

## **MAPEAMENTO DOS RESERVATÓRIOS EXISTENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NEGRO-RS**

ALEXANDRO GULARTE SCHAFFER<sup>1\*</sup>, VIVIAN TEIXEIRA ALVES BRANCO<sup>2</sup>,  
ADALBERTO GULARTE SCHAFFER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dr. em Engenharia Civil, Unipampa, Bagé-RS. Fone: (53) 33113813, alexandro.schafer@unipampa.edu.br

<sup>2</sup> Discente/Eng. de Energias, Unipampa, Bagé-RS. Fone: (53) 33113813, viviantabranco@gmail.com

<sup>3</sup> Esp. em Engenharia Civil, Urcamp, Bagé-RS. Fone: (53) 32425523, ad.schafer@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** Este estudo apresenta os resultados do mapeamento e quantificação de água existentes na bacia hidrográfica do rio Negro, Rio Grande do Sul, Brasil, que abrange parcialmente os municípios de Aceguá, Bagé, Candiota, Dom Pedrito e Hulha Negra. Para tanto, técnicas de classificação supervisionada foram aplicadas, na imagem de satélite órbita/ponto 223/082, obtida pelo sensor OLI do satélite Landsat 8, no mês de agosto de 2013. A imagem foi classificada utilizando três métodos de classificação supervisionada: distância mínima, distância de Mahalanobis e máxima verossimilhança (Maxver), com o intuito de comparar os resultados obtidos, verificando a efetividade dos métodos em detectar os reservatórios de água na bacia hidrográfica do rio Negro. Os resultados foram analisados quantitativa e qualitativamente. O algoritmo Maxver mostrou os melhores resultados, obtendo coeficiente Kappa de 0,9956. A imagem classificada por este método foi pós-classificada, para eliminar ruídos e confusões entre classes. Finalmente, a imagem resultante do processo de pós-classificação foi vetorizada e a área de cada reservatório foi calculada. Como resultado, foram mapeados 264 reservatórios, que ocupavam uma área de 82,234 Km<sup>2</sup>, o que compreende 2,73% da área total da bacia hidrográfica do rio Negro-RS.

**PALAVRAS-CHAVE:** rio Negro-RS, sensoriamento remoto, reservatório de água.

### **MAPPING THE RESERVOIRS IN NEGRO RIVER WATERSHED**

**ABSTRACT:** This study presents the mapping and quantification of existing water reservoirs in the Negro river watershed/Rio Grande do Sul/Brazil, which covers partially the municipalities of Aceguá, Bagé, Candiota, Dom Pedrito and Hulha Negra. For this, were used remote sensing images (orbit/point 223/082), obtained by OLI sensor of Landsat 8 of August 2013, aggregate with supervised classification techniques. With the aim of verifying the influence of algorithms of image classification in detection of the reservoirs, the following methods of supervised classification were applied: minimum distance, Mahalanobis distance and maximum likelihood. The results were analyzed qualitatively and quantitatively. The method of maximum likelihood showed strongest results, obtaining Kappa index of 0.9956. The classified image from this method was post-classified to eliminate noise and confusion between classes. Finally, the resulting post-classified image was vectored and the area of each reservoir was calculated. As a result, 264 reservoirs were mapped, which occupy an area of 82,234Km<sup>2</sup>, which comprises 2.73% of the total area of Negro river watershed.

**KEYWORDS:** Negro river, remote sensing, water reservoir.

### **INTRODUÇÃO**

Os modelos hidrológicos do tipo chuva-vazão são ferramentas úteis na análise da disponibilidade de água em bacias hidrográficas (Collischonn et al., 2011). Uma dificuldade importante na aplicação deste tipo de modelo é a necessidade de definir valores de parâmetros do modelo com base em séries observadas de chuva e de vazão. Este processo é denominado de calibração do modelo hidrológico, e pode ser realizado utilizando procedimento manual ou automático

(Tucci, 2005). Em bacias com usos intensos da água, como significativas retiradas de vazão diretamente dos rios ou grandes alterações do regime hidrológico devidas à presença de reservatórios, as séries de dados de vazão utilizadas na calibração dos modelos hidrológicos e na avaliação da disponibilidade hídrica podem estar influenciadas pelas atividades humanas (Silans et al., 2000). Desta maneira, o conhecimento atualizado da existência e da localização dos reservatórios de água da bacia hidrográfica do rio Negro-RS é de considerável importância.

