TÉCNICA GEOBIA PARA IDENTIFICAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DO LEITO REGULAR DE CURSOS D'ÁGUA A PARTIR DE IMAGENS OBTIDAS POR RPA

Bruna Felix de Almeida [1], Edson Augusto Melanda [2]

[1]Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington, km 235 – São Carlos/SP e brunafelix@estudante.ufscar.br;
[2]Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington, km 235 – São Carlos/SP e melanda@ufscar.br

RESUMO

Os processos de ocupação do território pelo homem ocasionam alterações no uso do solo que impactam o meio ambiente e a vida da população. Como consequência tem-se a redução da vegetação nativa ao redor dos cursos hídricos, que interfere na qualidade e disponibilidade deste recurso. Diante dessas considerações o presente estudo teve como objetivo delimitar a borda da calha do leito regular de um curso d'água localizado no município de São Carlos – SP, por meio da técnica de imagem baseada em objeto geográfico utilizando imagens obtidas por aeronave remotamente pilotada. Os resultados encontrados apresentaram valor de índice Kappa e de exatidão global de 0.86 e 0.93 respectivamente, indicando que a classificação realizada foi considerada como "muito boa". Desta maneira, destaca-se que este estudo poderá contribuir para projetos futuros que pretendem calcular a largura dos cursos hídricos e realizar demarcações corretas das áreas de preservação permanente.

Palavras-chave **—** Sensoriamento Remoto, GEOBIA, Áreas de Preservação Permanente, RPA.

ABSTRACT

The processes of occupation of the territory by man cause changes in land use that impact the environment and the life of the population. As consequence, there is a reduction of native vegetation around water courses, which interferes with the quality and availability of this resource. Given these considerations, the present study aimed to delimit the edge of the regular bed of a watercourse located in the municipality of São Carlos - SP, through the image technique based on a geographic object using images obtained by remotely piloted aircraft. The results found showed a Kappa index value and global accuracy of 0.86 and 0.93 respectively, indicating that the classification performed was considered "very good". In this way, it is highlighted that this study can contribute to future projects that intend to calculate the width of water courses and carry out correct demarcations of permanent preservation areas.

Key words **—** *Remote Sensing, GEOBIA, Permanent Preservation Areas, RPA.*

1. INTRODUÇÃO

As apropriações do território com destaque para o crescimento populacional e a expansão de cultivos agrícolas, são ações que impactam o meio ambiente e a vida da população residente nestas localidades. Quando essas apropriações ocorrem sem um planejamento adequado do terreno, o principal objeto de mudança é a paisagem, onde ocorrem fenômenos como a fragmentação e articulação do espaço [1].

O ciclo hidrológico dos rios também sofre modificações em decorrência da permeabilidade dos solos e do desmatamento no entorno dos cursos hídricos. Desta maneira, se faz necessário um monitoramento acerca da preservação e conservação deste recurso [1]. Entre os marcos regulatórios que regem sobre a temática hídrica no país destaca-se o vigente Código Florestal – Lei n° 12.651/2012. A legislação vigente dispõe acerca da proteção de vegetação nativa, instituindo as chamadas Áreas de Preservação Permanentes (APPs) [2].

Entretanto, mesmo com a lei do vigente Código Florestal Brasileiro, aprovada pelo Congresso Nacional em 2012, ainda existem questões em aberto, como a falta de entendimento da lei em relação à delimitação correta da "borda da calha do leito regular". Essa falta de clareza, em relação a esse termo da lei, interfere diretamente nas demarcações das medidas corretas de APPs ao longo dos cursos hídricos, pois as dimensões delas variam de acordo com a largura do rio [3].

Para auxiliar na adequação e fiscalização dessas áreas, o monitoramento pode ser efetuado com o uso de do Sensoriamento Remoto (SR), que por meio das imagens aéreas, permitem subsidiar a gestão do território e o monitoramento ambiental, principalmente em atividades como acompanhamento das mudanças de cobertura do solo [4].

Adicionalmente, pode ser destacado o crescente uso das aeronaves remotamente pilotadas (Remotely Piloted Aircraft – RPA), as quais podem ser dotadas de sensores como câmeras filmadoras, fotográficas e multiespectrais. As vantagens no uso das RPAs estão na aquisição de imagens de alta resolução espacial, liberdade do operador para a obtenção de imagens em diferentes momentos, praticidade no planejamento e desenvolvimento de planos de voos e viabilidade para composição de base de dados temporais [4].

Evidenciado que o emprego das RPAs é promissor para a aquisição de dados geográficos, são necessários outros procedimentos para a apropriação das informações adquiridas.

Um dos métodos mais comuns é a técnica de vetorização manual sobre a tela, mas ela apresenta algumas problemáticas como: o alto gasto de tempo despendido no processo e a dependência da experiência profissional do intérprete [5].

