

## Utilização de ortomosaico com dados do infravermelho próximo adquirido por VANT no mapeamento de fitofisionomias em área do Pantanal Norte de Mato Grosso

Denni Junio Esteves Vieira<sup>1,2</sup>  
Gustavo Manzon Nunes<sup>1,2</sup>  
Alan Tocantins Fernandes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso- Faculdade de Engenharia Florestal, LABSENSOR -  
Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geotecnologias - UFMT/FENF  
78060-900 - Cuiabá - MT, Brasil  
{esteves.dennis, gustavomn, alantfernandes}@gmail.com;

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas- INAU  
78068-360 - Cuiabá - MT, Brasil

**Abstract:** This project aims to use high-resolution images obtained by an UAV, and techniques based on digital image processing sensors to develop capabilities of object-oriented classification of the wetland region of Pirizal, in the northern portion of Pantanal. Three main types, namely Cerradão, Palmeiral and Campo Sujo were identified in the study area. For data acquisition we used the UAV ECHAR 20A, produced by the company XMobots. The camera model Canon EOS REBEL T3i, configured with a focal length of 28mm, with spatial resolution and 0.14 m / pix, used the Infrared, Green and Blue channels. The confusion matrix demonstrates that the result for this classification was very good, with overall accuracy of 95%. It was possible to detect and classify species of palm (*Sygarus oleracea*), in the present study area - a total of 3,6% of the area. The cerrado vegetation covers the largest area, about 60%, the area of dry grassland has the second largest area, with about 53%. Infrared aerial orthophotography can be used as an alternative to satellite imagery for vegetation classification and land use classification. The scope of research on the distinction of species, orthophotography has power good mapping detail generate in high scales and possibility the identification in species of palm *Sygarus oleracea*.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, UAV , sensoriamento remoto, processamento de imagens, VANT.

### 1. Introdução

O Pantanal matogrossense é uma planície de inundação de estrutura complexa e com um regime hidrológico responsável por variações sazonais que influenciam na fragmentação de sistemas aquáticos durante o período seco, bem como suas conexões em períodos chuvosos. Neste cenário, certas partes do Pantanal permanecem inundadas durante o ano todo, enquanto que outras sofrem estresse hídrico, muito comum nos meses de julho e agosto. Quanto aos tipos florestais, alguns são sazonalmente inundados, e outros já são livres de inundações. Neste mosaico composto por variados tipos fitofisionômicos como florestas, savanas, áreas com campos nativos e pastos cultivados, características geomorfológicas de cada área controlam os fluxos horizontais de água, que contribuem para o dinamismo da vegetação local, e diferem as diferentes paisagens não só pelo seu tamanho, mas também pelo gradiente e duração da inundação (Moraes et al., 2010). Um exemplo deste dinamismo são as invasões por espécies monodominantes, ocasionando a diminuição das áreas de campos naturais, e consequentemente acarretando mudanças em determinados habitats (Arieira e Nunes da Cunha, 2006).

A heterogeneidade de habitats encontradas no Pantanal proporciona também abrigo e alimento para a fauna silvestre da região. Na região do Pirizal, por exemplo, a heterogeneidade da composição fitofisionômica inclui habitats como cordilheiras (florestas secas), campos de murundus, landis e cambarazais (ambos periodicamente inundados), além dos habitats aquáticos. É importante, portanto, que mudanças na estrutura e composição da vegetação sejam monitoradas e estudadas, assim como os efeitos da inundação e das

conectividades ecológicas que ali ocorrem, garantindo assim um melhor subsídio para medidas adequadas de manejo nas diversas regiões pantaneiras.

A utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT), combinada com imagens digitais, para a investigação sobre a dinâmica de vegetação, bem como outros estudos ecológicos, de engenharia florestal, ou de gestão de recursos florestais, tem atingido maior maturidade e se disponibilizado para diversos outros usos. Muitas das tecnologias hoje aplicadas com sucesso em estudos ambientais foram, inicialmente e primordialmente, desenvolvidas para uso militar. Exemplos de tais tecnologias incluem sistemas de posicionamento geográfico (GPS) e mapeamento com sistemas de informação geográficas (SIG). Entre os avanços integrados ao uso não-militar de VANTs estão o uso de melhores sistemas de orientação, maior fiabilidade e durabilidade das aeronaves, maior autonomia de voo e aplicações de hardware e software. Outras vantagens dos VANTs são seu baixo custo e sua grande flexibilidade de configuração em comparação com os aviões pilotados, o que permite a utilização e testes de sensores de baixo custo, tais como câmeras digitais convencionais. De acordo com Getzin et al. (2012), por voar em baixas altitudes, a obtenção de imagens de altíssima resolução espacial - pixels de poucos centímetros - podem contribuir para o mapeamento e monitoramento de ecossistemas naturais, zonas agrícolas e outros ambientes em um nível de detalhes dificilmente obtidos em outros métodos.

Este artigo tem como objetivo utilizar dados de alta resolução obtidas através de um VANT e aplicação de técnicas de processamento de imagem baseadas em Classificação Orientada a Objetos, na região pantaneira do Pirizal, porção norte do Pantanal Matogrossense. Neste modo de classificação, objetos compostos por vários pixels são usados como a unidade primitiva de processamento, e não o pixel individualmente (BAATZ e SHÄPE, 2000). De acordo com Antunes (2003), os descritores empregados para efetuar a caracterização das classes equivalem às aplicações de funções matemáticas que possibilitam revelar os atributos dos objetos da imagem. Além dos descritores de objetos, que permitem o processo de diferenciação de cada classe, o classificador que será utilizado deve ser considerado como outro fator importante a ser considerado durante o processo de classificação dos objetos de uma imagem (ZHANG e MAXWELL, 2006).

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Áreas de Estudo**

A área de estudo está localizada no distrito de Pirizal, no município de Poconé no Pantanal Norte. A região é caracterizada por um clima quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, tipo AW (KOPPEN, 1948). A região é conhecida localmente como “Pantanal de Poconé”, estando situada à margem direita do rio Cuiabá e a margem esquerda do rio Bento Gomes. As coordenadas de latitude e longitude do centro da área são 16° 22' 0" S 56°19' 0" W (Figura 1). A área possui cerca de 133 hectares e a maior altitude é 132 m acima do nível do mar.

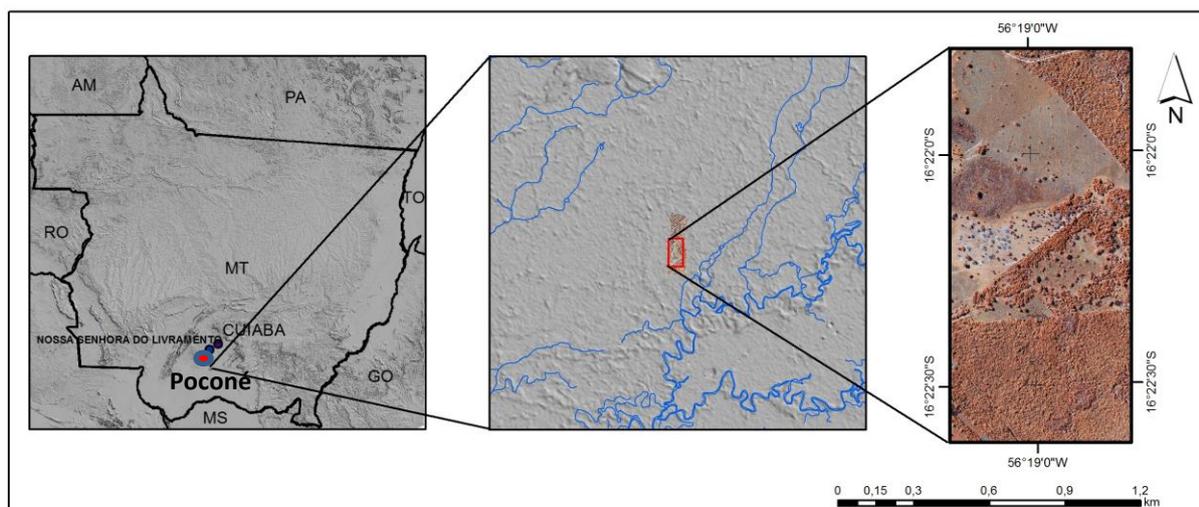


Figura 1. Localização da área de estudo

## 2.2 Classes

Foi identificado na zona de estudo 3 tipos principais de vegetação, além de sombra e áreas úmidas. As classes de vegetação foram denominadas, pois representam comunidades naturais de vegetação e possíveis habitat. Por ser o objetivo desta pesquisa avaliar a utilização de fotografias aéreas com canais de infravermelho e distinguir classes de vegetações específicas, foi mescladas classes de vegetação (diferentes estratos arbustivos) ou áreas antropizadas humanas (pequenas vias de acesso mescladas á vegetação arbustivas) (Figura 2).