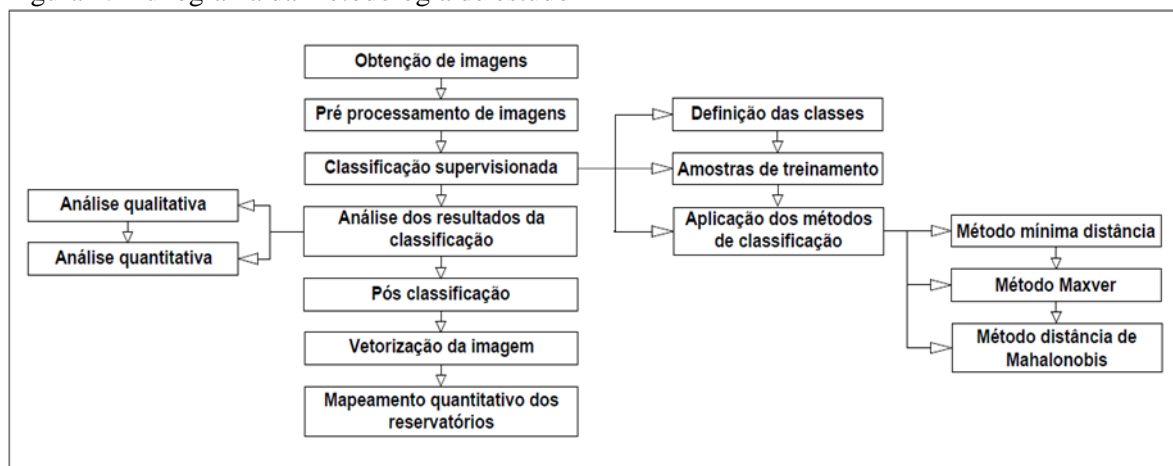
Atualmente o uso das técnicas de sensoriamento remoto, aliadas as imagens de satélite, vêm sendo cada vez mais utilizadas para a extração de informações relacionadas a cobertura superficial do terreno e ao mapeamento de recursos hídricos. A distinção dos diferentes materiais superficiais pode ser realizado por métodos de classificação de imagens, seja ela supervisionada ou não-supervisionada.

O presente estudo tem como objetivo principal mapear e quantificar os reservatórios de água existentes na bacia hidrográfica do rio Negro-RS, a partir de imagens do sensor OLI do satélite Landsat 8, no ano de 2013.

## MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado para o mapeamento e quantificação dos reservatórios existentes na bacia hidrográfica do rio Negro-RS está sintetizado no fluxograma apresentado na figura 1.

Figura 1: Fluxograma da metodologia de estudo



Fonte: Autoria própria

A primeira etapa do trabalho consistiu na obtenção da imagem do satélite Landsat 8. A cena correspondente a área da bacia hidrográfica do rio Negro-RS, está localizada na órbita 223, ponto 82. As imagens foram selecionadas no catálogo de imagens do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), considerando critérios como: área com mínima cobertura de nuvens e/ou sombras; período onde os reservatórios encontravam-se próximo ao seu nível máximo. A cena selecionada foi do mês de agosto de 2013.

De posse da imagem de satélite, foi realizado o recorte das cenas 1 a 7, com relação à área abrangida pela bacia. Para tanto, as bandas foram recortadas utilizando como referência um arquivo vetorial da bacia hidrográfica do rio Negro-RS, disponibilizado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA-RS).

A próxima etapa consistiu na classificação supervisionada, que foi realizada utilizando o método da máxima verossimilhança (MaxVer).

