

# UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO NO MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PANTANAL DE AQUIDAUANA

*Using Object-Oriented Classification to Map Land Use and Land Cover in Aquidauana Pantanal Wetland*

**Leandro Félix da Silva\***  
**Vitor Matheus Bacani\*\***

\***Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS / Três Lagoas, Mato Grosso do Sul**  
felixhc.le@hotmail.com

\*\***Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS / Três Lagoas, Mato Grosso do Sul**  
vitor.bacani@ufms.br

## RESUMO

O Pantanal brasileiro é uma das maiores planícies inundáveis do mundo, influenciado principalmente pelo regime hídrico entre os períodos de cheias e de secas, além de apresentar um mosaico com diferentes tipos de vegetação, distribuído em 11 sub-regiões. A sub-região do Pantanal de Aquidauana destaca-se pelo desenvolvimento da pecuária extensiva de bovinos, que ao longo dos últimos anos tem promovido alterações principalmente na substituição das formações vegetais naturais para a introdução de capins exóticos provocando rápidas mudanças e transformações na paisagem. Este estudo tem por objetivo geral mapear os modos de uso da terra e as diferentes formações vegetais que compõem a cobertura vegetal do Pantanal de Aquidauana entre os anos de 1984, 1993, 2000 e 2015. Os métodos utilizados foram as técnicas de classificação orientada a objeto (OBIA - *Object-Based Image Analysis*). O resultado culminou em quatro mapas, com onze classes temáticas que são: 1) Savana Florestada, 2) Savana Arborizada, 3) Savana Gramíneo-Lenhosa, 4) Encrave, 5) Ecótono, 6) Formações Pioneiras, 7) Vegetação Ciliar, 8) Pastagem Plantada, 9) Baía, 10) Vazantes e 11) Solo Exposto). Foram detectadas mudanças significativas na paisagem do Pantanal de Aquidauana entre os anos de 1984 e 2015, destacando o aumento nas áreas de pastagem plantadas que atualmente ocupam 40,17% da região e consequência disto houve uma diminuição nas áreas de vegetação nativa como a savana florestada (6,22%), arborizada (22,96%) gramíneo-lenhosa (12,68%); áreas de contatos florísticos: encrave (0,33%), ecótono (6,31%) e formações pioneiras (5,25%) e vegetação ciliar (4,06%). Constatou-se também redução nas áreas de baía (0,58%), vazantes (0,75%) e solo exposto (0,68%). A validação dos mapeamentos permitiu classificá-los como excelente, segundo parâmetros estatísticos (Índice *Kappa* e a Acurácia Global).

**Palavras-chave:** Pantanal de Aquidauana. Classificação Orientada a Objeto. Uso da Terra e Cobertura Vegetal.

## ABSTRACT

The Brazilian Pantanal wetland is the largest floodplain in the world, mainly influenced by water regime between periods of floods and droughts and presents a mosaic of different vegetation types, distributed in 11 sub-regions. The sub-region of Aquidauana Pantanal wetland stands out for the development of extensive cattle ranching, which over the years has promoted changes mainly in the substitution of natural plant formations for the introduction of exotic grasses causing rapid changes and transformations in the landscape. The objective of this study is to map the land use patterns and the different plant formations that make up the vegetation cover of the Pantanal of Aquidauana between 1984, 1993, 2000 and 2015. The methodology used were the Object-Based Image Analysis classification (OBIA - *Object-Based Image Analysis*). The results of mapping in land use and vegetation cover culminated in four maps with eleven thematic classes that are: 1) Forest Savanna, 2) Savanna Arborea, 3) Grassy-Woody Savanna, 4) Disjunction Cerrado, 5) Ecotone, 6) Formation Pioneer, 7) Riparian Vegetation, 8) Grass Plant, 9) Baía, 10) Vazantes and 11) Bare Soil. Detected significant changes in the landscape of Pantanal de Aquidauana between the years 1984 and 2015, highlight increase in the areas of grass plant currently occupying 40,17% in the region consequently there was a decrease in the areas of native vegetation as forest savanna (6,22%), Savanna Arborea (22,96%), grassy-woody savanna (12,68%); floristic contact areas: disjunction cerrado (0,33%), ecotone (6,31%); formation pioneer (5,25%) and riparian vegetation (4, 06%). Also

reduction in the areas of baía (0,58%), vazantes (0,75%) and bare soil (0,68%). The validation of mappings allowed classify as excellent according to statistical parameters (Kappa Index and Overall Accuracy).

**Keywords:** Pantanal of Aquidauana. Object-Based Image Analysis Classification. Land Use and Land Cover.

## 1 INTRODUÇÃO

O Município de Aquidauana, situado no Estado de Mato Grosso do Sul é formado por mais de 70% de planícies alagáveis do Pantanal brasileiro e no seu território estão partes de três Pantanaís, segundo a delimitação das sub-regiões do Pantanal brasileiro feita por Silva e Abdon (1998): Pantanal do Abobral, Pantanal de Miranda, Pantanal da Nhecolândia e o Pantanal de Aquidauana que está todo inserido dentro do município (SILVA, 2014).

A pecuária bovina de corte é o mais importante elemento na estruturação sócioespacial rural de Aquidauana. Considerando as singularidades desta região, regida pelo ritmo das águas, as técnicas empregadas na produção pecuária bovina de corte imprimem e consubstanciam os processos espaciais vividos pela sociedade local. Ao longo do desenvolvimento da criação de gado na planície pantaneira, da qual Aquidauana participa como segundo maior município e produtor pecuário do Pantanal Sul-mato-grossense, se observam ciclos de transformação/reestruturação da produção pecuária regional (ARAÚJO, 2011).

Segundo Araújo (2011) uma das principais mudanças na pecuária Aquidauanense está relacionada principalmente com a expansão de pastagens do tipo exótica na região, em substituição aos pastos nativos. Esta medida pautou-se em aumentar a capacidade de suporte das áreas de pastos nas fazendas pantaneiras, intensificando a produção dos animais em cada hectare utilizado como inverno na criação, de modo a alcançar maior constância em todo o ano, tornando a criação mais independente do ciclo natural do ambiente pantaneiro. Santos et al. (2002) afirmam que as forrageiras exóticas que mais se adaptam aos solos pobres não só do Pantanal como de muitas regiões do Brasil são as espécies do gênero *Brachiaria*.

Este tipo de substituição acontece geralmente através de desmatamentos, que incluem áreas de formações florestais densas com o objetivo aumentar as áreas abertas e não sujeitas à inundação para oferecer pastagem cultivada para o gado, este tipo de intervenção é bastante intenso nas bordas da planície, especialmente no leste das regiões do Paiaguás, Nhecolândia, Aquidauana, Miranda e Cáceres (TOMAS et al., 2009).

A mudança, em qualquer espaço, é dirigida pela combinação particular de fatores - forças dirigentes - que configuram os padrões espaciais de paisagem (BURGI et al., 2004). Neste sentido, a compreensão integrada de fatores biofísicos e socioeconômicos nos processos de uso da terra (MILNE et al., 2009) é necessária para o entendimento das transformações na paisagem. De acordo com Lambin e Geist (2006), a detecção das mudanças de uso e cobertura da terra e o reconhecimento da atuação das forças dirigentes das mudanças, constituem passos fundamentais nos estudos de dinâmica de paisagem.

A partir do avanço das técnicas de sensoriamento remoto, através da aquisição, processamento e interpretação de imagens de satélite, a detecção das mudanças de uso e cobertura da terra tem sido facilitada, o que permite a quantificação dos padrões espaciais da paisagem (COPPIN et al., 2004).

Atualmente uma das técnicas de classificação digital de imagens que mais vem sendo utilizada para a interpretação é a orientada a objeto. Ao contrário dos métodos tradicionais para a classificação digital de imagens, na classificação orientada a objeto, a análise é realizada sobre objetos ou segmentos na imagem e não apenas sobre *pixels*. Na imagem um objeto representa uma entidade que pode ser individualizada, tem atributos próprios e as mesmas propriedades da classe que lhe deu origem (DEFINIENS, 2016).

A classificação orientada a objetos busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para a identificação de feições, baseada na descrição de padrões identificadores, tais como cor, textura, métrica, contexto, dentre outros (FERNANDES, 2012).

Assim, o classificador simula a análise de um fotointérprete, ao delimitar áreas homogêneas nas imagens, a partir das características espectrais e espaciais dos objetos que constituem as classes de interesse (PONZONI et al., 2012). Neste sistema, os objetos se relacionam por meio da definição da rede hierárquica (herança dos atributos que descrevem a classe) e da rede semântica (estrutura lógica de relação entre as classes). Para a classificação é utilizado o maior grau de pertinência dos objetos à determinada classe por meio da lógica fuzzy (PINHEIRO e KUX, 2005).