## 2.3 Aquisição e processamento dos dados.

Para a aquisição dos dados foi utilizado o VANT ECHAR 20A, produzido pela empresa Xrobots. O sobrevôo foi realizado no dia 15 de agosto de 2014, iniciando as 14:15 horas e finalizado as 14:46 hs. A câmera acoplada no VANT possui os canais Infravermelho, Verde e Azul, modelo Canon EOS REBEL T3i, configurada com uma distância focal de 28mm, dimensão da foto de 5184x3456, que possibilitou obter fotografias com a resolução espacial de 0,14 metros. Para o planejamento do voo aerofotogramétrico, foi utilizado o software Mission Planner desenvolvido pela Empresa Xrobots. Para o pós-processamento e aerotriangulação, mosaicagem, foi utilizado o software Agisoft Photoscan Pro 1.0.4.

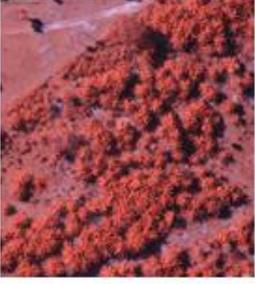
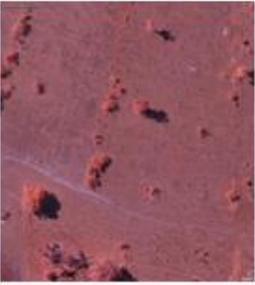
Classe	Descrição	Ortofoto ( NIR, G, B)
Cerradão	Dossel de 7 a 15m de altura com cobertura arbórea em torno de 70%. O sub-bosque apresenta arvoretas menores de 3m, arbustos, palmeiras acaules, ou com troncos curtos, e bromélias terrestres grandes.	
Palmeiral	A formação savânica caracterizada pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea Gerobal, <i>Syagrus oleracea</i> . Altura média(m) :8-15	
Campo Sujo	O Campo sujo é uma forma mais rala de cerrado, que ocorre em solos mais profundos, onde as condições físicas proporcionam condições para o estabelecimento de espécies lenhosas. Várias espécies típicas dos cerrados em áreas próximas são encontradas nos campos sujos.	
Área Úmida	As “salinas” são lagoas de salinidade alta e que permanecem cheias por mais tempo que os demais corpos d’água. Estas são, em geral, preservadas nas cheias.	

Figura 2. Descrição das classes de estudo.

## 2.4 Segmentação, classificação e validação.

Na fase inicial da Classificação Orientada a Objeto (Blaschke et al, 2008), é preciso segmentar a imagem. Para segmentar e classificar a aerfotografia, fui utilizado o software de análise de imagens eCognition Developer. A segmentação foi realizada pelo algoritmo *multiresolution segmentation* (Baatz et al, 2000). Neste processo é necessário definir parâmetros de segmentação, como forma, cor, e fator de escala e as bandas a serem segmentadas. Foi adotado cor: 0.5, forma 0.1, o fator de escala foi testado para o canal do infravermelho.

Após obter os objetos de dimensões e formas compatíveis com a realidade de campo, a classificação foi realizada a partir da técnica de classificação supervisionada *Nearest Neighbor*. Primeiro foram recolhidas as amostras de treinamento para cada classe (Tabela 1), com base nos objetos formados pela segmentação, e então foram selecionados os descritores a serem analisados pelo algoritmo, adotando 5 dimensões máximas a serem analisadas.

Para a validação do mapeamento, foram recolhidos pontos amostrais, correspondentes a objetos, por meio da plataforma do software eCognition Developer.

Tabela 1. Número de amostras de treinamentos para a classificação do dado.

