DOI: 10.22411/rede2016.1001.05

REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA ISSN: 1982-5528

Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br Fortaleza, BRA

SELEÇÃO DE TÉCNICAS DE CLASSIFICAÇÃO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS DERIVADAS DE VANT NA ANÁLISE AMBIENTAL DE ÁREA DE CERRADO

Techniques selection for classification of aerial images unmanned aerial vehicle derived more appropriate for environmental analysis of Cerrado

Fabiana Carolina Melo da Silva1
Normandes Matos Silva2
Anny Keli Aparecida Alves Cândido3

RESUMO:

O presente artigo tem como objetivo testar técnicas de classificação de fotografias aéreas de alta resolução espacial, provenientes de um veículo aéreo não tripulado (VANT), com foco na analise do uso e cobertura do solo em ambiente de cerrado. A área de estudo situa-se no município de Campo Verde, Mato Grosso. A fotografia aérea utilizada possui resolução espacial de aproximadamente 10 cm. Utilizou-se técnicas de classificação supervisionada e classificação não supervisionada. A classificação supervisionada por região (segmentação), com grau de similaridade 20 e área 200, apresentou o melhor resultado de acordo com a análise de cluster (correlação de 94%), quando comparada com mapa resultante de fotointerpretação. O resultado da pesquisa representa importante subsídio, em termos de geração automatizada de mapas temáticos, para planejadores ambientais atuarem na fiscalização, monitoramento e perícia ambiental, principalmente em extensas áreas degradadas. Os dados da pesquisa podem ser utilizados para protocolos de avaliação de habitat, auxiliando na consolidação do atual Código Florestal Brasileiro.

Palavras-chave: SIG; Vant; Planejamento territorial.

ABSTRACT:

The research tested photographs classification techniques with high spatial resolution, from an unmanned aerial vehicle (UAV) fixed wing, focusing on the analysis of land use in cerrado environment. The study area is located in the Campo Verde, Mato Grosso. The aerial photography used has a spatial resolution of approximately 10 cm. We used supervised classification techniques and unsupervised classification. The supervised classification by region (segmentation) with degree of similarity and 20 area 200, showed the best result according to the cluster analysis (correlation of 94%) compared with the result of photo-interpretation map. The search result is important benefit in terms of automated thematic maps, environmental planners to act in monitoring, environmental monitoring and expertise, especially in large degraded areas. In addition, survey data can be used for habitat assessment protocols, which collaborate with the consolidation of the current Brazilian Forest Code.

Keywords: GIS; Vant; Territorial planning.

[1] Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental, pesquisadora do Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UFMT/CUR. fabis.carol@hotmail.com

[2] Doutor em Ecologia, Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal do Mato Grosso – UFMS, campus Rondonópolis. normandes@pq.cnpq.br

[3] Bióloga e Mestre em Engenharia Agrícola, Doutoranda em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal do Matogrosso do Sul - UFMS. hannykeli@gmail.com

INTRODUÇÃO

Devido à expansão territorial desordenada das atividades agropecuárias, a cobertura vegetal nativa que compõe as áreas de preservação permanente (APP), estão sendo alteradas e degradadas, causando uma série de perturbações como o assoreamento de corpos hídricos (SANTOS et al., 2006).

Fujihara (2002) alertou para a necessidade da recuperação das áreas degradadas e a consequente adequação das propriedades rurais, com a adoção de procedimentos que visem à exploração de recursos naturais sustentada em premissas técnicas e científicas.

Visando a fiscalização e o monitoramento de ambientes protegidos pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012), as geotecnologias surgem como um importante suporte, pois considera elementos de sensoriamento remoto e geoprocessamento para a geração, armazenamento, manipulação e divulgação de dados ambientais espacializados, permitindo compreender o uso da terra em tempo muito mais hábil do que outras metodologias (JENSEN, 2009).

O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT), representa um evidente avanço das geotecnologias no século XXI, pois agrega mais dinamismo na geração de variados dados obtidos por sensores embarcados em pequenas aeronaves. Os VANT, ou *drones*, como são popularmente conhecidos, estão revolucionando pesquisas e serviços técnicos, no âmbito da agricultura de precisão e meio ambiente, proporcionando produtos (imagens sintéticas ou multiespectrais) com alta resolução espacial e temporal (LONGHITANO, 2010; CÂNDIDO et al, 2015)

A diversidade e sofisticação envolvidas na criação dos VANT são evidentes, principalmente no âmbito da aeronáutica, satélite, navegação inercial, visão computacional, robótica, sensores e fotogrametria (COLOMINA e MOLINA, 2014). Grande parte dos modelos comerciais de VANT, assim como os desenvolvidos no âmbito acadêmico utilizam câmeras digitais convencionais (RGB).

