

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NO SOFTWARE SPRING

Classification of images from unmanned aerial vehicles in SPRING software

Marco Aurélio da Silva Lira Filho¹, Mauro César de Brito Sousa² Bruna de Freitas Iwata³,

¹ Programa de Pós Graduação em Análise e Planejamento Espacial – MAPEPROF/IFPI
catce.202111pape0020@aluno.ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0001-5774-6469

² Programa de Pós Graduação em Análise e Planejamento Espacial – MAPEPROF/IFPI;
mauro.sousa@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-0650-6577

³ Programa de Pós Graduação em Análise e Planejamento Espacial – MAPEPROF/IFPI;
iwata@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-6465-9731

RESUMO: Imagens aéreas com alta resolução espacial possibilitam a obtenção de uma variedade de informações com elevado nível de detalhamento, que possibilitam a realização de vários tipos de mapeamentos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de classificadores supervisionados do tipo pixel a pixel e por região (Segmentação) em ortomosaicos produzidos por meio de RPA modelo Phantom 4 Pro, empregando o software SPRING versão 5.5.4. O ortomosaico analisado possui resolução espacial de aproximadamente 6 cm e representa uma área de cultivo de rizicultura localizada na foz do rio Longá no município de Buriti dos Lopes, região norte do Estado do Piauí. Foram aplicados os algoritmos de classificação Máxima Verossimilhança (Pixel por Pixel) e Bhattacharya (Região). Ambos os algoritmos se mostraram satisfatórios, porém apresentaram grande confusão entre as classes, o que foi atribuído à mistura espectral decorrente da altíssima resolução espacial das imagens.

Palavras-chave: Classificação. Ortomosaico. VANT. RPA.

ABSTRACT: Aerial images with high spatial resolution allow the obtaining of a variety of information and a high level of detail giving subsidy for the accomplishment of several mappings. The objective of this work was to evaluate the performance of supervised pixel-by-pixel classifiers and by region (Segmentation) in orthomosaics produced by RPA model Phantom 4 Pro using SPRING software version 5.5.4. The orthomosaic object of analysis has spatial resolution of approximately 6cm, representing a cultivation area of rizicultura located at the mouth of the river Longá in the municipality of Buriti dos Lopes, northern region of the State of Piauí. The maximum likelihood classification algorithms (Pixel by Pixel) and Bhattacharya (Region) were applied. Both algorithms were satisfactory but presented great confusion between the classes attributed to the spectral mixture resulting from the very high special resolution of the images.

Keywords: Classification. Ortomosaic. VANT. RPA.

1 Introdução

No contexto do avanço tecnológico das últimas décadas e a necessidade por informações rápidas e precisas, os RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada denominados também por VANT (Veículo Aéreo não Tripulado), representam uma importante alternativa na obtenção de informações e dados com grande riqueza de detalhes, sendo ferramentas tecnológicas que prestam um apoio significativo nos levantamentos de campo contribuindo para resultados rápidos, precisos e a baixo custo.

Os produtos gerados por técnicas de aerofotogrametria com VANTs, possibilitam a obtenção de uma variedade de informações dando subsídios para análises como: monitoramento de copas de árvores (Lima Neto et al., 2012); Monitoramento agrícola (Xiang e Tian, 2011); Produção de Mapas georreferenciados em alta resolução espacial (Bryson et al., 2010); Estimativa de índice de área foliar (Córcoles et al., 2013); Classificação da cobertura do solo (Perea et al., 2010).

Em Softwares para PDI – Processamento Digital de Imagens são encontrados robustos algoritmos para a classificação de imagens georreferenciadas. Um dos mais conhecidos é o SPRING que é um SIG *open source* desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (PDI) do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais que tem como foco o Processamento Digital de Imagens georreferenciadas.

Em suas ferramentas de classificação encontram-se robustos algoritmos para mapeamentos com técnicas não supervisionadas e supervisionadas de imagens. A obtenção de produtos georreferenciados de altíssima resolução espacial e a possibilidade de realizar técnicas de Processamento Digital de Imagens – PDI torna-se oportuno investigar o desempenho dos resultados dos algoritmos de classificação presentes no software SPRING para classificar imagens derivadas de RPA.

Nesse contexto, o presente artigo teve por objetivo avaliar o desempenho de classificadores supervisionados do tipo pixel a pixel e por região (Segmentação) em ortomosaicos produzidos por meio de RPA empregando o software SPRING 5.5.4.