Classe Temática	Número de amostras de treinamento	Número de amostra de validação	Número total de amostras de treinamento	Número de total de amostras de validação
Cerradão	30	167	120	445
Palmeiral	30	108		
Campo Sujo	30	101		
Sombra	30	69		

### 3. Resultados e Discussões

Os fatores de escalas testados foram: 30, 50 e 80. O que melhor delineou espécies florestais e copas dos palmeirais foi o escala 50, com peso (1) somente para a banda do infravermelho (Figura 3). Foi possível observar as formas alongadas e definidas das palmeiras. Os descritores selecionados pelo algoritmo foram: Média Infra Vermelho, Desvio Padrão do Canal Infra Vermelho, Desvio Padrão Canal Verde, Desvio Padrão Canal Azul e Máxima Diferença. A matriz de distâncias entre as amostras de treinamentos pode ser visualizada na Tabela 2. A Matriz de confusão (Tabela 3), mostra que o resultado para essa classificação foi muito bom, com acurácia total de 0,95.

Tabela 2. Matriz de distâncias entre as amostras de treinamentos

Classe/Classe Dimension: 5	Campo Sujo	Cerradão	Sombra	Palmeiral
Campo Sujo	0	3,017641	2,6823	6,665448
Cerradão	3,017641	0	5,954055	0,438783
Sombra	2,6823	5,954055	0	11,329664
Palmeiral	6,665448	0,438783	11,329664	0

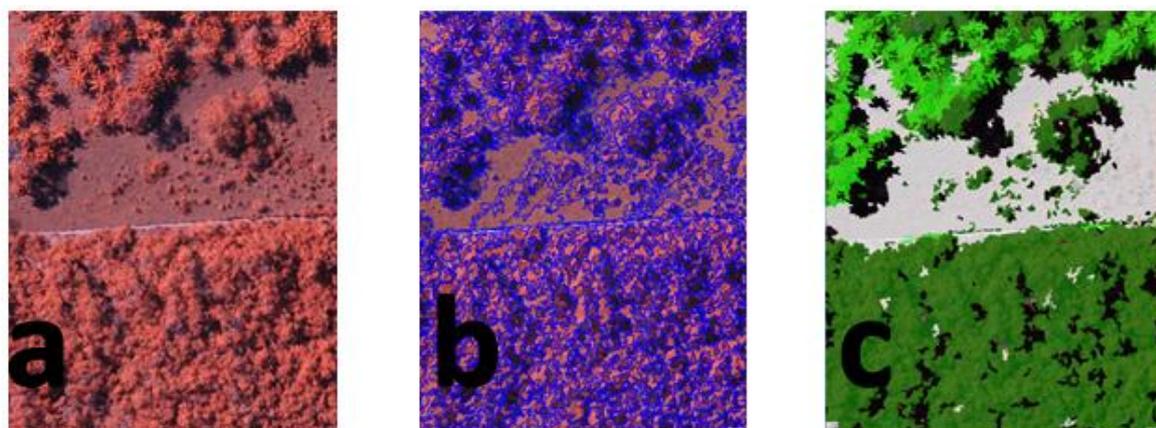


Figura 3. (a) Ortofoto (IR, G, B), (b) Imagem segmentada e (c) Imagem classificada.

Tabela 3. Matriz de confusão

Classe \ Amostra	Campo Sujo	Cerradão	Sombra	Palmeiral	Soma
Campo Sujo	97	4	0	0	101
Cerradão	1	155	3	8	167
Sombra	0	3	66	0	69
Palmeiral	0	0	0	108	108
Não Classificado	2	1	0	0	3
Soma	100	163	69	116	0
Acurácia Global	0,95				
KIA	0,93				

Foi possível detectar e classificar espécies de Palmeira (*Sygarus oleracea*), presentes na área de estudo, em um total de 3,6 % da área. A área úmida foi classificada manualmente, pois apresentou alta absorção em todas as canais de cores, não distinguindo das zonas com sombra. A vegetação de cerradão cobre a maior área, cerca de 60 %, esta possui bordas uniformes e retilíneas, resultantes de atividades antrópicas (Figura 4). A zona de campo sujo possui segunda maior área, com cerca de 53 %, sendo nesta classe englobadas áreas de clareira, dispersas em meio a mata densa de cerradão (Figura 5).