As principais vantagens da classificação orientada a objeto são: a estatística mais significativa a partir da análise do grau de pertencimento de cada classe, possibilidade do cálculo da textura e outros atributos objetos, o uso de dados espaciais como o formato e a topologia dos objetos além da próxima relação entre os objetos extraídos da imagem; o que amplia o valor da classificação final em relação a classificação por *pixels* (BENZ et al., 2004).

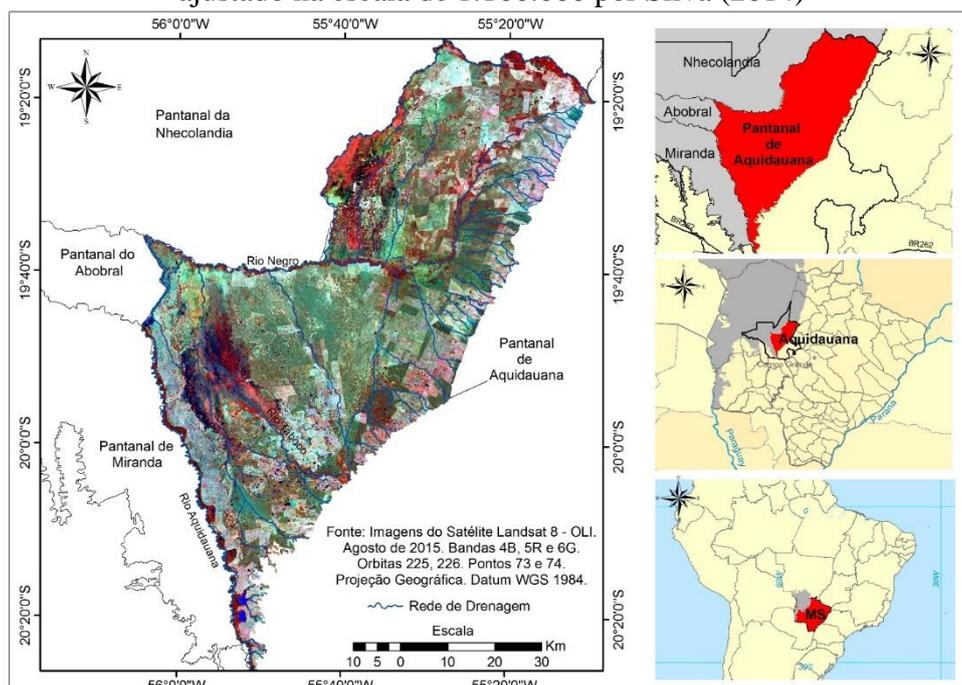
Este estudo tem por objetivo mapear os modos de uso da terra e as diferentes formações vegetais que compõe a cobertura vegetal do Pantanal de Aquidauana entre os anos de 1984, 1993, 2000 e 2015 através das técnicas de classificação orientada a objeto e avaliar os resultados através de análise multitemporal.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Localização da área de estudo

A área de estudo é o Pantanal de Aquidauana que tem aproximadamente 507.529,00 hectares (ha), localizado entre os paralelos 19° 14' 32" S e 20° 26' 43" S e os meridianos 55° 06' 42" W e 56° 04' 42" W. Situado no sudeste do Pantanal brasileiro, faz limite com o Pantanal da Nhecolândia ao norte, a serra de Maracajú, ao leste, os Pantanaís do Abobral e do Miranda a oeste e ao sul encontra-se regiões de altitudes mais elevadas com cerrados e áreas de pastagens plantadas. Inserido dentro do município de Aquidauana, no estado do Mato Grosso do Sul, conforme demonstra a Figura 1.

**Figura 1** - Mapa de localização do Pantanal de Aquidauana delimitado por Silva e Abdon (1998) e ajustado na escala de 1:100.000 por Silva (2014)



## 2.2 Definição das classes para o mapeamento

As definições das classes relacionadas ao uso da terra e a cobertura vegetal para este estudo foram baseadas nos trabalhos desenvolvidos pelo Projeto GeoMS (SILVA et al., 2011), mapeado na escala 1:100.000 e pelo no Manual Técnico da Vegetação Brasileira elaborado pelo (IBGE, 2012), e nos mapeamentos produzidos pelo projeto RADAMBRASIL (VELOSO; GOES-FILHO, 1982) folha SF.21 carta Campo Grande, capítulo Vegetação que foram utilizados como orientação na nomenclatura, principalmente nas características descritas de formação e subformação de cada classe de vegetação.

Posteriormente foram identificados e validados as formações vegetais e os modos de usos da terra através de trabalho de campo, no qual foram tiradas fotos *in loco*, coletadas as coordenadas dos pontos via receptor de sinal GNSS (*Global Navigation Satellite System*), além da descrição e anotação da composição florística com auxílio da expertise de profissionais em botânica e ecologia do Cerrado, no qual as informações obtidas foram correlacionadas com o proposto por RADAMBRASIL (BRASIL, 1982); Silva et al. (2011) e IBGE (2012).

Foram definidas 11 classes de uso da terra e cobertura vegetal: 1) Savana Florestada, 2) Savana Arborizada, 3) Savana Gramíneo-Lenhosa, 4) Enclave, 5) Ecótono, 6) Formações Pioneiras, 7) Vegetação Ciliar, 8) Pastagem Plantada, 9) Baía, 10) Vazantes e 11) Solo Exposto, conforme demonstra o Quadro 1.

**Quadro 1** – Atributos usados na criação das classes temáticas de uso da terra e cobertura vegetal

Formação Vegetal/ Outros Tipos de Uso e Cobertura do Solo	Características Principais	Classe Temática
Savana Florestada	A estrutura é semelhante a uma floresta, mas maioria das espécies pertencem à flora dos Cerrados e a altura do estrato arbóreo varia de 8 a 15 metros	Savana Florestada
Savana Arborizada	O Cerrado de estrato arbóreo descontínuo, as árvores são espaçadas e tortuosas, com altura entre 7 e 12 metros, havendo arbustos, subarbustos e ervas, ocorrem em solos arenosos ou pedregosos	Savana Arborizada
Savana Gramíneo-Lenhosa	É a forma de campo com ou sem arbustos ou subarbustos, esparsos ou densos, em geral quanto maior o nível de inundação, menos arbustos	Savana Gramíneo-Lenhosa
Área de Tensão Ecológicas ou Contatos Florísticos	Pequenos fragmentos isolados de Floresta Estacional Semidecidual Submontana em meio ao domínio das Savanas	Enclave
	Áreas de Savanas e Formações Pioneiras que constitui uma região de transição onde se elas se misturam	Ecótono
Formações Pioneiras	Vegetação de influência fluvial e/ou lacustre arbórea (Cambarazal), arbustiva (Espeinheiral, Saranzeiro, Macega, Pateiral, Pimenteiral), herbácea (Pirizal, Caetezal, Brejo e Bacero)	Formações Pioneiras
Vegetação Ciliar	Vegetação Aluvial (arbórea, arbustiva, herbácea) ao longo dos flúvios	Vegetação Ciliar
Área Antrópica/Pecuária	Pastagem Plantada em região de Savana	Pastagem Plantada
Massas d'Água	São corpos d'água concentrado geralmente de forma elíptica como Baías, Açudes e Corixos	Baía
	Regiões predominantemente alagadas de forma alongada	Vazante
Solo Exposto	Áreas desmatadas, estradas pavimentadas e não pavimentadas	Solo Exposto

**Fonte:** Projeto GeoMS (SILVA et al., 2011) e Manual Técnico da Vegetação Brasileira elaborado pelo (IBGE, 2012).

### 2.3 Procedimentos metodológicos

As imagens orbitais utilizadas foram dos anos de 1984, 1993, 2000 dos satélites LANDSAT 5, sensor TM (*ThematicMapper*), órbitas ponto 225/74, 225/73 e 226/74, bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7 todas do mês de agosto; Imagens do satélite LANDSAT-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), órbitas ponto 225/74, 225/73 e 226/74, bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, de 9 de agosto de 2015. A escolha por produtos da família LANDSAT foi por contemplar todo o recorte temporal estipulado para o estudo, e o mês de agosto foi devido à disponibilidade de imagens para todos os anos mapeados livre de nuvens.

