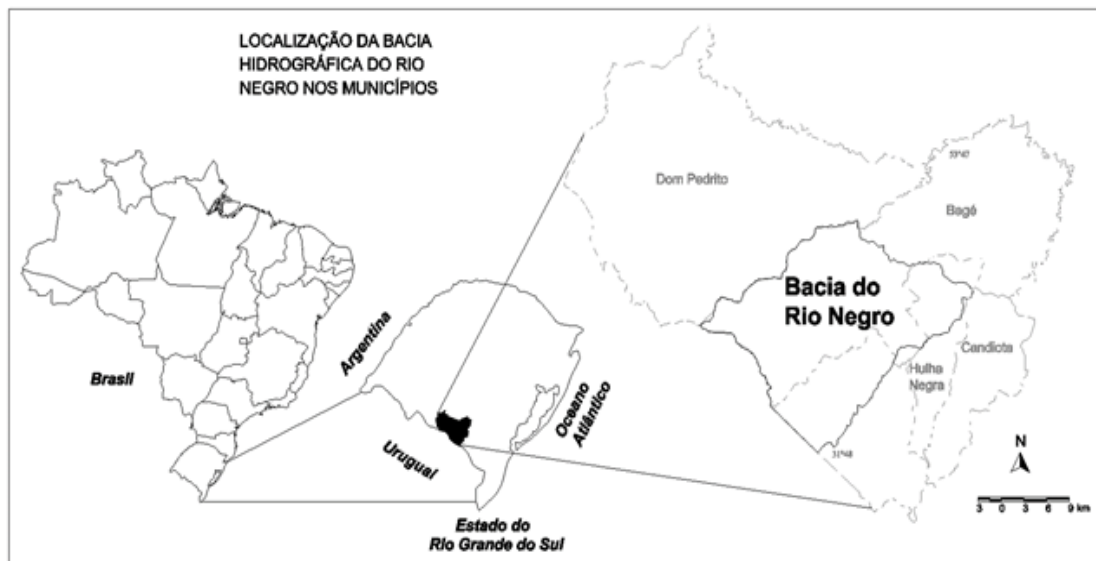


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica de estudo

O estudo comparativo entre os métodos de classificação supervisionada aplicados para o levantamento dos reservatórios da bacia hidrográfica do rio Negro, deu-se a partir da interpretação de imagens do sensor Operational Land Imager (OLI) do satélite Landsat 8. A metodologia utilizada no estudo é apresentada na Figura 2.