A maioria dos monitoramentos ambientais realizados a partir de fotografias aéreas envolve a quantificação de áreas e mapeamento de uso e ocupação do solo por meio de fotointerpretação, que é um processo demorado e que demanda acurada técnica. O volume e qualidade destas informações está diretamente ligada a experiência e conhecimento do fotointérprete (PARANHOS FILHO et al, 2016).

Visando reduzir o tempo de geração de dados e facilitar a análise de pequenas áreas e feições diminutas, o presente trabalho apresenta resultados de testes relacionados a diversas rotinas de classificação automática, supervisionada e não supervisionada, executadas em sistema de informações geográficas (SIG), que representam rotinas mais ágeis que a fotointerpretação.

O objetivo foi o de testar diferentes procedimentos de classificação supervisionada e não supervisionada executadas a partir de Sistemas de Informações Geográficas e identificar as potencialidades das fotografias aéreas para auxilio em monitoramento ambiental, num curto intervalo de tempo.

MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

Área de Estudo

O município de Campo Verde ocupa uma área de 481,12 Km², está localizado a 127 km de Cuiabá, apresentando uma altitude média de 736 metros acima do nível do mar . As fisionomias vegetais nativas que predominam na área de estudo, correspondem ao domínio

fitogeográfico do Cerrado. Mais precisamente, a área de estudo está situada às margens do rio São Lourenço, que nasce no planalto (Bacia do Alto Paraguai) e deságua no Pantanal Mato-grossense (CHECOLI, 2012).

Aquisição de fotografia aérea e georreferenciamento

A fotografia aérea utilizada neste trabalho provem de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) do modelo Tiriba, que sobrevoou e registrou o setor de cabeceiras do rio São Lourenço, em Campo Verde, Sudeste de Mato Grosso em junho de 2011. A missão abrangeu uma área de aproximadamente 180 hectares, pertencente a três propriedades rurais, que lidam com agricultura altamente mecanizada (soja, milho e algodão).

O VANT Tiriba (Figura 01) é uma aeronave elétrica que possui operação autônoma, e conta com câmera fotográfica de alta definição. Suas aplicações principais concentram-se na área de defesa civil, monitoramento ambiental e agrícola. Para a missão foram definidos os seguintes parâmetros para aquisição das fotografias aéreas (Quadro 01).



Figura 01 - veículo aéreo não tripulado de asa fixa, modelo Tiriba em procedimento de voo.
(FONTE: INCT-SEC,2013)

Quadro 01 - Dados de missão de voo planejada no sistema do VANT Tiriba

Parâmetros	Dados de missão de voo
Distancia focal da câmera	6mm
Recobrimento vertical	40%
Recobrimento horizontal	60%
Tipo de missão	Mosaico de imagens
Resolução espacial	10 cm
Altura de voo (do solo)	290 m
Velocidade média	100Km/h
Tempo de aquisição por foto	6.5s

A câmera utilizada para aquisição das fotografias foi uma *Canon Power Shot S95*, com resolução de 3648 x 2736, sensor 1/1.7, 10 *Megapixel* CCD (*Charged Couple Device*), lente de 28 – 105 milímetros (35 mm equivalente), f = 6.0 – 22.5 mm, zoom ótico 3.8x e f2. 0-4.9 (AGX, 2013).

O estudo utilizou, para fins de testes de classificação, um arquivo correspondente a uma fotografia aérea com resolução espacial de 10 cm, em formato TIFF, com uma área útil de recobrimento de dados próximo dos 45%. Considerou-se que esses testes poderiam ser realizados em apenas uma imagem, desde que a mesma apresente diversas feições ambientais que se repetem em outras áreas recobertas pela missão de voo. A imagem selecionada apresentou seis classes de cobertura solo.