A escala adotada para o mapeamento foi a de 1:100.000. Primeiramente foi utilizado o limite do Pantanal de Aquidauana proposto por Silva e Abdon (1998) na escala de 1:250.000, e na sequência o polígono do limite na escala de 1:250.000 foi reajustado por Silva (2014) para a escala de 1:100.000, utilizando 7 cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) folhas: SE-21-Z-C-VI – Alegria, SF-21-X-A-III - Aquidauana, SE-21-Z-C-III - Baía Das Pedras, SF-21-X-A-II – Miranda, SE-21-Z-C-V - Porto Ciríaco, SE-21-Z-D-I - São Francisco de Assis e SE-21-Z-D-IV - Serra de Maracajú de 1:100.000 (DSG-1966) todas digitalizadas que recobrem a área do Pantanal de Aquidauana, e com auxílio de imagens de satélite LANDSAT-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*) através do modo de edição no *Software ArcGis 10*.

Outro critério adotado foi a adequação da escala com as imagens LANDSAT, e segundo Florenzano (2011) para imagens com uma resolução espacial de 30 m, como a do sensor TM (*ThematicMapper*) e posteriormente para o OLI (*Operational Land Imager*), a referida escala (1:100.000) é a que permite extrair a maior quantidade de informação, com escalas menores ocorre uma compressão dos dados e, com escalas maiores uma degradação da imagem.

Por se tratar de uma região com diferentes formações vegetais, mas com o predomínio de formações savânicas, optou-se por utilizar o método de classificação orientada a objeto OBIA (*object-based image analysis*), atualmente este método tem apresentado resultados bastante satisfatórios no que se refere ao mapeamento e distinção entre regiões de savana e outras formações vegetais como apresentados por Whiteside et al. (2011), Garafolo et al. (2015) e Teixeira et al. (2015).

A elaboração do processo para a classificação das imagens pautou-se em quatro etapas fundamentais: 1) Pré-processamento; 2) segmentação; 3) classificação e 4) validação do mapeamento.

O trabalho foi desenvolvido com ajuda dos softwares: ENVI 5.1 nas etapas de (1) pré-processamento e (4) validação estatística, e do software *eCognition 8.0 (Definiens Imaging, Munich)*, nas etapas de (2) segmentação e (3) classificação dos alvos.

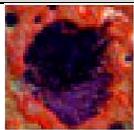
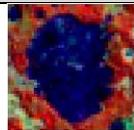
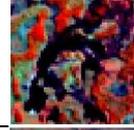
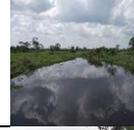
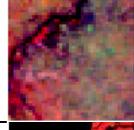
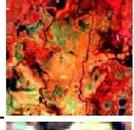
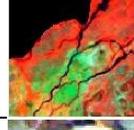
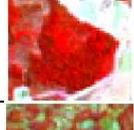
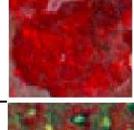
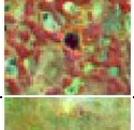
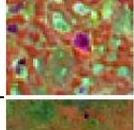
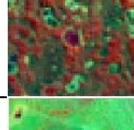
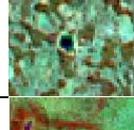
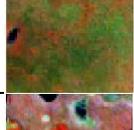
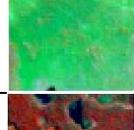
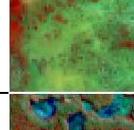
**1) Pré-processamento:** O pré-processamento se baseou na correção radiométrica das imagens dos anos de 1984, 1993, 2000 do satélite LANDSAT 5, sensor TM (*ThematicMapper*) e a de 2015 do LANDSAT-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), órbitas ponto 225/74, 225/73 e 226/74. As imagens foram carregadas uma a uma no *software* ENVI 5.1 no formato de arquivo MTL, em seguida através da ferramenta *Radiometric Calibration* aplicou-se o algoritmo de correção para cada imagem. Na sequência, após todas as imagens terem sido corrigidas radiometricamente, foram submetidas ao processo de correção atmosférica através da ferramenta *FLAASH Atmospheric Correction* que utiliza um dos algoritmos mais avançados para este tipo de correção, o *MODTRAN (Moderate Resolution Transmission Mode)*. Ainda nesta ferramenta ajustou-se alguns parâmetros como: tipo de sensor, no caso o TM e OLI; para o modelo atmosférico definiu-se a categoria *Tropical*; para o modelo de aerossol a categoria *Rural; 2-band (K-T)* para a recuperação de aerossol e a visibilidade inicial de 40 km. Por fim, foi feita a normalização das imagens corrigidas atmosféricamente, através da aplicação de uma função gaussiana, com a ferramenta *Band Math*.

O próximo passo foi a criação de um mosaico com as imagens já corrigidas, ainda no *software* ENVI 5.1, no qual as órbitas ponto 225/74, 225/73 e 226/74 respectiva de cada ano (1984, 1993, 2000 e 2015) foram agrupadas através da ferramenta *Seamless mosaic*. Após a elaboração do mosaico, realizou-se o recorte de área de estudo através da inserção do limite do Pantanal de

Aquidauana, na escala de 1:100.000, no formato *Shapefile*, que foi alterado para o formato *ROI* e sobreposto a imagem mosaicada e posteriormente recortada através das ferramentas: *Regions of Interest – Subset Data From ROIs*, assim gerando a imagem recortada do Pantanal de Aquidauana para os anos de 1984, 1993, 2000 e 2015.

Na sequência foi criado uma chave de interpretação para auxiliar na identificação dos elementos contidos nas imagens de 1984, 1993, 2000 e 2015. A interpretação dos alvos na imagem foi feita a partir da associação das características das 11 classes já definidas anteriormente e baseados em 4 (quatro) elementos interpretativos: cor, tonalidade, textura e forma das composições coloridas B3, R4, G5 das imagens do satélite Landsat-5/TM e B4, R5, G6 do satélite Landsat-8/OLI (Quadro 2) conforme o descrito por Florenzano, (2011) e nos conceitos de interpretação de alvos a partir de imagens de média resolução espacial desenvolvidos por Santos et al. (2012).

**Quadro 2** – Chave de Interpretação das imagens dos satélites Landsat 5 e 8 sensores (TM) e (OLI)

Classe Temática	Cor/Tonalidades e Formas				Foto	Coord. UTM	
	Ano	1984	1993	2000			2015
Baía							X. 633809 Y.7783692
Vazante							X. 614932 Y. 7783187
Formações Pioneiras							X. 627264 Y. 7777683
Ecótono							X. 649367 Y. 7853595
Encrave							X. 667456 Y. 7845821
Pastagem Plantada							X. 631349 Y. 7775980
Savana Florestada							X. 673804 Y. 7837990
Savana Arborizada							X. 629985 Y. 7806184
Savana Gramíneo - Lenhosa							X. 608529 Y.7823997
Vegetação Ciliar							X. 627753 Y. 7784610

Solo Exposto		X. 689085 Y. 7861129
Composições coloridas B3, R4, G5 das imagens do satélite Landsat-5/TM e B4, R5, G6 do satélite Landsat-8/OLI.		Escala 1:60.000

**2) Segmentação:** A segmentação foi feita no *software eCognition 8.0* e partiu da utilização da árvore de processo (*Process Tree*) no qual foram ajustados parâmetros de descrição como o algoritmo de segmentação a ser utilizado e a composição do critério de homogeneidade para o processo de segmentação da imagem. Primeiro definiu-se o *Multiresolution Segmentation* como o algoritmo para segmentação, na sequência atribuiu-se pesos (valores) de relevância para cada banda das imagens tanto para o Landsat-5/TM, quanto para o Landsat-8/OLI (Tabela 1) através da opção *Segmentation Settings*.

**Tabela 1** – Valores de relevância utilizados para cada banda do Landsat-5/TM e Landsat-8/OLI para o processo de segmentação

<i>Segmentation Settings</i>			
Bandas Landsat 5/TM	Valor	Bandas Landsat 8/OLI	Valor
1	1	1	1
2	1	2	1
3	1	3	1
4	8	4	1
5	1	5	8
6	1	6	1
-	-	7	1

Os valores variaram de 1 a 8, sendo que o valor 8 foi atribuído a banda 4 do Landsat-5/TM e a banda 5 do Landsat-8/OLI ambos referentes ao comprimento de onda na região do Infravermelho Próximo (0.76 - 0.90  $\mu\text{m}$ ), no intuito de destacar a vegetação no processo de segmentação. Outro parâmetro que foi realizado é a composição do critério de homogeneidade (*Composition of Homogeneity Criterion*) que leva em consideração atributos como escala, compacidade e forma dos objetos a serem segmentados, do qual após vários testes de segmentação realizados, chegou-se aos valores contidos na Tabela 2.