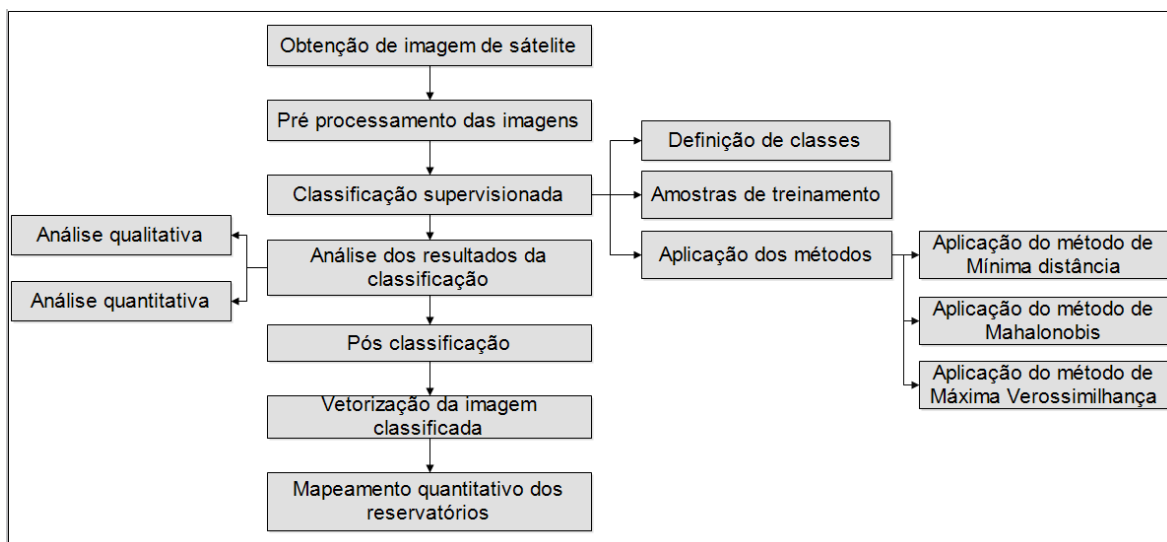


Figura 2: Metodologia adotada no estudo

As imagens foram obtidas considerando a área de abrangência de estudo, que compreende a cena do satélite Landsat 8, órbita 223 e ponto 82. Para seleção de imagens foram considerados alguns critérios como: áreas com mínima cobertura de nuvens e/ou sombras; período onde o nível dos reservatórios encontrava-se próximo ao seu nível máximo (agosto de 2013).

O pré-processamento da imagem selecionada deu-se pelo recorte das bandas 1,2,3,4,5,6,7, utilizando o software ENVI 5.0, a partir da área referente a bacia hidrográfica do rio Negro, utilizando como referência um arquivo vetorial das

bacias hidrográficas do estado do Rio Grande do Sul, disponibilizado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA).

O processo de classificação supervisionada aplicado para a detecção dos reservatórios foi realizado no software ENVI 5.0, consistindo em cinco etapas: (a) criação de arquivo de combinação RGB (4,5,3); (b) sobreposição de bandas; (c) definição das classes de interesse; (d) escolha das amostras de treinamento e e; (e) aplicação dos algoritmos de classificação. As classes de interesse definidas para este estudo foram: água, outros e borda. A classe “água” refere-se aos reservatórios, a classe “outros” as áreas que não são de interesse para este estudo, e a classe “borda” refere-se as áreas externas aos recortes das imagens.

A partir das classes de interesse, procedeu-se a aquisição das amostras de treinamento, a partir da combinação das bandas R4G5B3, com o objetivo de identificar áreas de coberturas que representassem as classes de interesse definidas. Em seguida foram aplicados três algoritmos de classificação supervisionada: mínima distância, distância de Mahalanobis e máxima verossimilhança (MaxVer).

Após a classificação, avaliou-se o grau de confiabilidade dos resultados obtidos por cada um dos métodos utilizados. Para tanto, foi realizada uma análise qualitativa e outra quantitativa dos resultados. Na análise qualitativa, foi realizada uma comparação entre a imagem original e a imagem classificada, visando verificar a coerência das classes com a realidade. Já na análise quantitativa, foram avaliados parâmetros gerados pela matriz confusão: medidas de exatidão do usuário, do produtor, a taxa de erro e o coeficiente Kappa. A imagem gerada pelo algoritmo que apresentou melhores resultados foi pós processada, para as classes e os ruídos gerados no processo de classificação.

Para quantificar os reservatórios, a imagem pós processada foi vetorizada e analisada em um software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Foi atribuído um identificador único a cada reservatório e calculou-se a área superficial ocupada por eles.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 (a), (b) e (c), mostra a imagem classificada utilizando os métodos de mínima distância, distância de Mahalanobis e máxima verossimilhança. Avaliando visualmente observou-se que o método máxima verossimilhança, mostrou melhor desempenho na definição das classes definidas.