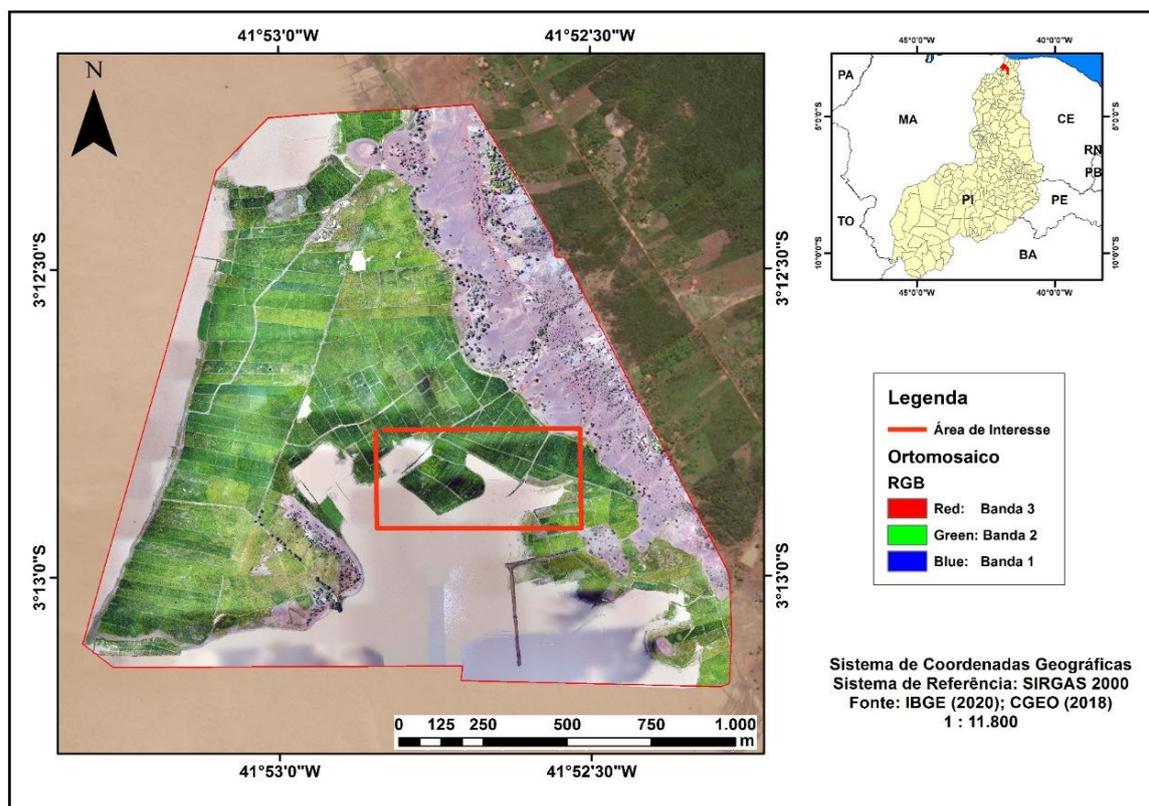
CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NO SOFTWARE SPRING

2 Material e métodos

2.1 Área de Estudo

Para fins de delimitação da área de estudo tem – se uma área de aproximadamente 50 ha de um ortomosaico geral que possui em torno de 300 ha representando cultivos de riziculturas (Figura 1) próximas à foz do rio Longá no município de Buriti dos Lopes, região Norte do Estado do Piauí.

Figura 1 – Localização Geográfica da Barragem do Bezerra – José de Freitas -PI



Fonte: Autores (2021)

2.2 Plano de voo

O aerolevanteamento foi realizado no dia 03 de setembro de 2018 fazendo uso de uma RPA Multirotor modelo DJI Phantom 4 Pro dotado de uma câmera digital RGB de 20 megapixels. A execução do aerolevanteamento foi realizada a uma altura de 200 metros com sobreposição lateral de 60% e longitudinal de 80% o que possibilitou a obtenção de imagens com altíssima resolução espacial de 3,0 centímetros por pixel.

2.3 Processamento dos dados e construção do ortomosaico

Para o processamento, aerotriangulação das imagens e geração do ortomosaico, foi utilizado o software Pix4D 4.4.12 com licença registrada para o CGEO - Centro de Geotecnologias Fundiária e Ambiental do Piauí. Sendo os dados do aerolevanteamento processados em *Workstation* com 64 GB de memória RAM e sistema operacional com arquitetura de 64 bits. Tal configuração computacional mostrou-se extremamente eficaz tendo um grande ganho de produtividade durante toda a etapa de processamento dos dados.

2.4 Classificação e interpretação estatística

Obtido o ortomosaico, realizou-se um pré-processamento em ambiente SIG do software SPRING 5.5.4 que consistiu no recorte da área de interesse e aplicação de filtro passa baixa com máscara de 7x7. Após a fase de pré-processamento, com base na definição de uma chave de interpretação, foram definidas 7 classes de classificação que correspondem a: Água (Azul escuro), Área Drenada (Azul claro), Rizicultura Saudável (Verde Escuro), Rizicultura Acometida (Verde Claro), Vegetação Arbórea, (Amarelo), Solo Exposto (Marrom Claro), Sombra (Marrom escuro) Figura 2.