**Tabela 2** – Definição das composições e dos critérios de homogeneidades para segmentação

Ano	Escala	Compacidade	Forma
1984	2	0.003	0.03
1993	2	0.002	0.03
2000	2	0.002	0.03
2015	2	0.005	0.02

Estes valores foram os que apresentaram melhores resultados de segmentação, conseguindo separar os alvos de acordo com proposto na chave de interpretação, sendo assim escolhidos para a condução da próxima etapa, a classificação dos alvos segmentados.

**3) Classificação:** A classificação orientada a objeto foi executada através do classificador *Nearest Neighbor* (Vizinho Mais Próximo). Antes de executar a classificação, adicionou-se alguns parâmetros através da ferramenta de edição *Edit Standard Nearest Neighbor Feature Space*, utilizados como critérios que auxiliam na potencialização do classificador na separação e identificação dos objetos na imagem.

Os critérios adicionados foram o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) ou (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), o NDWI (*Normalized Difference Water Index*) ou (Índice de Água por Diferença Normalizada); médias de refletância das bandas (1, 2, 3, 4, 5 e 6) das imagens do satélite Landsat 5/TM e (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) das imagens do satélite Landsat 8/OLI; Geometria (área, índice de largura, largura e comprimento); Forma (assimetria, índice de borda, compacidade, índice de forma).

**4) Validação do Mapeamento:** A validação estatística do mapeamento foi feita a partir da distribuição aleatória de pontos de controle para cada imagem (1984, 1993, 2000 e 2015). Foram distribuídos por volta de 800 pontos de verdade terrestre para cada imagem classificada, incluindo pontos obtidos a campo através de GPS que foram processados com o módulo de validação estatística disponível no software ENVI 5.1 que utiliza para avaliação dos resultados da classificação, a Matriz de Confusão (CONGALTON, 1991), na qual foi avaliada pelos coeficientes de Índice *Kappa* e Acurácia Global.

E por último os valores do Índice *Kappa* e Acurácia Global foram comparados aos limiares estabelecidos por Landis e Koch (1977), conforme o Quadro 3, que representam os níveis de desempenho da classificação e indicam a qualidade do mapa temático.

**Quadro 3** – Qualificação de acordo com o Índice *Kappa*

Índice <i>Kappa</i>	Concordância
0,00	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Bom
0,61 a 0,80	Muito Bom
0,81 a 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Mapas de uso da terra e cobertura vegetal

A partir da técnica de mapeamento orientada a objeto (OBIA), obteve-se quatro (4) mapas temáticos de uso da terra e cobertura vegetal para o Pantanal de Aquidauana dos anos de 1984, 1993, 2000 e 2015. Foram identificadas e mapeadas onze (11) classes temáticas: Baía, Vazante, Formações Pioneiras, Écotoño, Enclave, Pastagem Plantada, Savana Florestada, Savana Arbórea, Savana Gramíneo – Lenhosa, Vegetação Ciliar e Solo Exposto.

#### 3.2 Avaliação dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal

Os quatro (4) mapas temáticos foram avaliados pelo Índice *Kappa* e Acurácia Global, e os valores obtidos do Índice *Kappa* foram: 0,923, 0,9141, 0,9290 e 0,8711 respectivamente para os anos de 1984, 1993, 2000 e 2015, avaliados como EXCELENTE, segundo o estipulado por Landis e Koch (1977).

Paras as classes temáticas classificadas como Formações Pioneiras e Ecótono foi necessário fazer edições manuais para todos os anos analisados, no intuito de poder realçar e corrigir áreas resultantes de confusão na classificação, devido à similaridade entre ambas as classes a partir das amostras fornecidas. A edição foi refeita e submetida a validação estatística várias vezes até a obtenção dos valores atuais de excelência.

Na sequência a Tabela 3 demonstra os valores obtidos de avaliação para cada classe mapeada e os valores finais de índice *Kappa* e Acurácia Global para cada ano de mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal.

**Tabela 3** – Avaliação de precisão dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal

Ano	1984		1993		2000		2015	
	A. P (%)	A. U (%)						
Baía	100,00	97,62	100,00	100,00	97,62	100,00	90,16	100,00
Vazante	93,75	96,77	100,00	100,00	96,67	96,67	100,00	100,00
*F. P	89,90	96,74	95,00	95,96	82,18	97,65	100,00	96,12
Ecótono	97,00	98,98	94,00	94,95	99,01	93,46	60,00	93,75
Encrave	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	95,65
*P. P	85,15	86,87	94,00	89,52	99,01	95,24	99,00	78,57
*S. F	96,97	90,57	88,00	84,62	89,00	90,82	82,00	88,17
*S. A	91,00	86,67	93,00	87,74	87,00	82,86	86,14	84,47
*S. GL	96,00	96,97	83,00	88,30	95,96	92,23	100,00	65,43
*V. C	96,04	97,98	90,00	98,90	97,98	97,98	92,00	97,87
*S. E	90,00	84,38	100,00	96,88	100,00	100,00	88,00	100,00
<b>Indicie Kappa</b>	0,9277		0,9141		0,9290		0,8711	
<b>Acurácia Global</b>	93,5601%		92,3451%		93,6817%		88,4758%	

\*F. P = Formações Pioneiras; P. P = Pastagem Plantada; S. F = Savana Florestada; S. A = Savana Arbórea; S. GL = Savana Gramíneo – Lenhosa; V. C = Vegetação Ciliar; S. E = Solo Exposto.

\*A. P: Acurácia do Produtor; A.U: Acurácia do Usuário.

A acurácia de produtor (A.P) refere-se à probabilidade de um pixel de referência ter sido corretamente classificado. E a acurácia de usuário (A.U) indica a probabilidade que um pixel classificado na imagem de fato representar aquela categoria no campo (CATTANI et al., 2013).

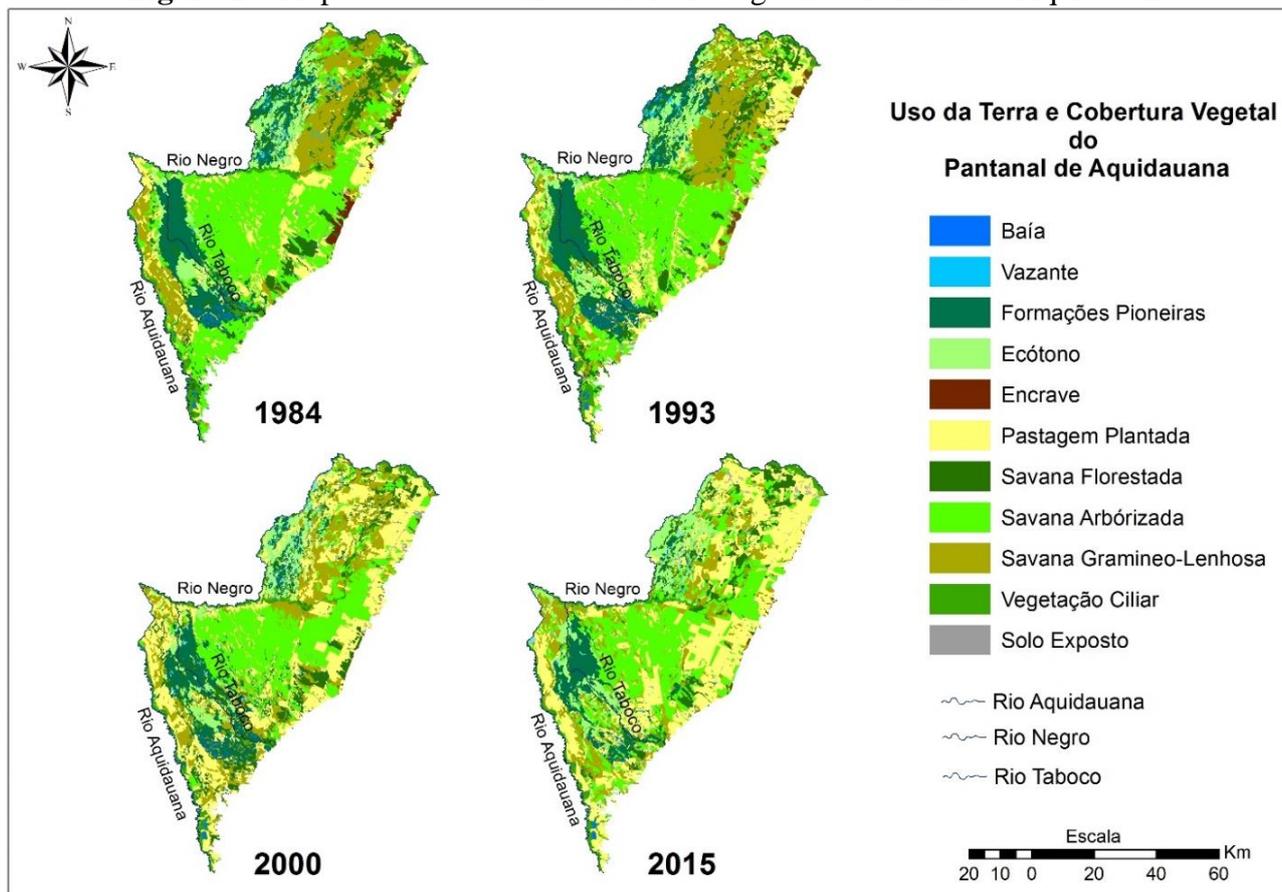
### 3.3 Análise multitemporal nas mudanças do uso da terra e cobertura vegetal no Pantanal de Aquidauana