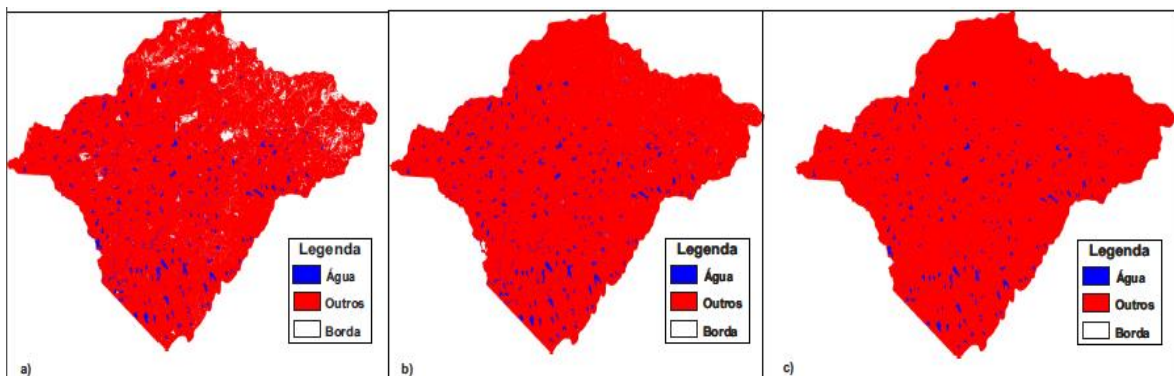


Figura 3: Classificação (a) mínima distancia; (b) mahalonabis; (c) verossimilhança

De forma quantitativa, analisando o coeficiente Kappa dado na Tabela 1, o desempenho dos três métodos mostram um grau de acerto classificado como excelente, conforme a escala proposta por LANDIS & KOCH. Contudo, o método

com maior confiabilidade nos parâmetros analisados foi o máxima verossimilhança, com coeficiente Kappa de 0,9956.

Parâmetro avaliado	Precisão do produtor			Precisão do usuário			Erro de omissão			Erro de inclusão			Coeficiente Kappa Geral
	Água	Outros	Borda	Água	Outros	Borda	Água	Outros	Borda	Água	Outros	Borda	
Método Distância Mínima	81.51	91.42	100	99.78	99.95	78.39	18.49	8.58	0	0.22	0.05	21,61	0,8678
Método distância Mahalanobis	93.87	99.71	100	99.8	99.91	94.08	6.13	0.29	0	0.2	0.09	5.91	0,9677
Máxima Verossimilhança	99.12	100	100	100	99.13	100	0.88	0	0	0	0.87	0	0,9956

Tabela 1: Parâmetros analisados

Diante dos resultados apresentados, utilizando a imagem processada pelo método máxima verossimilhança, a mesma foi pós processada e vetorizada para o levantamento do número e área dos reservatórios existentes na bacia do rio Negro. A partir da metodologia adotada e utilizando outras ferramentas de geoprocessamento, foi possível verificar que a bacia do rio Negro dispõe de 264 reservatórios que compreende a uma área de 82,234Km², o que compreende 2,73% da área total da bacia.

4. CONCLUSÕES

A partir dos testes realizados ao decorrer deste estudo, pode-se verificar a influência da escolha do método de classificação na precisão dos resultados, fator este que pode afetar diretamente no levantamento de reservatórios.

Através do método de classificação de máxima verossimilhança foi possível se determinar o número de reservatórios existentes na bacia hidrográfica do rio Negro, um dado até então inexistente na literatura. O estudo mostrou-se eficaz e relevante, resultando na primeira etapa da criação de um banco de dados para o monitoramento dos reservatórios, o que virá a apoiar futuros estudos de modelagem hidrológica na bacia hidrográfica do rio Negro-RS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LANDIS, J.R. e KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.

RSI (Research Systems, Inc). **ENVI User's Guide**. ENVI Version 4.2 August, 2005

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Editora da Unicamp. Campinas, SP: IG/Unicamp. 1993. 170p

Departamento de Água e Esgoto de Bagé – DAEB. **Caracterização e diagnóstico da bacia do rio Negro em Território Brasileiro-RS**. Contrato nº 004/2007. Bagé, 2007.