Para o georreferenciamento da imagem foram utilizados 15 pontos de controle retirados da plataforma *Google Earth*® (*Google*, 2013) e distribuídos de forma homogênea na área da fotografia, a fim de diminuir distorções. Com o auxílio do SIG - *ArcGis* as coordenadas de cada ponto eram atribuídos aos seus homólogos na imagem. O sistema de projeção utilizado foi o UTM e o *datum* adotado foi SIRGAS 2000 zona 21 Sul.

Fotointerpretação

Para que se estabelecesse uma referência de classificação considerada ideal, para posterior comparação com os testes de classificação automática, a fotografia aérea foi classificada por fotointerpretação, sendo que nesse caso, as diferentes classes de uso, foram delimitadas visualmente, a partir de vetorização, no programa *ArcMap*, pertencente ao *ArcGis* (ESRI, 2010).

Na classificação da fotografia aérea por fotointerpretação, as classes de uso do solo (vegetação arbórea e rasteira, corpo hídrico, solo exposto, agricultura, área degradada) foram previamente definidas e as feições de cada classe foram vetorizadas (quadro 02).

Quadro2. Critérios de classificação para fotointerpretação.

CLASSE	DEFINIÇÃO	COR (COMPOSIÇÃO SINTÉTICA RGB)	TEXTURA	FORMA E TAMANHO
Vegetação arbórea	Corresponde aos remanescentes de vegetação de porte arbóreo.	Variações diversas de verde (predomínio de verde escuro a verde médio)	Intermediária a rugosa	Formas irregulares.
Vegetação rasteira	Representada pelas áreas cobertas por vegetação predominantemente nativa de ciclo perene e anual.	Verde (variando de tons próximo a tons médios e claros). Há presença da cor bege a marrom que evidencia o solo exposto.	lisa a pouco rugosa	Formas irregulares.
Agricultura	Parcela de solo preparado para plantio ou já cultivada em estádio inicial de crescimento.	Varia de marrom claro-esverdeado, a marron claro-médio	Lisa	Formas regulares
Água	Composto por corpos hídricos represados ou não	Azul esverdeado (tons médios e claros)	Lisa	Formas irregulares e regulares
Solo Exposto	Parcela de solo preparado para plantio ou já cultivada em estádio inicial de crescimento áreas de pós – colheita e solo exposto.	Varia de marron claro-esverdeado, a marron claro-médio	Textura lisa	Formas irregulares; tamanhos variando de médio a grande
Área degradada*	Representado por área com solo descoberto e sinais de processos erosivos e presença de queimada ou resíduos diversos	Tons que variam da cor bege ao marrom.	Intermediária a rugosa	Formas irregulares

*Na presente pesquisa ambientes alterados (que possuem resiliência) e degradados (com baixa ou nula resiliência) foram considerados como áreas degradadas.

Em seguida, o mosaico de polígonos que representava as formas de uso e cobertura dos solos foi convertido em um mapa de classes de uso das terras. Após delimitar as classes de interesse foi realizado o cálculo da área de cada classe para confrontar com a área das classificações automática.

Classificações automatizadas

Na classificação supervisionada pixel a pixel, no SIG SPRING, versão 4.3 (Câmara, 1996) foram extraídos polígonos de diferentes classes de uso da terra e posteriormente analisados para eliminar as confusões geradas durante o treinamento. Em seguida foi escolhido o algoritmo MAXVER (Máxima Verossimilhança), o qual classifica a imagem por *pixels*, analisando-as isoladamente e mapeando-as para uma classe baseada no seu valor (SILVA, 2008).

Na classificação não supervisionada por pixel a pixel, no SPRING, a fotografia aérea utilizada foi carregada no formato monocromático e a classificação foi estabelecida no menu contraste, com operação linear, utilizando fatiamento normal e o numero de fatias era também o de classes.

Em relação aos testes de classificação por região no SPRING, a fotografia aérea passou por um processo chamado de segmentação. Esse processo de segmentação de imagens tem por objetivo fragmentar uma região, em unidades homogêneas. A partir daí são agrupados os pixels com valores de similaridade inferiores ao limiar definido pelo usuário, baseado em um teste de hipótese estatístico realizado com as médias entre as regiões. Há um limiar de agregação (tamanho mínimo aceitável para uma sub-região), definido também pelo usuário (INPE, 2013; ALMEIDA-FILHO & CARVALHO, 2007).