A última etapa consistiu na classificação da imagem de interesse utilizando os algoritmos de classificação supervisionada de Máxima Verossimilhança (Pixel por Pixel) e Bhattacharya (Região) possibilitando uma interpretação estatística e visual dos dados gerados.

Na classificação supervisionada por meio do algoritmo de Estimativa de Máxima Verossimilhança (EMV), para cada classe foi definida um espaço amostral de 10 amostras conforme demonstrado na figura 2.

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NO SOFTWARE SPRING

Figura 2 – Espaço Amostral sugerido a partir do algoritmo de EMV



Fonte: Autores (2021)

Para a classificação por meio do algoritmo de Bhattacharya, utilizou-se da técnica de segmentação com similaridade de 40 e área de 200. Este valor foi atribuído depois de sucessivos testes para encontrar uma segmentação que mais se adequasse à interpretação dos elementos presentes na imagem.

3 Resultados

Para a classificação por meio do algoritmo de Máxima Verossimilhança com limiar de 100% (Todos os pixels serão classificados) obteve-se como resultados um desempenho geral de 99.06 % e uma confusão média de 0,94%. Para esta classificação os resultados percentuais entre a exatidão do produtor e a exatidão do usuário são semelhantes, exceto para as classes Água, com uma diferença de 39.06% e a de Área Drenada com 14.37% (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados da exatidão do Classificador de Máxima Verossimilhança

CLASSES	EXATIDÃO	EXATIDÃO
	DO PRODUTOR	DO USUÁRIO
Rizicultura Saldavel	99,66%	97,96%
Rizicultura Acometida	99.69%	97.92%
Água	58.62%	98.22%
Vegetação Arbórea	99.95%	99.74%
Solo Exposto	99.99%	98.38%
Área Drenada	84.01%	98.38%
Sombra	98.57%	97.58%

Fonte: Autores (2021)

Na imagem classificada (Figura 4) pelo algoritmo de máxima Verossimilhança, verificou-se uma confusão entre as áreas de Solo Exposto (Marrom claro) que representam os limites dos campos de rizicultura com a classe de Vegetação Arbórea (Amarelo). Para a classe de Sombra o mapeamento mostrou-se eficaz.

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NO SOFTWARE SPRING

Figura 4 – Classificação Máxima Verossimilhança com limiar de 100%



Fonte: Autores (2021)

Um importante parâmetro para a avaliação da acurácia de um mapeamento é o coeficiente Kappa que é calculado a partir do uso de uma matriz de confusão. Esta, por sua vez, é gerada após a verificação dos resultados obtidos na classificação digital. (ANTUNES, A. F. B. & LINGNAU, C. O, 2004). Para a classificação por meio do algoritmo de Máxima Verossimilhança o índice Kaappa teve um resultado de 98 %.

A classificação por meio do algoritmo de Bhattacharya é resultante da aplicação da técnica de segmentação com similaridade de 40 e área de 200 (Figura 5). Este valor foi atribuído depois de sucessivos testes para encontrar uma segmentação que mais se adequasse à interpretação dos elementos presentes na imagem.

Assim como na classificação por Máxima Verossimilhança, na classificação por meio do algoritmo de Bhattacharya (Figura 6) ocorreu uma confusão entre as classes de solo exposto (Marrom claro) que representam os limites dos campos de rizicultura com a classe

Marco Aurélio da Silva Lira Filho, Mauro César de Brito Sousa, Bruna de Freitas Iwata,

de Vegetação Arbórea (Amarelo). As áreas de sombra foram mapeadas adequadamente. Porém, nesta classificação a textura das classes tornaram-se mais homogêneas.

Figura 5 – Segmentação obtida por meio do algoritmo Bhattacharya



Fonte: Autores, 2021

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NO SOFTWARE SPRING

Figura 6 – Classificação Bhattacharya



Fonte: Autores (2021)

A imagem classificada pelo método algoritmo de Máxima Verossimilhança com limiar de 100% foi satisfatória. Tal conclusão é advinda dos resultados do índice Kappa que com um valor de 98% enquadra-se no grau excelente (MAMGABEIRA et al 2003).

A confusão entre as classes de solo exposto nos limites dos campos de rizicultura com a classe de vegetação arbórea, aparentemente atribui-se à elevada mistura espectral registrada nos limites dos campos de rizicultura. Essa confusão apresentada em ambos dos algoritmos de classificação utilizados, foi minimizada por meio da técnica de filtragem que contribuiu para amenizar os erros de classificação na medida que suaviza e atenua as altas frequências que correspondem às transições abruptas, minimizando ruídos, porém com um efeito de borramento da imagem (ANTUNES, A. F. B. & LINGNAU, C. O, 2004).