Uma alternativa para o método mencionado acima, é a classificação semi-automática de imagens. Essa classificação oferece uma estrutura metodológica para interpretação de classes complexas definida por propriedades espectrais e espaciais, a qual denomina-se Análise de Imagem Baseada em Objeto Geográfico (GEOBIA) [6]. Nesta abordagem, não se analisa a imagem em sua parte menor - o pixel -, mas sim em um agrupamento de pixels que formam um objeto (segmento), o qual passa a conter atributos que melhor o define. Sendo assim, visando selecionar os atributos mais adequados e otimizar a classificação das regiões, apresenta-se a Mineração de Dados (MD) [7].

Neste contexto, o estudo justifica-se pelo uso da técnica GEOBIA aplicada em imagens obtidas com auxílio de RPA. Este trabalho pode contribuir para utilização de bases cartográficas de maneira mais rápida e eficaz, uma vez que propõe-se a delimitação das bordas do curso hídrico por método semi-automatico.

Este estudo teve como objetivo apresentar uma metodologia semi-automática para delimitar a borda da calha do leito regular de um curso d'água por meio da análise orientada a objetos geográficos (GEOBIA) sobre imagens de alta resolução obtidas por RPA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O trecho do curso d'água do rio Monjolinho, localizado na Bacia Hidrográfica do Monjolinho no Município de São Carlos – SP foi utilizado como área de estudo (Figura 1). O trecho possui uma extensão de 165 metros de comprimento e área total de 7.114m².

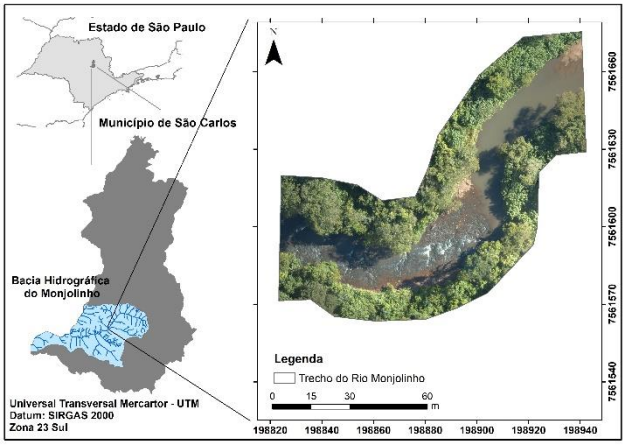


Figura 1: Localização da área de estudo, e o detalhe do trecho de curso d'água considerado.

2.2 Procedimento metodológico

Os procedimentos metodológicos iniciaram-se com o planejamento das atividades de campo, para esta etapa foi utilizado o aplicativo para dispositivos móveis Map Pilot da empresa norte americana Drone Made Easy. Esse aplicativo foi escolhido por ser de livre acesso, por permitir a definição dos parâmetros desejados para o voo e a realização sequencial dos levantamentos aéreos. O voo foi realizado entre as nove e onze horas da manhã, visto que a posição do sol pode interferir na qualidade visual das imagens. Para execução dos aerolevantamentos foram consideradas as seguintes características: Altitude dos voos: 120 metros; Sobreposição Longitudinal/Latitudinal: 80x80%.

Para o levantamento aéreo a RPA utilizada foi a DJI Phantom 4, esta aeronave é acessível para alunos do grupo de pesquisa do Núcleo de Geoprocessamento (NGEO) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Para aplicação da técnica GEOBIA foi utilizado o Software TerraView 5.6.3 e o plugin GeoDMA. O TerraView é um Software livre, capaz de manipular dados espaciais, imagens e regiões resultantes do processo de segmentação. O plugin GoeDMA foi utilizado para mineração dos dados, a partir de técnicas de aprendizado de máquina, que possibilita a extração de padrões dos objetos obtidos por segmentação.

Em termos operacionais, o GeoDMA é capaz de realizar extração e seleção de atributos e organização de árvores de decisão, por mineração de dados, por meio da exploração de características espaciais, espectrais e de vizinhança [8]. A aplicação da técnica GEOBIA se inicia com a segmentação da imagem (ortomosaico), sendo utilizado o algoritmo de crescimento de regiões. Essa etapa deve se adequar à realidade de cada estudo, sendo necessário encontrar os melhores parâmetros para segmentação da imagem em questão.

Finalizada a etapa de segmentação, iniciou-se a extração de atributos. O intuito desta etapa foi trabalhar com mineração de dados para auxiliar no processo de relacionamento dos atributos com a classificação da imagem. Para isto, foi utilizado o plugin GeoDMA no software TerraView 5.6.3. Para este estudo, foi utilizado a ferramenta "Feature Extraction" disponível no plugin, que é voltado à extração de características espectrais e espaciais, o qual integram dados matriciais (imagem) e vetoriais (segmentos).