Foram realizados centenas de testes de segmentação para a fotografia aérea com diferentes atribuições de área e similaridade. Os valores definidos *a priori* variaram de 10 para o parâmetro área e 200 em termos do parâmetro similaridade de pixels.

No SIG *ArcGis* (ESRI, 2010) o processo adotado é parecido. A diferença se deu na aquisição das amostras (no SPRING é chamada de treinamento), sendo que no *ArcGis* é gerado um arquivo vetorial na extensão *shapefile* onde são criados polígonos nos locais em que se deseja coletar as amostras. Posteriormente, a partir do arquivo vetorial cria-se assinaturas (*Create Signatures*), as quais foram utilizadas em um segundo momento para realizar a classificação (*Maximum Likelihood Classification*).

A diferença da classificação supervisionada para a não supervisionada é que esta ultima não necessita de conhecimento prévio da área de estudo. Para prosseguir a classificação não supervisionada utilizam-se assinaturas obtidas de forma automática. Nesse tipo de classificação, informa-se o número de classes desejadas (*Iso Cluster*), para o processamento do arquivo de imagem. Assim, o ArcGis cria assinaturas, que posteriormente foram utilizadas para a realização da classificação (*Maximum Likelihood Classification*). Posteriormente, a fotografia classificada foi convertida para o formato *shapefile* e as classes geradas automaticamente foram nomeadas.

Em seguida, com as áreas de cada classe em metros quadrados, foi realizada análise de Cluster no programa estatístico *Paleontological Statistics*-PAST (Hammer et al., 2003) a partir do método de distância euclidiana. O algoritmo utilizado foi grupo emparelhado comparando a áreas de cada classificação, a fim de encontrar o teste de classificação que mais se aproximou do mapa de classes de uso das terras gerado por fotointerpretação (CANDIDO, 2015). Para fins de comparação optou-se por utilizar a variável área de cada classe para se estabelecer o grau de similaridade entre os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa de uso e cobertura do solo derivado de fotografia aérea (Figura 2A) e gerado por fotinterpretação (Figura 02B) representou a referência para fins de comparação entre o que é considerado uma realidade terrestre e os resultados das classificações automatizadas. Para estudos de mapeamentos temáticos obtidos por meio de classificação de imagens orbitais e suborbitais, reconhece-se que a fotinterpretação representa uma técnica consistente, porém demanda mais esforço e tempo, principalmente para áreas maiores e que apresentem muitas classes distintas, de formas irregulares e divididas em áreas muito pequenas (PARANHOS FILHO, 2016).