Os resultados obtidos no mapeamento permitiram quantificar e analisar as alterações ocorridas nos modos de uso da terra e na cobertura vegetal entre os anos de 1984, 1993, 2000 e 2015. A Figura 2 demonstra os mapas pareados, indicando as modificações ocorridas na paisagem ao decorrer das décadas analisadas.

A Tabela 4 demonstra os valores das onze (11) classes temáticas mapeadas, no qual foram quantificados os valores de cada região ocupada em porcentagem (%).

Em 1984 as áreas de baía ocupavam 1,15 % e no ano de 1993 houve uma queda e passou a representar 0,91%. Já para o ano de 2000 teve um aumento quando comparado ao ano anterior 1993, que passou para 1,05%, este aumento se deu por conta das chuvas que ocorreram acima da média neste ano, para o mês de agosto conforme o constatado por Bacani et al. (2004), uma vez que as baías são corpos d'água que surgem devido à sazonalidade dos níveis de chuva e possuem também ligações permanentes ou temporários com os rios do entorno (SOBRINHO; ALVES, 2011).

O Quadro 4 apresenta valores de precipitação para o mês de agosto de 2000 das estações pluviométricas Iguaçu (s 19°56'35", w 55°47'32") e Taboco (s 20°04'13", w 55°38'39") localizadas dentro da área de estudo.

**Figura 2** – Mapas de uso da terra e cobertura vegetal do Pantanal de Aquidauana**Tabela 4** – Valores de cada classe temática de uso da terra e cobertura vegetal

Classe Temática/Ano	1984	1993	2000	2015
	%	%	%	%
Baía	1,15	0,91	1,05	0,58
Vazante	0,70	0,72	0,86	0,75
Formações Pioneiras	10,09	11,36	8,19	5,25
Ecótono	7,22	7,13	6,64	6,31
Enclave	1,25	1,12	0,16	0,33
Pastagem Plantada	13,58	16,54	29,46	40,17
Savana Florestada	9,81	9,55	8,47	6,22
Savana Arborizada	35,53	31,40	24,46	22,96
Savana Gramíneo-Lenhosa	14,85	16,20	16,11	12,68
Vegetação Ciliar	4,94	4,20	4,04	4,06
Solo Exposto	0,88	0,87	0,56	0,68
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Quadro 4** – Dados estações pluviométricas

Estação Pluviométrica	Mês	Ano	Média em mm	Chuva em mm
Iguaçu	Agosto	2000	27,9	77,4
Taboco	Agosto	2000	27,8	61,8

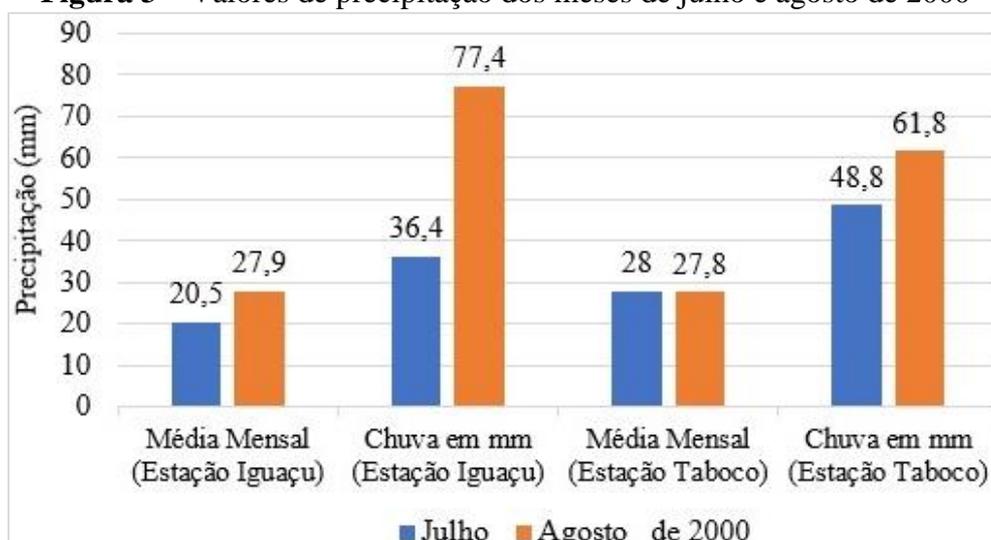
Fonte: EMBRAPA (2016).

Em 2015 as regiões de baías representavam 0,58% de área mapeada o menor valor entre os anos analisados, um dos fatores que podem auxiliar na explicação dessa diminuição, segundo Queiroz Neto et al. (1996) é que nas fases mais críticas da estação seca as baías diminuem consideravelmente de volume e algumas chegam a secar. E outro fator que provavelmente contribuiu para a redução, está relacionado com a ação antrópica nos modos de uso da terra, principalmente a alteração da cobertura vegetal nativa do entorno de algumas baías conforme observado ao comparar com as imagens passadas substituindo-as por capins exóticos plantados. A classe temática Baía (Figura 4, foto **a**) apresentou uma tendência à redução quando comparado os anos de 1984, 1993 e 2015.

As vazantes (Figura 4, foto **b**) tiveram valores bem parecidos quando comparados os anos de 1984, 1993 e 2015, apresentando um leve aumento no ano de 2000, e por se tratar de um ambiente úmido perene, este aumento pode estar relacionado com o volume de chuvas acima da média ocorrido no mês de agosto para o ano de 2000. Para Bacani et al., (2004), e Rodela et al., (2008) as chuvas acarretam respostas rápidas à umidade do solo e ao levantamento do nível freático, contribuindo para as inundações/umedecimento dos solos de forma significativa entre 30 e 60 dias após o início das chuvas médias a fortes.

A Figura 3 (gráfico) apresenta os valores médios mensais e o volume em mm de chuvas (EMBRAPA, 2016) das estações pluviométricas Iguaçu (s 19°56'35", w 55°47'32") e Taboco (s 20°04'13", w 55°38'39") situadas dentro da área de estudo. Estas demonstraram que para o mês de julho (anterior) e agosto (mês do mapeamento) do ano de 2000, houveram chuvas bem acima de média para mês de agosto considerado um período de seca, o que pode ajudar a explicar os valores elevados das vazantes no ano de 2000.

**Figura 3** – Valores de precipitação dos meses de julho e agosto de 2000



Fonte: EMBRAPA (2016).

As Formações Pioneiras (Figura 4, foto **c**) foram mapeadas no Pantanal de Aquidauana nas regiões de planície aluviais ao noroeste (NO) do rio Negro, junto aos ecótonos (contato com savanas) assim como os resultados já encontrados por (SILVA et al., 2011), e ao longo das planícies aluviais do rio Taboco em regiões de planossolo, resultado similar ao mapeado por Manabe e Silva (2010).

Ao comparar as áreas ocupadas por formações pioneiras entre os anos de 1984 (10,09%) e 1993 (11,36%), observou-se que houve um aumento de 1,27 %, uma vez que as áreas de formação pioneira para o ano de 1993 apresentaram-se, maiores e mais preservadas em relação ao ano anterior. Este aumento natural das áreas de formação pioneira se dá pelo fato do ano de 1993 concentrar mais áreas úmidas, reflexo da cheia, principalmente nas planícies do rio Taboco em comparação com o ano anterior para mesma região, embora ambas imagens sejam do mês de agosto, um mês considerado seco. As formações pioneiras refletem as cheias dos rios nas épocas chuvosas ou depressões alagáveis

todos os anos, pois se aproveitam do solo sem ocupação deixado pelo fim da cheia para seu desenvolvimento, uma vez que as espécies pioneiras apresentam maior facilidade de estabelecimento em uma área de regeneração (IBGE, 1992).