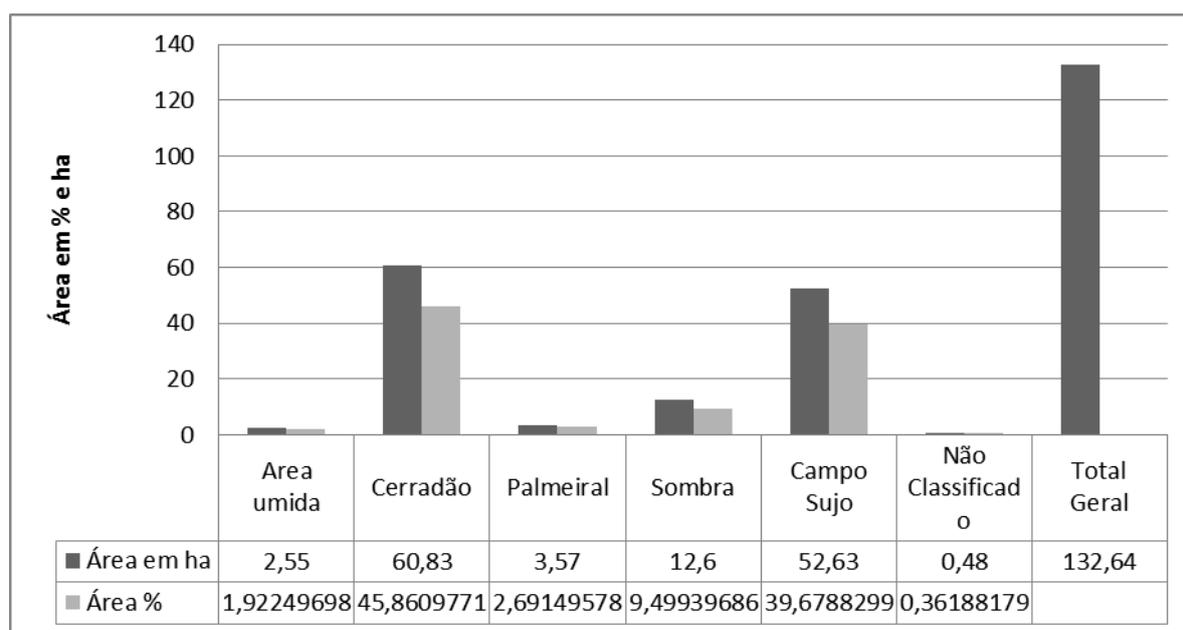


Figura 4. Valores de áreas em porcentagem e hectares.