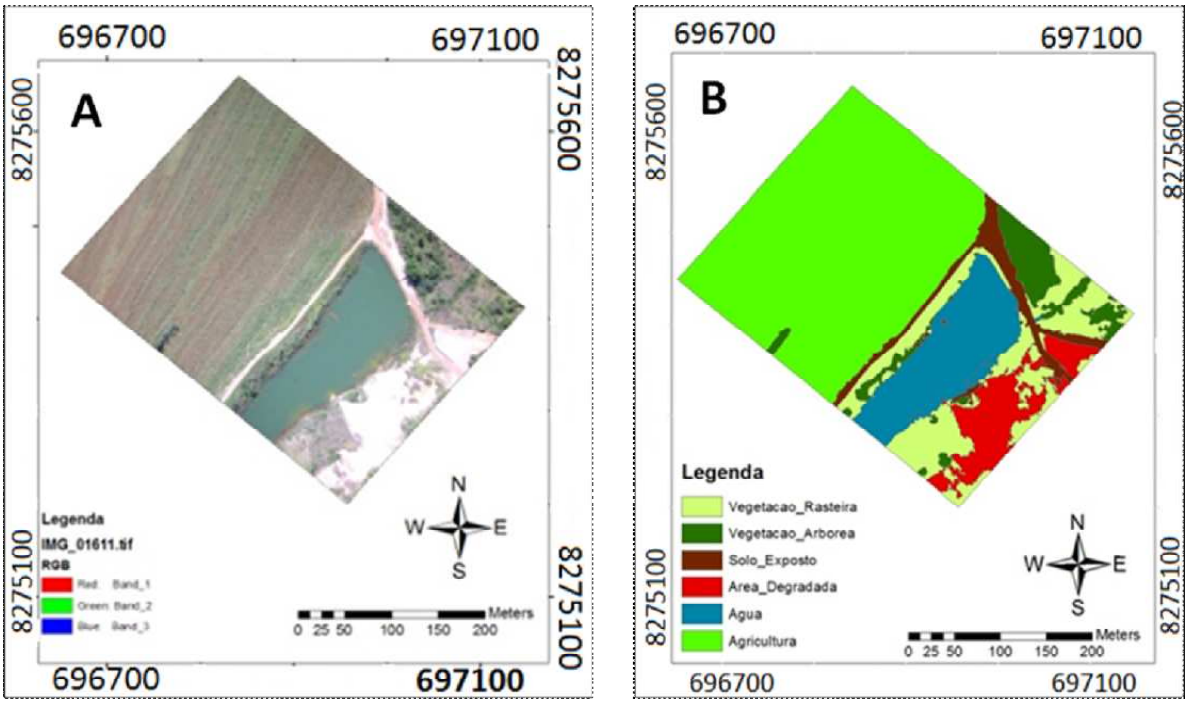
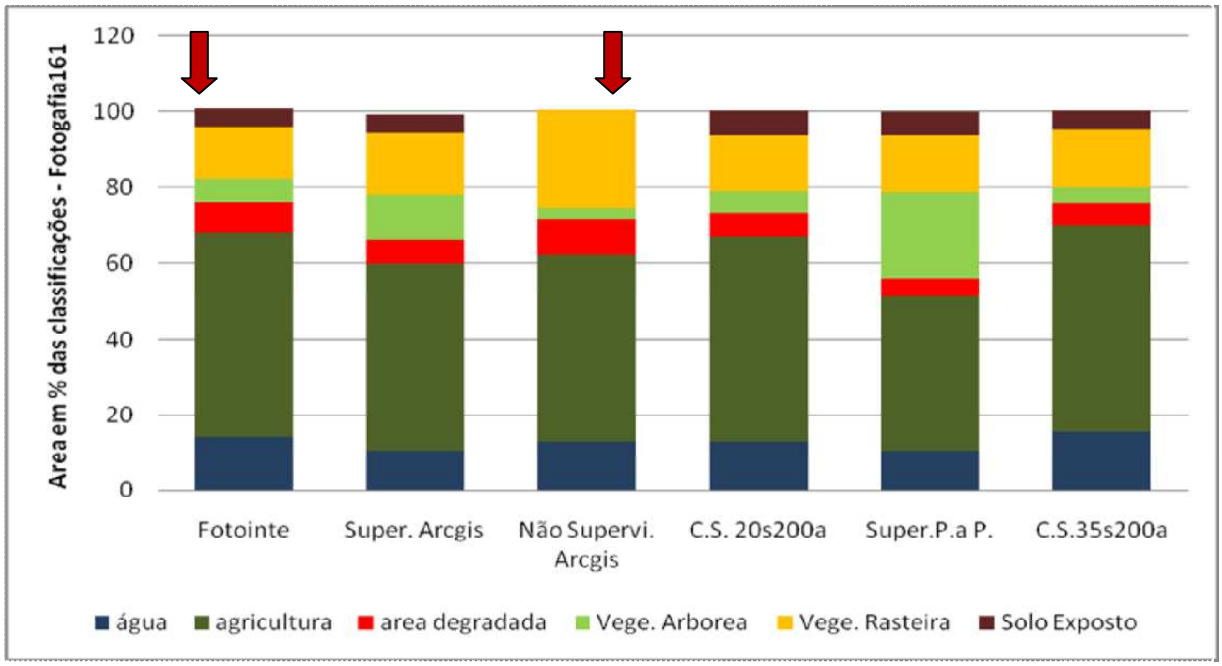


Figura 02 - Fotografia aérea obtida pelo VANT Tiriba em trecho do rio São Lourenço, Campo Verde-MT. (A) e Mapa de uso e cobertura do solo, obtido por fotointerpretação (B).

De modo geral, as classificações não supervisionadas obtiveram pior desempenho quando comparado com as rotinas de classificação supervisionada. Usando como referência a similaridade em termos de área de cada classe (Figura 03), é possível observar que a rotina de classificação com melhor desempenho foi a classificação supervisionada por região com grau de similaridade 20 e área 200, obtida no SIG SPRING.