Quando comparado os anos de 1984 e 1993 com os anos de 2000 e 2015, pôde-se observar que houve uma grande redução das áreas de formação pioneira. Esta redução está relacionada com a inserção de pastagem plantada principalmente em regiões de médio curso do rio Taboco e em pequenas porções da região noroeste (NO) da planície do rio Negro conforme o mapeado. Outro fator que influencia na redução são as alterações naturais que ocorrem nas planícies do rio Negro e Taboco, no qual observou-se que algumas regiões de formações pioneiras para o período seco do ano 2000, passaram a ser áreas de transições florísticas com as savanas interpenetrando-se umas às outras, formando regiões de ecótonos em 2015. De maneira geral a vegetação pioneira é considerada aquela em constante sucessão ecológica que ocorre em terrenos instáveis (MANABE; SILVA, 2010).

**Figura 4** – Fotos tiradas a campo das áreas de (a) Baía, (b) Vazante, (c) Formações Pioneiras



Fonte: Silva, L.F (2016). Outubro de 2016.

As áreas de ecótonos (Figura 5, foto **d**) no Pantanal de Aquidauana são formadas segundo Silva et al., 2010 e Silva et al., 2011 por contatos florísticos entre as formações pioneiras e as savanas principalmente a savana arborizada. Neste mapeamento as áreas de ecótonos foram identificadas e mapeadas em porções das regiões sudestes (SE) nas planícies aluviais do rio Taboco e ao noroeste (NO) nas planícies aluviais do rio Negro, assim como os resultados obtidos por Silva et al., 2010.

Em relação às mudanças da classe, entre os anos de 1984 e 1993 não apresentaram alterações relevantes em seus valores, uma vez que em 1984 as áreas de ecótonos representavam 7,22% e em 1993 representava 7,13% da área da região. Comparado com os mapeamentos recentes entre as décadas de 2000 e 2015, conclui-se que entre estes anos também não houve grandes modificações na classe, uma vez que em 2000 os ecótonos ocupavam 6,64% da área, já em 2015 representavam 6,31%.

**Figura 5** – Fotos tiradas a campo das áreas de (d) Ecótono, (e) Enclave, (f) Pastagem Plantada



Fonte: Silva, L.F (2016). Julho e Outubro de 2016.

Ao analisar o comportamento das áreas de ecótonos com os quatro anos mapeados (1984, 1993, 2000 e 2015), observou-se que há uma redução da classe, quando comparado o ano de 2015 com os anos anteriores, esta queda está relacionada principalmente, com a substituição das áreas de savana arborizada por pastagem plantada e pela diminuição das áreas formações pioneiras, que ao longo dos anos analisados também foram diminuindo.

Para estas áreas de ecótonos e de formações pioneiras no Pantanal de Aquidauana a dinâmica de inundação e a movimentação da vegetação é muito complexa, o que exige estudos mais aplicados e detalhados para estas regiões.

Os encraves (Figura 5, foto e) foram identificados no Pantanal por Silva et al. (2011) e definido por contatos florísticos que se interpenetram e não se misturam. No Pantanal de Aquidauana são formadas por pequenas regiões de floresta estacional semi-decidual submontana (mata) a leste (L) rodeadas por savanas, mapeadas próximo ao sopé da serra de Maracajú, resultados que também foram obtidos por Silva et al. (2010).

As áreas de encraves sofreram uma grande redução quando comparados os valores de 1984 (1,25%), 1993 (1,12%) e 2000 (0,16%). Esta redução ocorreu devido ao desmatamento da região para inserção de pastagens exóticas para atividade de pecuária, de acordo com Silva et al. (1998) e, conforme observado neste mapeamento. Já em 2015 houve um leve aumento (0,33%), mas que ainda é considerado baixo, quando comparado aos anos de 1984 e 1993 e pode estar relacionado com a regeneração de alguns fragmentos. A região é tomada por grandes fazendas, além de estar as margens da BR 416 que atravessa grande parte do Pantanal de Aquidauana, partindo da região sul (S) até a nordeste (NE) cruzando a ponte sobre o rio Negro no limite da sub-região do Pantanal de Aquidauana com a Nhecolândia e do município de Aquidauana com o município de Rio Verde de Mato Grosso, o que facilita o escoamento de gado, e de outros produtos.

A pastagem plantada (Figura 5, foto f) é representada por gramíneas exóticas, geralmente as espécies mais utilizadas são as braquiárias: *Brachiaria* (*Urochloa decumbens*), Capim-marandu (*Urochloa, brizantha*) e Humidicola (*Urochloa humidicola*), Silva et al. (2011).

Ao avaliar os valores da classe mapeada observou-se um aumento evolutivo das áreas ocupadas por pastagem plantada de 1984 (13,58%), 1993 (16,54%), 2000 (29,46%) e 2015 (40,17%). Esta evolução das áreas de pastagem plantada mapeadas no Pantanal de Aquidauana, durante os anos analisados ocorre através do desmatamento principalmente de savana florestada e arborizada que são as mais desmatadas no Pantanal segundo Silva et al. (1998), Mourão et al. (2000). Resultados semelhantes referentes ao aumento de pastagem plantada através de análise multitemporal de uso da terra e cobertura vegetal foram encontrados por Silva e Bacani (2015) para o Pantanal de Aquidauana.

Segundo Araújo (2011) que avaliou a pecuária no Pantanal e as novas tendências no processo de produção de Aquidauana, constatou que com o avanço técnico-científico dos modos de produção da pecuária nos últimos 30 anos, houve um aumento nos números de estabelecimentos rurais na região pantaneira do município de Aquidauana. Relacionados a este aumento de unidades produtivas, estão os aumentos dos números do rebanho de bovinos e a mudança das áreas de pastagem, que foram inversamente proporcionalizadas numa substituição de pastos nativos da região, por outras espécies plantadas. Estas atividades constatadas por Araújo (2011) relacionadas às modificações na produtividade da pecuária Aquidauanense ao longo das décadas, conseqüentemente refletem nos modos de uso da terra, e ajudam a entender a relação do aumento das áreas de pastagem plantada ao longo das décadas analisadas para o Pantanal de Aquidauana.

A savana florestada (Figura 6, foto g) apresentou uma pequena diminuição, quando comparados os anos de 1984 (9,81%) e 1993 (9,55%). A partir do ano de 2000, continuou a cair, onde neste mesmo ano as savanas florestadas ocupavam 8,47% da área mapeada, e na sequência, em 2015 teve uma diminuição mais significativa ainda destas áreas que representam atualmente apenas 6,22% da área mapeada. Esta tendência a diminuição deste tipo de savana, está apresentada em vários trabalhos feitos por profissionais que monitoram a vegetação e os desmatamentos no Pantanal desde o final da década de 90, no qual afirmam que este tipo savana (Florestada), é uma das que mais vêm

sofrendo profundas transformações principalmente através do desmatamento, para inserção de áreas de pastagem plantadas conforme o constatado por (SILVA et al., 1998; MOURÃO et al., 2000b; PADOVANI et al., 2004; HARRIS et al., 2006 e TOMAS et al., 2009).

As regiões de savana arborizada (Figura 6, foto **h**) são as maiores áreas de savanas e de vegetação nativa mapeada, e estão bem espalhadas pelo Pantanal de Aquidauana, resultado parecido com obtido por Mengatto Junior et al. (2010) que mapeou e avaliou a distribuição da savana (cerrado) no Pantanal brasileiro. Ao comparar os valores desta classe, notou-se que houve uma queda de suas áreas de ocupação entre os anos de 1984 (35,53%), 1993 (31,40%), 2000 (24,46%) e 2015 (22,96%), que também estão relacionados com os desmatamentos para criação de pasto, assim como o caso das savanas florestadas em algumas regiões, principalmente as mais próximas às estradas, conforme o observado quando comparado os mapeamentos dos anos de 2000 e 2015 com as mesmas regiões de anos anteriores.

As savanas gramíneo-lenhosas (Figura 6, foto **i**) são predominantes nas regiões Norte (N) e no Oeste (W) do limite do Pantanal de Aquidauana, e como característica principal de sua formação estão os capins nativos compostos principalmente por Caronal, Fura-bucho, intercalados com Murundus de Lixeira, Capim-mimoso, Grama-do-cerrado e Rabo-de-burro (Pott, 1982; SILVA et al., 2011), que também são utilizados como alimentação para o gado bovino nesta região do Pantanal.