No tocante á classificação resultante do algoritmo de Bhattacharya as classes apresentaram uma textura mais lisa, resultante do processo de classificação por região que utiliza não somente a informação espectral de cada pixel, mas também a relação espacial entre seus vizinhos tendo como objetivo reconhecer áreas homogêneas unindo as áreas com a mesma textura (ANTUNES, A. F. B. & LINGNAU, C. O, 2004).

Ambos os algoritmos apresentaram classificações satisfatórias na medida que mapearam os principais elementos presentes na imagem, porém a classificação realizada pelo algoritmo de Bhattacharya teve um melhor resultado, pois além de apresentar uma textura mais lisa o que melhora a qualidade do mapeamento cartográfico temático, a classificação apresentou, visualmente, uma menor confusão se comparada à classificação limitada a análise pixel por pixel.

Por conta da alta resolução espacial que implica em uma elevada variação espectral, classificadores que tem por base apenas as diferenças nos valores de pixel, apresentam uma grande confusão decorrentes, sobretudo da alta taxa de mistura espectral. Segundo Disperati (2007) em imagens de alta resolução espacial é necessário o uso de classificadores que além da informação espectral incluam também regras de classificação que incluam informações como padrão, forma, brilho e traga também menções na literatura sobre o porquê do algoritmo de Bhattacharya se sobressair.

4 Considerações Finais

A classificação supervisionada em imagens de alta resolução obtidas por RPAs, utilizando os classificadores de Máxima Verossimilhança e de Bhattacharya, apresentaram desempenho satisfatório. Porém, a elevada mistura espectral decorrente da altíssima resolução espacial originou uma confusão entre as classes de solo exposto nos limites dos campos de rizicultura, com a classe de vegetação arbórea. Para classificações mais eficientes em imagens obtidas por RPAs, recomenda-se o uso de técnicas de classificação orientada a objetos que incluam regras de decisão para realizar a classificação.

A implementação de regras de decisão como definição de brilho, formas e relações topológicas para a classificação de uma imagem de altíssima resolução espacial, podem ser realizadas em soluções robustas de softwares de PDI como o Ecognition, Envi e cabe ressaltar o software INTERIMAGE que é desenvolvido pelo INPE e com disponibilidade de uso de forma gratuita.

É importante destacar que o conhecimento do intérprete acerca dos alvos que serão classificados, independentemente do método a ser usado, ainda é fundamental para o sucesso e acurácia de uma classificação.

REFERÊNCIAS

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NO SOFTWARE SPRING

ANTUNES, A. F. B.; LINGNAU, C. **O uso de índices de acurácia para avaliação de mapas temáticos obtidos por meio de classificação digital.** Centro integrado de estudos em geoprocessamento. Curitiba, [S.I.], 1997. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~felipe/master.pdf>> Acesso em: 07 out. 2018.

BRYSON, M.; REID, A.; RAMOS, F.; SUKKARIECH, S. Airborne vision-based mapping and classification of large farmland environments. **Journal of Field Robotics**, Sydney, v. 27, n. 5, p. 632-655, abril. 2010

CORCOLES, J.I.; ORTEGA, J.F.; HERNADEZ, D. MORENO, M.A. Estimation of leaf area index in onion (*Allium cepa* L.) using an unmanned aerial vehicle. **Biosystems Engineering**, Greece, v. 115, n. 1, p. 31-42, mai. 2013.

DISPERATI, A.A.; SANTOS, J.R.; OLIVEIRA Filho, P.C.; NEEFF, T. Aplicação da técnica “filtragem de locais máximas” em fotografia aérea digital para a contagem de copas em reflorestamento de *Pinus elliottii*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n 76, p 45-55, dez. 2007

LIMA NETO, E.M.; BIONDI, D.; ARAKI, H.; BOBROWSKI, R. Fotografias aéreas para mensuração da área de copa das árvores de ruas de Curitiba–PR. **Revista Floresta**, Curitiba – PR, v. 42.; n. 3, p 577-586, jul. 2012

MANGABEIRA, J.A.C.; AZEVEDO, E.C.; LAMPARELLI, R.A.C. Avaliação do levantamento de uso das terras por imagens de satélite de alta e média resolução espacial (Comunicado técnico), **Embrapa, Campinas – SP**, v. 11: p 1-15, dez. 2003

XIANG, H.; TIAN, L. Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV), [S.I.] **Biosystems engineering**, v. 108 n. 2, p 174-190, fev. 2011.