A classificação supervisionada por região com 20 de similaridade e 200 de área (Figura 4 A), apresentou visualmente alta similaridade com o mapa resultante de fotointerpretação para a mesma área (Figura 4B). As classes agricultura, solo exposto, área degradada, água (corpo hídrico) foram classificadas adequadamente, quando comparadas com os resultados obtidos na fotointerpretação. As classes de vegetação dos tipos arbórea e rasteira apresentaram confusão entre os *pixels*.



Fotointe - classificação por fotointerpretação
Superv. ArcGis - classificação supervisionada pixel a pixel (ArcGis)
Não Superv. ArcGis - classificação não supervisionada pixel a pixel (ArcGis)
C.S. 20s200a - classificação supervisionada por região, com grau de similaridade 20 e área 200 (SPRING)
Super PaP - classificação supervisionada pixel a pixel (SPRING)
C. S. 35s200a - classificação supervisionada por região, com grau de similaridade 35 e área 200 (SPRING)

Figura 03 - Comparação entre as áreas, expressas em percentagem, das diversas classes de usos do solo das classificações automáticas com a classificação por fotointerpretação. Há destaque (setas vermelhas) para a classificação mais similar a fotointerpretação.

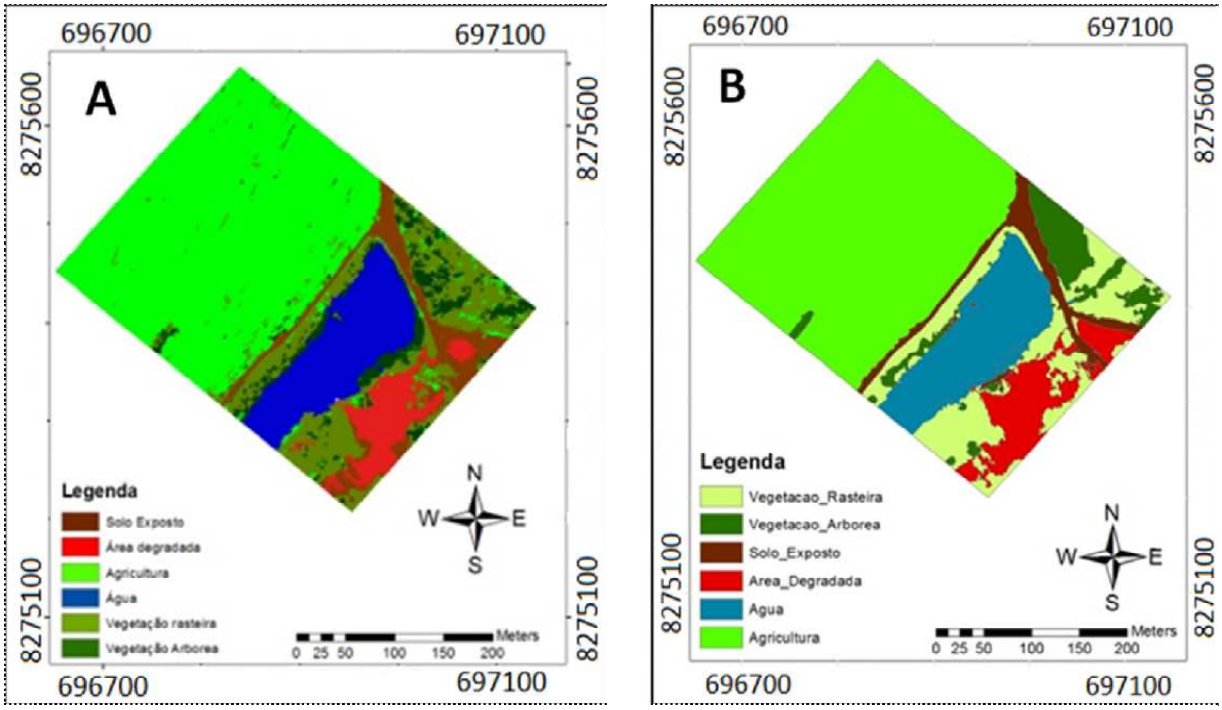


Figura 04 - Comparação entre o mapa de uso e cobertura do solo em trecho do rio São Lourenço, Campo Verde-MT.
Classificação supervisionada por região, similaridade 20 e área 200 – SPRING (A). Fotointerpretação (B).