Em seguida foi realizada a etapa de coleta de amostras na imagem, mas anteriormente estabeleceram-se as classes de uso e cobertura do solo, baseada na análise visual, e no conhecimento da área. Para isso, definiu-se 2 classes, sendo elas: Vegetação e Rio. A coleta de amostras foi realizada de maneira bem distribuída ao longo da área de estudo, buscando cobrir ao máximo a variabilidade interna das classes, coletando objetos da mesma classe com diferentes tons, formas e texturas.

Posteriormente, realizou-se a classificação. O intuito desta etapa foi rotular os objetos da imagem de acordo com as classes já pré-definidas, na qual foi aplicado o algoritmo

C5.0 Decision Tress, que utilizou amostras para estabelecer um conjunto de regras para classificação.

Por fim, a validação dos resultados, foi por intermédio da elaboração de um Mapa de referência, sendo este realizado por meio da vetorização manual e a aplicação do Índice Kappa proposto por [9]. Este índice é uma medida estatística, que avalia a exatidão das classificações (Tabela 1).

Valor do Kappa	Desempenho do classificador
0;8 < IK ≤ 1;0	Excelente
0;6 < IK ≤ 0;8	Muito bom
0;4 < IK ≤ 0;6	Bom
0;2 < IK ≤ 0;4	Razoavél
0;0 < IK ≤ 0;2	Ruim
IK ≤ *0*	Péssimo

Tabela 1. Níveis de desempenho do classificador.

Para aplicação deste índice, considerando a quantidade heterogênea no tamanho dos objetos que foram identificados, foi necessário realizar a padronização da área e o número de objetos. O intuito desta ação foi de obter uma mesma base de comparação entre as duas classificações. Sendo assim, considerou-se a resolução da imagem de 10cm/pixel.

Após executada a padronização das duas áreas foi realizado o cruzamento dos arquivos vetoriais. A tabela de dados resultante foi importada para o software R para determinação da matriz de confusão, cálculo do Índice Kappa e da Exatidão Global.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens obtidas com a RPA foram processadas no software Agisoft Metashape (versão teste), para a confecção do ortomosaico, apresentando uma resolução de 10cm/pixel. Posteriormente foi realizada a classificação manual e a semi-automática por meio da técnica GEOBIA (Figura 2).

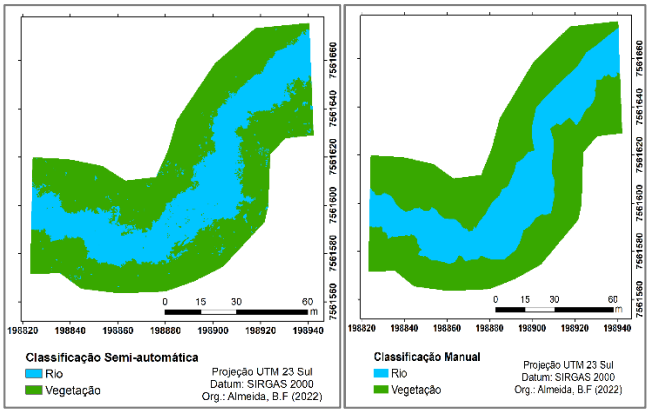


Figura 2: Resultado da classificação semi-automática e classificação manual.

Considerando a alta resolução espacial da imagem, foi possível realizar a vetorização manual dos alvos de maneira confiável, sem a necessidade de visitas de campo, para a elaboração do mapa de referência. Adotou-se duas categorias para os alvos: Vegetação e Rio, com área de 4.580m² e 2.534m² respectivamente. Em relação à classificação semi-automática com GEOBIA, obteve-se para a classe Vegetação 4.525m² e Rio com 2.589m² de área.

Em termos comparativos de áreas, os resultados obtidos com a aplicação da técnica GEOBIA foram significativamente próximos dos da vetorização manual. Para explorar em maiores detalhes as diferenças entre os métodos de classificação foi elaborada a Figura 3 com a intersecção dos resultados das duas classificações.

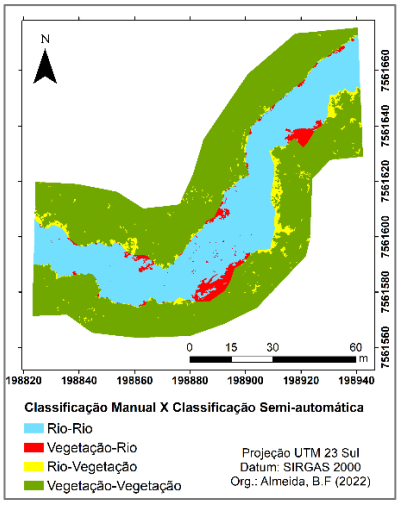


Figura 3: Interesecção dos resultados entre a classificação manual e a semi-automática.