Em 1984 as áreas de savana gramíneo-lenhosa ocupavam 14,85% da região, uma área maior que a de pastagens plantadas para o mesmo ano. Para o ano de 1993 observou-se um aumento quando comparado com ano de 1984, do qual áreas de savana gramíneo-lenhosa passaram a ocupar 16,20% da região, este aumento pode estar relacionado ao manejo deste tipo de pastagem principalmente através de queimadas, que de acordo com Pereira e Peres (1985), pastagens naturais dos cerrados, quando queimadas, têm restauração muito rápida nos primeiros dias de chuva subsequente. Em 2000 os valores de savana gramíneo-lenhosa mantiveram-se relativamente parecidos com o ano de 1993, ocupando 16,11% da área, mas que se comparado com áreas de pastagem plantada no ano de 2000 apresentou valor bem inferior, indicando uma clara tendência à redução, confirmada no ano de 2015 das áreas de savana gramíneo-lenhosa, representado por apenas 12,68% da região do Pantanal de Aquidauana.

Segundo Araújo (2011), entre as décadas de 1990 e 2000 a pecuária pantaneira de Aquidauana passou por profundas transformações, devido à incorporação de técnicas modernas no contexto de globalização e flexibilização produtiva adotada pela maioria dos produtores e suas propriedades, entre elas a criação de novas invernadas, novas formas de confinamento e principalmente substituição completa ou de 90% de áreas de pastagem nativa por pastagens exóticas introduzidas.

**Figura 6** – Fotos tiradas a campo das áreas de **(g)** Savana Florestada, **(h)** Savana Arborizada, **(i)** Savana Gramíneo-Lenhosa



Fonte: Silva, L.F (2016). Julho e Outubro de 2016.

A vegetação ciliar (Figura 7, foto **j**) apresentou uma pequena redução, principalmente devido a inserção de pastagem plantada em alguns trechos do rio Taboco, mas que mantém valores

consideravelmente equilibrados entre os anos de 1984 (4,94%), 1993 (4,20%), 2000 (4,04%) e 2015 (4,06%).

A classe solo exposto (Figura 7, foto **k**) está relacionada com as estradas e principalmente com o desmatamento da vegetação tanto nativa quanto de exóticas plantadas. Os valores desta classe mostram-se estáveis entre os de 1984 (0,88%) e 1993 (0,87%), já no de 2000 apresentou uma redução comparada aos anos anteriores ocupando 0,56% da área. Essa diminuição está relacionada principalmente porque algumas regiões de solo exposto (entre os anos de 1984 e 1993) foram convertidas em pasto em 2000.

No ano de 2015 houve um aumento de 0,12% nas áreas de solo de exposto em relação ao ano de 2000, representando 0,68% da área mapeada, este aumento pode estar relacionado com o surgimento de novas estradas (“cabriteiras”) e com o desmatamento da vegetação, tanto nativa quanto de exóticas plantadas para criação e renovação de pasto.

**Figura 7** – Fotos tiradas a campo das áreas de **(j)** Savana Florestada, **(k)**



**Fonte:** Silva, L.F (2016). Outubro de 2016.

O uso de técnicas de classificação orientada a objeto na identificação de diferentes formações vegetais e do uso da terra para diferentes regiões do Pantanal vem sendo bastante utilizado nos últimos anos e apresentam resultados bem satisfatórios segundo Zanotta et al., (2010), Gomes et al., (2014), utilizando diferentes sensores orbitais. Os trabalhos desenvolvidos para esta região frisam a importância das informações extraídas do trabalho a campo que auxiliam e potencializam ainda mais o uso técnica, que para o caso do Pantanal de Aquidauana foi de suma importância e utilizado uma quantidade relevante de informação de campo (pontos de GPS, fotos, identificação dos vegetais) oriundas de pesquisas feitas a partir de 2013. Ressaltamos também a importância e a utilização dessas informações obtidas em campo, que somadas as novas abordagens tecnológicas podem auxiliar em mapeamentos de formações vegetais em escalas de maior detalhe, podendo alcançar altos níveis de acurácia e fidedignidade cartográfica com a realidade.

#### 4 CONCLUSÕES

As técnicas de classificação orientada a objeto aplicadas permitiram identificar 7 diferentes formações vegetais naturais (Formação Pioneira, Ecótono, Encrave Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Gramíneo – Lenhosa e Vegetação Ciliar); 2 modos de uso da terra (Pastagem Plantada e Solo Exposto); além de 2 formas de massas hídricas (Baías e Vazantes) predominantes no Pantanal de Aquidauana. O índice de concordância *Kappa* e acurácia global apresentaram resultados muito satisfatórios referentes à qualidade estatística dos mapeamentos.

A partir da análise multitemporal pôde-se observar que entre as décadas analisadas houve uma redução da cobertura vegetal natural e o aumento das áreas de pastagens plantadas. As savanas foram as formações vegetais naturais que mais sofreram redução de suas áreas, seguidas por encraves, formações pioneiras e ecótonos.

O mapeamento um pouco mais detalhado da cobertura vegetal comparando os modos de uso da terra utilizando técnicas de classificação orientada a objeto, permite o monitoramento desses diferentes ambientes existentes no Pantanal de Aquidauana que de certa forma são ambientes extremamente frágeis que necessitam de acompanhamento, para que a atividade econômica exercida ali, no caso a pecuária, possa ser alinhada da forma mais sustentável possível pelos gestores para a manutenção e sustentação dos recursos naturais disponíveis que mantém ciclo de vida das planícies pantaneiras.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem primeiramente a CAPES pela bolsa de mestrado concedida, e aos professores Msc. Paulo Landgraf Filho e a Dra. Camila Aoki pelo apoio na identificação botânica e fitogeográfica e a UFMS pelo apoio logístico.

## REFERENCIAS

ARAÚJO, A. G. de J. **A pecuária no Pantanal: novas tendências no processo de produção de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2011. 153p.

ARCGIS/ARCINFO. **Environmental Systems Research Institute Inc. software ArcGis Version 10**, 2012. 1 Cd Rom.

BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A. Y.; MASCRÉ, C.; BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J. P. Oscilação sazonal do lençol freático no entorno da lagoa Salina do Meio, Pantanal da Nhecolândia (MS). In: IV SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONOMICOS DO PANTANAL. **Anais...** Corumbá, p. 2-7. 2004.

BENZ, U.; C. HOFMANN, P.; WILLAUK, G.; LINGENFELDER, I.; HEYNEN, M. Multi-Resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Senseig**, Amsterdam. v.58, n. ¾, p. 239-258. 2004.

BRASIL, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra.** Folha SE. 21 Campo Grande. Rio de Janeiro, 1982.

BURGI, M.; HERSPERGER, A. M.; SCHNEEBERGER, N. Driving forces of landscape change—current and new directions. **Landscape Ecology**, 19, p.857–868, 2004.

CATTANI, C. E. V.; MERCANTE, E.; WACHHOLZ DE SOUZA, C. H.; WRUBLACK, S. C. Desempenho de algoritmos de classificação supervisionada para imagens dos satélites RapidEye. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** Foz do Iguaçu, p. 8005-8010. 2013.

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 49 n. 12, p. 1671-1678, 1991.

COPPIN, P.; JONCKHEERE, I.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; LAMBIN, E. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. **International Journal of Remote Sensing**, v 25, n 9, p. 1565–1596, 2004.

DEFINIENS IMAGING. **eCognition:** user guide. 2000, 468 p. Disponível em: <<http://www.definiens-imaging.com/down/ecognition>>. Acesso em: 10 mar. de 2016.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SE-21-Z-C-VI** – Alegria, Escala 1:100.000.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SF-21-X-A-III** – Aquidauana, Escala 1:100.000.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SE-21-Z-C-III** – Baía Das Pedras, Escala 1:100.000.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SF-21-X-A-II** – Miranda, Escala 1:100.000.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SE-21-Z-C-V** – Porto Ciríaco, Escala 1:100.000.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SE-21-Z-D-I** – São Francisco de Assis, Escala 1:100.000.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SE-21-Z-D-IV** – Serra de Maracajú, Escala 1:100.000.

EMBRAPA. **Dados de chuvas.** Disponível em: <<http://www.cpao.embrapa.br/clima/clima.cpao/index.php?pg=chuvams&cidade=Aquidauana>>. Acesso em: 29 jun. de 2016.