Durante a análise qualitativa, foi realizado uma comparação entre a imagem na composição R4G3B2 aliada as verdades terrestres e a imagem resultante do processo de classificação. Já na análise quantitativa, foram avaliados dados gerados pela matriz confusão de cada algoritmo (medidas de exatidão do usuário, do produtor, a taxa de erro) e o coeficiente Kappa. Os valores do coeficiente Kappa foram avaliados considerando os intervalos estabelecidos por Landis e Koch (1977).

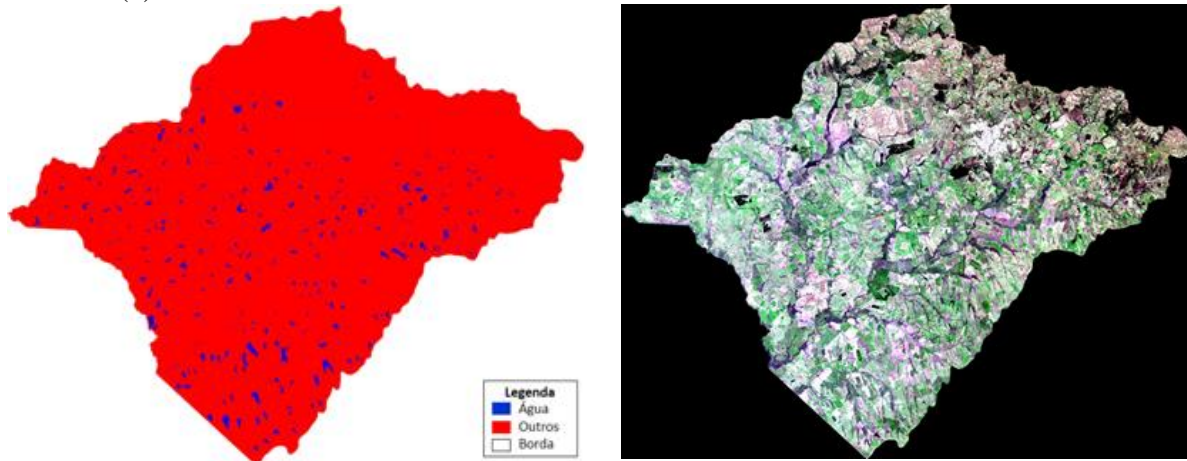
Em seguida, a imagem classificada foi pós-processada, utilizando uma rotina específica do software adotado no estudo, para a alteração de classes e/ou redução de ruído. Após o processo de pós-

classificação, a imagem foi vetorizada e editada utilizando um software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Neste, foi atribuído um identificador único a cada reservatório mapeado. Em seguida, calculou-se a área de cada reservatório, bem como a área total ocupada por todos os reservatórios na bacia hidrográfica do rio Negro-RS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, apresentam-se os resultados da classificação dos reservatórios da bacia hidrográfica do rio Negro-RS (2a) e a composição colorida R4G3B2, do recorte das cenas da área da bacia hidrográfica (2b).

Figura 2: Resultado da aplicação do métodos de classificação MaxVer (a) e a composição colorida R4G3B2 (b).