As classificações por região foram as que apresentaram os melhores resultados, possibilitando discriminar classes com conjunto de pixels mais homogêneos. O mesmo resultado foi encontrado por Cândido (2015).

A classificação por região utiliza, além de informação espectral de cada "pixel", a informação espacial que envolve a relação com seus vizinhos. Essa rotina simula o comportamento de um fotointérprete, reconhecendo áreas homogêneas baseado nas propriedades espectrais e espaciais de imagens (DPI/INPE, 2006).

Longhitano (2010) trabalhou com VANT avaliando e monitorando impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. O autor realizou alguns testes de classificação e constatou que os testes por segmentação apresentaram os melhores resultados, do que os obtidos pela máxima verossimilhança. As classes foram corretamente associadas e bem delimitadas em sua maioria.

O alto coeficiente de similaridade (0,94) (Figura 05) obtido na comparação entre os testes de classificação, sustenta a adequada qualidade da rotina de classificação automática supervisionada por região, com segmentação 20 e área 200. Essa rotina, considerando aspectos de coleta de dados, ou seja, uso de VANT e câmara fotográfica similares, permite que se crie um proptocolo para geração automatizada de dados (mapa temático), que pode ser uma opção para substituir a vetorização em mapeamentos do uso do solo, otimizando trabalhos de planejamento e monitoramento ambientais.

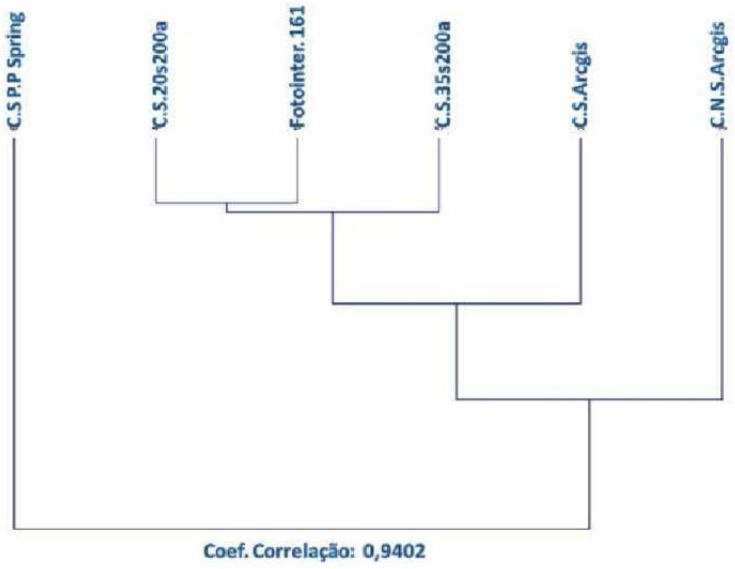


Figura 05 - Dendograma mostrando a similaridade entre os diversos testes de classificação aplicados na fotografia aérea.

A geração de mapas derivados de imagens aéreas de alta resolução espacial e temporal, fornecidas por veículos aéreos não tripulados, representa um significativo avanço em estudos ambientais, como os relacionados à recuperação de áreas degradadas.

Nesse contexto, a experiência relatada no presente artigo irá subsidiar a produção de dados mais consistentes para planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD). Com os limites mais estreitos das faixas de áreas de preservação permanente (APP), a existência de fotografias aéreas de alta resolução (espacial e temporal), torna-se cada vez mais útil para o planejamento das áreas protegidas (APP e reserva legal), bem como das áreas de uso consolidado, que estão previstas na Lei 12651/2012 e suas atualizações. Nesse cenário, a APP, por exemplo, pode se situar a apenas cinco metros da margem de um curso d'água,

considerando variáveis tais como data da supressão da vegetação nativa, tipos de uso no local, bem como o tamanho da propriedade em termos de módulo fiscal.

Do ponto de vista ambiental e econômico, merece destaque a necessidade de refinar esses dados em nível de propriedade rural, pois existem linhas de financiamento por parte de bancos públicos e privados, direcionados à recuperação de áreas degradadas, o que proporcionaria estímulos à redução de passivo ambiental na zona rural brasileira. Porém, sabe-se que muitas instituições financeiras exigem indicadores precisos e quantificáveis do que está sendo investido nos imóveis rurais. Sendo assim, produtos com elevado detalhe, acurácia e precisão, serão cada vez mais requisitados nesse mercado. Nesse aspecto, os produtos de VANT atendem a essa demanda, principalmente considerando os seus sensores cada vez ficando mais sofisticados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se compara as classes de uso da terra provenientes das classificações automáticas com as classes das imagens classificadas por fotointerpretação, percebe-se que a classificação por região de similaridade 20 e área 200 foi a mais eficiente, já que apresentou grande semelhança análise visual e estatística. Essa rotina de classificação apresentou eficiência na delimitação e diferenciação das classes de uso e cobertura do solo, incluindo ambientes degradados.