ENVI/ESRI. **Environmental Systems Research Institute Inc. software ENVI 5.1.** Bolder, Colorado, 2014. 1 Cd Rom.

FERNANDES, R. R. **Uso de geotecnologias no mapeamento do uso da terra e estudo de fitofisionomias em áreas úmidas na região do médio Araguaia.** Cuiabá, 2012. 102 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT - 2012.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** 3 ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, p, 52-62, 2011.

GARAFOLO, D. F. T.; MESSIAS, C. G.; LIESENBERG, V.; BOLFE, E. L.; FERREIRA, M. C. Análise comparativa de classificadores digitais em imagens do Landsat-8 aplicados ao mapeamento temático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, p 593-604, 2015.

GOMES, P. B.; BOLFE, E. L.; ARAUJO, L. S.; VICTORIA, D. C.; GARRASTAZU, M. C. Classificação de formações vegetais do Pantanal por meio da análise orientada a objeto em imagens de satélite de alta resolução espacial. In: 5º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária. p.314-324. 2014.

HARRIS, M. B.; ARCÂNGELO, C.; PINTO, E. C. T.; RAMOS NETO, M. B.; SILVA, S. M. Estimativa da perda de cobertura vegetal original na Bacia do Alto Paraguai e Pantanal brasileiro: ameaças e perspectivas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 2, p. 50-66. 2006.

IBGE. **Manual Técnico da vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 92, 1992.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ªed Revista e Ampliada. Rio de Janeiro, IBGE, 2ªe p. 271, 2012.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J. **Land-Use and Land-Cover Change**. Local Processes and Global Impacts, Global Change—The IGBP Series. Springer, 2006.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.

LANDSAT TM 5: imagem de satélite. Virginia: **USGS - United States Geological Survey**,1984. 1 fotografia área. Escala 1:100.000. Bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7.

LANDSAT TM 5: imagem de satélite. Virginia: **USGS - United States Geological Survey**,1993. 1 fotografia área. Escala 1:100.000. Bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7.

LANDSAT TM 5: imagem de satélite. Virginia: **USGS - United States Geological Survey**, 2000. 1 fotografia área. Escala 1:100.000. Bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7.

LANDSAT OLI 8: imagem de satélite. Virginia: **USGS - United States Geological Survey**, 2015. 1 fotografia área. Escala 1:100.000. Bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

MANABE, V. D.; SILVA, J. dos S. V. Distribuição de formações Pioneiras no Pantanal brasileiro. In: 3º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, Cáceres. **Anais...** Cáceres: Embrapa Informática Agropecuária. p.304-313. 2010.

MENGATTO JUNIOR E. A.; SILVA, J. dos S. V.; CINQUINI, J. A. Distribuição da Savana (Cerrado) no Pantanal brasileiro: uma análise quantitativa. In: 3º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, Cáceres. **Anais...** Cáceres: Embrapa Informática Agropecuária. p.414-423. 2010.

MILNE, E.; ASPINALL, R. J.; VELDKAMP, T. A. Integrated modelling of natural and social systems in land change science. **Landscape Ecology**, 24, p.1145–1147, 2009.

MOURÃO, G.; COUTINHO M.; MAURO, R.; CAMPOS, Z.; TOMÁS W.; MAGNUSSON, W. Aerial surveys of caiman, marsh deer and pampas deer in the Pantanal wetland of Brazil. **Biological Conservation**, v. 92, n. 2, p.175-183, 2000.

MOURÃO, G. M.; COUTINHO, M. E.; SILVA, M. P.; MAURO, R. A.; CAMPOS, Z. M.; MAGNUSSON, W. E.; TOMAS, W. M. Human-induced land cover change in the Brazilian Pantanal. In: SIMPOSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONOMICOS DO PANTANAL, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000b. p. 1-15. CD-ROM.

PADOVANI, C. R.; CRUZ, M. L. L.; PADOVANI, S. L. A. G. Desmatamento do Pantanal Brasileiro para o ano 2000. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004.

PEREIRA, J.; PERES, J. R. Manejo de matéria orgânica: Solos dos cerrados tecnologia e estratégias de manejo. **Embrapa-CPAC/Nobel**, São Paulo, p.261-284. 1985.

PINHEIRO, E. S.; KUX, H. Imagens QuickBird Aplicadas ao Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. In: **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos Sistemas Sensores e Métodos Inovadores**. São Paulo, Oficina de Textos, p. 286. 2005.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, p.160. 2012.

POTT, A. **Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa-UEPAE de Corumbá. Circular Técnica, Corumbá. p. 49. 1982.

QUEIROZ NETO, J. P.; SAKAMOTO, A. Y.; LUCATI, H. M.; FERNANDES, E. Dinâmica hídrica de uma lagoa salina e seu entorno na área do Leque, Nhecolândia, Pantanal – MS. In: II SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO – ECONÔMICOS DO PANTANAL. **Anais...** Corumbá, p. 144-149, 1996.

RODELA, L. G.; SANTOS, S.; A. PELLEGRIN, L. A.; RAVAGLIA, A.; MAZIN, V.; QUEIROZ NETO, J. P. Mapeamento de unidades de paisagem em nível de fazenda, Pantanal da Nhecolândia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Corumbá, Embrapa Pantanal, p 24, 2008.

SANTOS, S. A.; CARDOSO, SANTOS, E. L.; SILVA, R. A. M.; PELLEGRIN, A. O. **Princípios básicos para a produção sustentável de bovinos de corte no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, p. 25. 2002.

SANTOS, D. dos G.; MAÇORANO, R. P.; SILVA, G. B. S.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C. Interpretação de Alvos a Partir de Imagens de Média Resolução Espacial. **Empresa de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, v. 21, p 01-24, 2012.

SILVA, L. F.; BACANI, V. M. Análise multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal no pantanal de Aquidauana com o uso de geotecnologias. **REDE - Revista Eletrônica PRODEMA**. v. 9, n. 2, p. 27-40. 2015.

SILVA, L. F. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal no pantanal de aquidauana com o uso de geotecnologias**. Monografia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, p, 81. 2014.

SILVA, J. dos S. V.; POTT, A.; ABDON, M. de M.; POTT, V.; J. SANTOS, K. R. Projeto GeoMS: Cobertura vegetal e uso da terra do estado do Mato Grosso do Sul. Embrapa Informática Agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, 64 p. 2011.

SILVA, A. M.; SILVA, J. dos S. V.; LUCIANO, A. C. S. Distribuição dos contatos florísticos e refúgios vegetacionais no Pantanal brasileiro. In: 3º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, Cáceres, 2010. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.352 - 362. 1 CD ROM.

SILVA, J. dos S. V.; ABDON, M. M.; SILVA, M. P.; ROMERO, H. R. Levantamento do desmatamento do Pantanal Brasileiro até 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1739-1745, 1998.

SILVA, J. dos S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p 1703-1711, 1998.

SOBRINHO, J. A. F.; ALVES, M. C. Variação temporal da assinatura espectral da baía de Chacororé no Pantanal de Mato Grosso. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, **Anais...** Curitiba, INPE. p, 5255-5261. 2011.

TEIXEIRA, L. R.; NUNES, G. M.; FINGER, Z.; SIQUEIRA, A. J. B. Potencialidades da classificação orientada a objetos em imagens SPOT 5 no mapeamento de fitofisionomias do cerrado. **Revista Espacios**. v.36, n 20, p 1, 2015.

TOMAS, W. M.; MOURÃO, G.; CAMPOS, Z.; SALIS, S. M.; SANTOS A. P. Intervenções humanas na paisagem e nos habitats do Pantanal. Corumbá: **Embrapa Pantanal**, p. 1-59, 2009.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. Estudo Fitogeográfico: classificação fisionômico- ecológica da vegetação da parte ocidental da folha SF. 21 Campo Grande: **Projeto RadamBrasil**, p.86. 1982.

ZANOTTA, D. C.; NOVAK, T.; COSTA, S. M. C.; ZANI, H.; ALMEIDA, C. M. Detecção de queimadas no Pantanal a partir de classificação orientada a objeto e informações multiespectrais de sensoriamento remoto. In: 3º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, Cáceres. **Anais...** Cáceres: Embrapa Informática Agropecuária. p.800-808. 2010.

WHITESIDE, T. G.; BOGGS, G. S.; MAIER, S. W. Comparing object-based and pixel-based classifications for mapping savannas, **Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.** 13(6), p 884–893, 2011.

**Data de submissão:** 27.04.2017

**Data de aceite:** 30.10.2018

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.