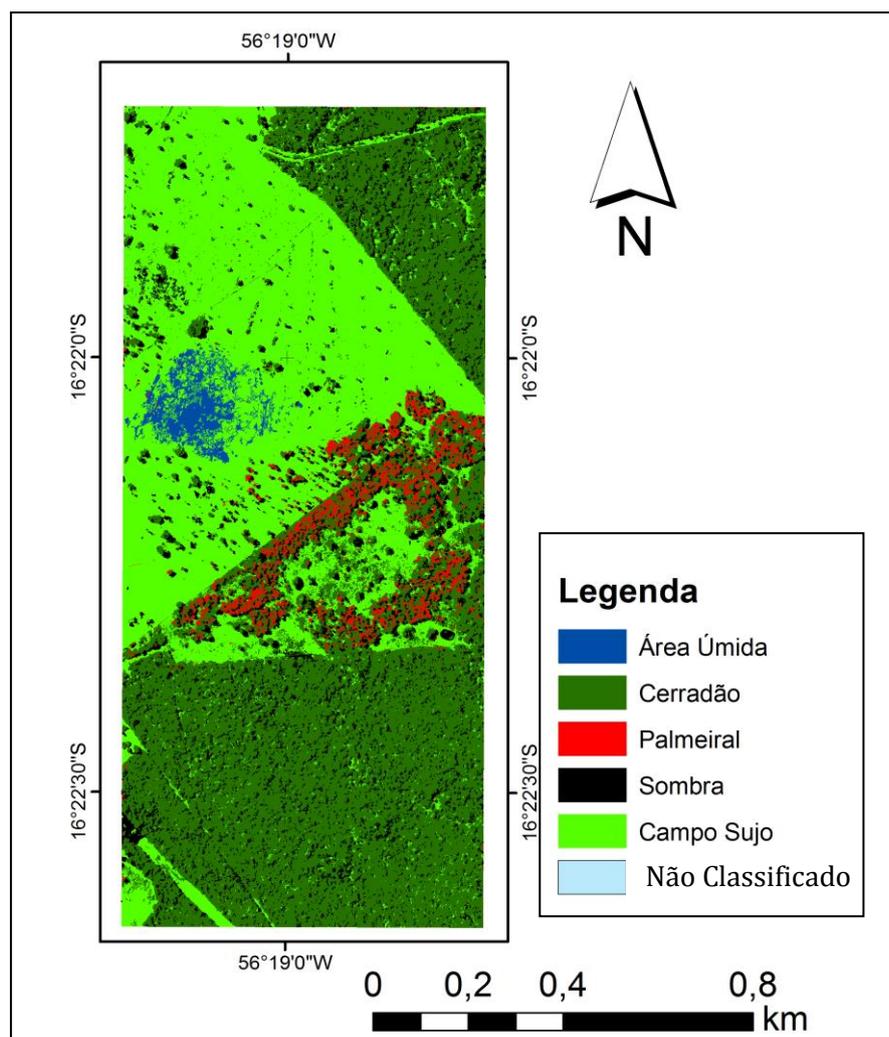


Figura 5. Mapa temático da área de estudo, obtido através de técnicas de classificação orientada a objeto.

#### 4. Conclusões

A utilização de ortofotos adquiridas via VANTs na região do infravermelho próximo, podem ser usadas como alternativa a imagem de satélite para classificação da vegetação e cobertura da terra. No âmbito das pesquisas sobre distinção de espécies, dados obtidos por VANTs tem grande potencial, tendo em vista o detalhamento apresentado em relação à espécie de palmeira *Syagrus oleracea*. Informações de mapeamentos em escalas pequenas, contribuem como subsídio para estudos de ecologia das espécies, habitats e distribuição espacial.

#### Agradecimentos

O autor agradece o provimento de bolsas CNPq-PIBIC para o pesquisador Dennis Esteves, e bolsa de pesquisa para o pesquisador Alan Fernandes pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas- INAU.

## 5. Referências Bibliográficas

ANTUNES, A. F. B. **Classificação de ambiente ciliar baseada em orientação a objeto em imagens de alta resolução espacial**. Curitiba. 146p. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, 2003

Arieira, J. e Nunes da Cunha, C. Estrutura Populacional Do Cambará (*Vochysia Divergens* Pohl, Vochysiaceae), Espécie Monodominante Em Floresta Inundável No Pantanal Mato-Grossense, **Oecologia Australis**, 16(4): 819-831, 2012.

Baatz, M.; Schaepe, A. Multiresolution Segmentation—An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Segmentation. **In Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII**; Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G., Eds.; Wichmann Verlag: Karlsruhe, Germany, 2000; pp. 12–23.

BLASCHKE, T., LANG, S. and HAY, G.J., 2008, Object-based image analysis: spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications. In *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, p. 818, (London: Springer).

Congalton, R. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote sensing of environment** v. 37pp. 35–46, 1991.

Getzin S, Wiegand K, and Schöning I. Assessing biodiversity in forests using very high-resolution images and unmanned aerial vehicles. **Method Ecol Evol**3: 397–404. 2012.

KÖPPEN, G.W. Climatologia. **Fundo de Cultura Econômica**. Mexico. 1948. p.242- 248.

Moraes, A; Nunes da Cunha, C.Junk, W. **Padrões de Distribuição de Trepadeiras Herbáceas ao Longo do Gradiente de Inundação em Campos no Pantanal de Mato Grosso**.2010. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte 2010.

Zhang, Y., and T. Maxwell. A trained segmentation technique for optimization of object-oriented classification, **ISPRS Commission VII Mid-term Symposium “Remote Sensing: From Pixels to Processes**, Enschede, the Netherlands, 8-11 May 2006.