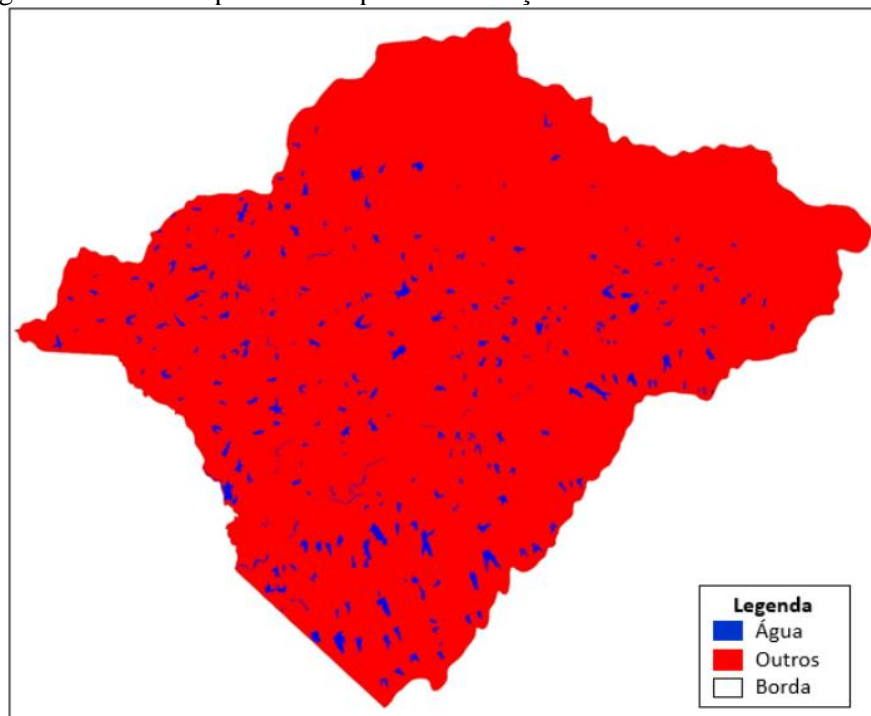
a)

b)

Fonte: Autoria própria.

Na classificação supervisionada utilizando o método MaxVer, obteve-se índice kappa de 0,9956. A imagem oriunda da pós-classificação é apresentada na figura 3.

Figura 3: Imagem resultante do processo de pós-classificação do método MaxVer



Fonte: Autoria própria.

Utilizando-se a metodologia apresentada no item 2, foi possível mapear 264 reservatórios na bacia hidrográfica do rio Negro-RS. Esses reservatórios ocupam uma área de 82,23 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 2,73% da área total da bacia. O arquivo vetorial dos reservatórios está disponível para visualização e consulta no SIGWeb da bacia hidrográfica do rio Negro-RS, que se encontra em fase de desenvolvimento, no seguinte endereço eletrônico: [lmsc.bage.unipampa.edu.br/i3geo](http://lmsc.bage.unipampa.edu.br/i3geo).

## **CONCLUSÕES**

O uso das técnicas de classificação supervisionada, aliada a outras tecnologias de geoprocessamento, possibilitou a localização e a quantificação dos reservatórios de água existentes na bacia do rio Negro-RS, de maneira automatizada.

O período no qual a imagem foi selecionada mostrou-se aconselhável para a aplicação do processo de classificação dos reservatórios, na área da bacia hidrográfica do rio Negro-RS.

Através do método de classificação de máxima verossimilhança foi possível 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.

A próxima etapa da pesquisa consiste na identificação do proprietário e do uso principal de cada reservatório mapeado, que será realizada com o apoio dos técnicos do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA).

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPERGS pelo incentivo através do auxílio financeiro referente ao edital pesquisador gaúcho (PqG) 2013 e PICMEL (2014).

## **REFERÊNCIAS**

- Collischonn, B; Paiva, R. C. D; Collischonn, W.; Meirelles, F. S. C.; Schettini, E. B. C; Fan, F. M. (2011). Modelagem hidrológica de uma bacia com uso intensivo de água: caso do rio Quaraí-RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.16:4, pp. 119-133, 2011.
- Crosta, A.P. (1993). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Editora da Unicamp. Campinas, SP: IG/Unicamp.
- Departamento De Água E Esgoto De Bagé – Daeb. (2007). *Caracterização e diagnóstico da bacia do rio Negro em Território Brasileiro-RS*. Contrato nº 004/2007. Bagé.
- Landis, J.R. E Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, Washington, v.33, n.1, p. 159-174.
- Ravanello, M. M.; Pante, A. R. (2013). Outorga de direito de uso de recursos hídricos em bacia carente de dados – Rio Negro-RS. *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Bento Gonçalves.
- RSI (Research Systems, Inc). (2005). *ENVI User's Guide*. ENVI Version 4.
- Tucci, C.E.M. *Modelos Hidrológicos*. Ed. UFRGS/ABRH, Porto Alegre, 2005.