A confusão representa as classes que deveriam ser um determinado tipo de cobertura, porém apresentaram outra classificação. Como é visto na Figura 3, onde era para ser vegetação a classe foi classificada como rio (Vegetação-Rio) e onde era para ser rio foi classificada como sendo vegetação (Rio-Vegetação).

Assim, as classes relacionadas à classificação que apresentaram confusão estão associadas a elevado número de objetos (polígonos): 208 para Vegetação-Rio e 437 para Rio - Vegetação. Apesar do número elevado de polígonos, nota-se que estas classes possuem uma baixa porcentagem da área, sendo 5.4% e 10.9% respectivamente. Isso indica que uma operação de remoção de artefatos sobre a imagem, após a etapa de classificação, tem potencial de conduzir a resultados ainda melhores.

Por outro lado, as classes que não apresentaram confusão estão associadas a menores quantidades de objetos: 93 para Vegetação-Vegetação e 48 para Rio-Rio. Sendo que apresentaram respectivamente 54.9% e 28.8% da área.

Para realizar a validação dos resultados foi necessário padronizar a área e o número de objetos. Neste caso, padronizando a imagem na resolução de 10cm/pixel, obteve-se um

valor de aproximadamente 711 mil objetos na área de estudo.

A Tabela 2 apresenta os valores referentes à resposta do comando "confusionMatrix" utilizado no software R aplicado às classes da área de estudo e os respectivos resultados de Índice Kappa e Exatidão Global.

Matrix de confusão		
	Rio	Vegetação
Rio	233242	20200
Vegetação	25681	432350
Índice Kappa	0.86	
Exatidão global	0.93	

Tabela 2. Valores encontrados na matrix de confusão dos objetos padronizados.

De acordo com a classificação proposta por [9], para o valor do Índice Kappa encontrado de 0.86 a classificação é considerada como sendo "muito boa", o que aponta um resultado satisfatório.

5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que as classes de cobertura que apresentaram confusão possuem, somadas, um percentual de apenas 16.3% em relação a área total, sendo que esse valor pode ser reduzido realizando uma remoção de artefatos sobre a imagem. Enquanto que as áreas que foram classificadas com exatidão em relação ao mapa de referência (classificação manual) apresentaram juntas um valor de 83,7% da área total.

Esse resultado é considerado satisfatório, visto que é corroborado pelo valor obtido pelo índice Kappa (0.86), indicando que a classificação realizada é considerada como sendo "muito boa". O índice de exatidão global encontrado para a classificação também valida a qualidade dos resultados obtidos, ao passo que o valor encontrado foi de 0.93 e quanto mais próximo de 1.0 melhor é a classificação.

Sendo assim, a metodologia semi-automática apresentada para delimitar a borda da calha do leito regular de um curso d'água se mostrou eficiente, ao passo que os resultados deste trabalho também serão uteis para embasar estudos futuros referentes ao cálculo de largura dos cursos hídricos e assim proporcionar corretas demarcações de APPs.

6. REFERÊNCIAS

[1] P. S. Araújo. Diagnóstico da supressão de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente contida no Código Florestal brasileiro de 2012. *Revista de Estudos Jurídicos*, v. 18, pp.18, 2015.

[2] Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em 14 de abril de 2022.

[3] K. Campagnolo, G. L. Slveira, and A. C. Miola, R. L. L. Silva. Área de Preservação Permanente de um rio e nalise da legislação de proteção da vegetação nativa. *Ciência Florestal*, v. 27, pp. 831-842, 2017.

[4] O. Thomas, C. Stallings, and B. Wilkinson. Unmanned aerial vehicles can accurately, reliably, and economically compete with terrestrial mapping methods. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, v. 8, pp. 57–74, 2020.

[5] MORGAN, J. L.; GERGEL, S. E.; COOPS, N. C. Aerial photography: A rapidly evolving tool for ecological management. *BioScience*, v. 60, n. 1, pp. 47–59, 01 2010.

[6] M. Hossain, D. Chen. Segmentation for Object-Based Image Analysis (OBIA): A review of algorithms and challenges from remote sensing perspective. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. v. 150, pp. 115-134, 2019.

[7] T. Blaschke. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Elsevier B.V., v. 65, pp. 2-16, 2010.

[8] T. S. Korting, L. M. G. Fonseca, G. Câmara. GeoDMA—Geographic Data Mining Analyst. *Computers & Geosciences*, v. 57, pp. 133-145, 2013.

[9] J. R. Landis, G. G. Koch. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, pp. 159-174, 1977.