A rotina de classificação aqui apresentada possui potencial para aplicação em diversas análises ambientais, diagnóstico de áreas de risco, monitoramento da eficiência de recuperação ambiental de áreas degradadas, tendo potencial ser incorporada no roteiro metodológico de planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD).

Com as novas regras de proteção estabelecidas pelo novo Código Florestal, o mapeamento do passivo ambiental numa propriedade rural, tornou-se uma tarefa que requer uso de tecnologia sofisticada para detecção das mudanças ambientais mais sutis.

Os dados aqui gerados, com base no exposto, subsidiarão o Cadastro Ambiental Rural (CAR), considerando que as imagens orbitais disponíveis para essa tarefa, não possuem as características desejáveis que são fornecidas por imagens suborbitais derivadas de VANT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-FILHO, R.; CARVALHO, C. M. **Uso de imagens Landsat-TM para avaliar a extensão da desertificação na região de Gilbués, sul do estado do Piauí**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,13., 2007. Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007, p. 4365-4372.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS U. M.; GARRIDO, J. C. P. Spring: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, v.15, n.6, p.13-22, 1996.

CÂNDIDO, A. K. A. A.; SILVA, N. M. da; PARANHOS FILHO, A. C. Imagens de Alta Resolução Espacial de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) no Planejamento do Uso e

Ocupação do Solo. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. Vol. 38 - N.1, p. 147-156, 2015.

CÂNDIDO, A. K. A. A.; SCHLICHTING, A. F.; SILVA, N. M. PARANHOS FILHO, A. C.; HAUPENTHAL. M. R.; BARBOSA, D. S.; CASTELO BRANCO, K. R. L. J. Veículos aéreos não tripulados. In: PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; MARCATO JUNIOR, J.; CATALANI, T. G. T. **Geotecnologias em aplicações ambientais**. Campo Grande: Ed UFMS, 2016.

CHECOLI, C. H. B. **GESTÃO PARTICIPATIVA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DA CABECEIRA DO RIO SÃO LOURENÇO: definição e implantação de diferentes tecnologias para realização do PRAD, Campo Verde – MT.** 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, 2012.

COLOMINA, Ismael; MOLINA, Pere. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 92, p. 79-97, 2014.

FUJIHARA, A. K. **Predução de Erosão e Capacidade de Uso de Solo numa Microbacia do Oeste Paulista com Suporte no Geoprocessamento**. Dissertação (MESTRADO) USP-Piracicaba, Fevereiro 2002

GOOGLE, Earth-Mapas. 2013. Disponível em: (http://earth.google.com/gallery/index.html). Acesso em: 08/02/2013.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2003. **Paleontological Statistics- PAST**. Version 1.18. http://folk.uio.no/ohammer/past.

JENSEN, J. R. (1949) **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres** / tradução José Carlos Neves Epiphanio et al. São José dos Campos, SP. 2009 604 p.

LONGHITANO, G. A.; **Vants para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas**; 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo; 163f.

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; OLIVEIRA, A. P. G. CÂNDIDO, A. K. A. A. Classificação de imagens. In: PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; MARCATO JUNIOR, J.; CATALANI, T. G. T., editores. Geotecnologias em Aplicações Ambientais. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2016, p.141-187.

SILVA, N. M.; **Dinâmica de uso das terras nos municípios de Bonito, Jardim e Bodoquena (MS) e o estado de conservação dos recursos biológicos do Parque Nacional da Serra da Bodoquena e de sua zona de amortecimento**. 2008. 235 f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. 2008.

AGRADECIMENTO:

À CAPES por concessão de bolsa de estudo e ao CNPq (Processo 307102/2015-7) por concessão de bolsa produtividade em DT e EI.

Recebido para publicação em maio de 2016

Aceito para publicação em maio de 2016