

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS MUDANÇAS NA COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA DE 1995 A 2015 NO PANTANAL DO ABOBRAL, MATO GROSSO DO SUL

Bruna da Silva Andrade¹

Universidade Anhanguera Uniderp
Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: andradebrunad@gmail.com

Mauro Henrique Soares da Silva²

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: mauro.soares@ufms.br

Ademir Kleber Morbeck de Oliveira³

Universidade Anhanguera Uniderp
Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: akmorbeckoliveira@gmail.com

Cleber José Rodrigues Alho⁴

Universidade Anhanguera Uniderp
Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: alhocleber@gmail.com

Resumo

O Pantanal, planície inundável composta por um mosaico de ecossistemas, vem sofrendo alterações na paisagem que ameaçam a manutenção da biodiversidade. Estudos baseados no geoprocessamento de dados constituem importante elemento na compreensão do território, podendo contribuir para medidas de mitigação de impactos. Este trabalho avalia a evolução espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, nos anos de 1995, 2005 e 2015. Utilizou-se o método do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), aplicado a imagens de satélite Landsat 5-TM e Landsat 8-OLI. Realizou-se a interpretação das imagens e reconhecimentos a campo para identificação das unidades da paisagem, que foram associadas a classes temáticas, conforme sua resposta espectral. Os resultados demonstraram variações nos valores de biomassa verde das classes entre o período estudado. Houve aumento da classe formações pioneiras em 10,5% e redução da classe vegetação nativa arbórea em 12,1%, o que aponta supressão da cobertura vegetal; as classes corpo hídrico e campo/pastagem apresentaram variações relacionadas ao regime de inundação do Pantanal. A pesquisa permitiu verificar mudanças na cobertura vegetal na sub-região, enfatizando a necessidade de medidas que minimizem os efeitos negativos sobre a paisagem e biodiversidade e promovam o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Planície de inundação; geoprocessamento; índice de vegetação por diferença normalizada; unidades da paisagem.

¹ Bióloga, Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional pela Universidade Anhanguera Uniderp, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Doutor em Geografia, Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil.

³ Doutor em Ecologia, Docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera Uniderp, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁴ Ph.D. em Ecologia pela UNC-Chapel Hill, EE.UU., Professor-titular aposentado da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal, Brasil.

SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF VEGETATION COVER AND LAND USE CHANGES FROM 1995 AND 2015 IN ABOBRAL'S PANTANAL, MATO GROSSO DO SUL

Abstract

The Pantanal, a floodplain composed by a mosaic of ecosystems, has been suffering anthropic alterations in landscape that endangers the maintenance of biodiversity. Studies based on geoprocessing data constitute an important element for understanding of the territory, contributing to impact mitigation measures. This work evaluates the spatio-temporal evolution of vegetation cover and land use in Abobral's Pantanal, Mato Grosso do Sul, at 1995, 2005 and 2015. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was applied to Landsat 5-TM and Landsat 8-TM satellite images. The interpretation of the images and field reconnaissance were performed to identify landscape units, which were associated with thematic classes, according to their spectral response. Results show variation on green biomass of thematic classes between 1995 and 2015. There was an increase of 10.5% in the pioneer formations class and diminishing of 12.1% in native arboreal vegetation class, which indicates suppression of forest cover; the classes water body and native field/pasture had variations due flood regime. This research allowed us to verify changes in plant cover in the Abobral's Pantanal and, consequently, to emphasize the need for actions that minimize the negative effects on landscape and biodiversity and promote sustainable development.

Key-words: Floodable plain; geoprocessing; normalized difference vegetation index; landscape units.

ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE CAMBIOS EN LA CUBIERTA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA DE 1995 A 2015 EN EL PANTANAL ABOBRAL, MATO GROSSO DO SUL

Resumen

El Pantanal, una llanura de inundación compuesta por un mosaico de ecosistemas, ha sufrido cambios en el paisaje que amenazan el mantenimiento de la biodiversidad. Los estudios basados en el geoprocesamiento de datos constituyen un elemento importante para comprender el territorio y pueden contribuir a las medidas de mitigación del impacto. Este trabajo evalúa la evolución espacio-temporal de la cubierta vegetal y uso de la tierra en el Pantanal Abobral, Mato Grosso do Sul, en 1995, 2005 y 2015. El método del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) se aplicó a las imágenes satelitales Landsat 5-TM y Landsat 8-OLI. La interpretación de las imágenes y el reconocimiento de campo se realizaron para identificar las unidades de paisaje, que se asociaron con clases temáticas, de acuerdo con su respuesta espectral. Los resultados mostraron variaciones en los valores de biomasa verde de las clases entre el período estudiado. Hubo un aumento en la clase de formaciones pioneras en un 10.5% y una reducción en la clase de vegetación de árboles nativos en un 12.1%, lo que indica la supresión de la cubierta vegetal; las clases de cuerpos de agua y campos/pastos presentaron variaciones relacionadas con el régimen de inundación del Pantanal. La investigación permitió verificar los cambios en la cubierta vegetal en la subregión y, en consecuencia, enfatizar la necesidad de acciones que minimicen los efectos negativos sobre el paisaje y la biodiversidad y promuevan el desarrollo sostenible.

Palavras clave: Llanura de inundación; geoprocesamiento; índice de vegetación de diferencia normalizada; unidades de paisaje.

Introdução

O Pantanal constitui uma planície sazonalmente inundável localizada na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai. Com 152.387 km² de extensão, a maior parte de seu território

encontra-se no Brasil, nos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, além de pequenas porções que abrangem a Bolívia e o Paraguai (PARANHOS FILHO *et al.*, 2014).

A planície sofre influência fitogeográfica de biomas vizinhos: Cerrado, Florestas Amazônica e Atlântica e Chaco (ALHO e SILVA, 2012). Esse é um fator que atua sobre sua paisagem heterogênea, cujas fitofisionomias compreendem desde áreas de campos inundáveis até formações florestais, formando um mosaico de ecossistemas (ALHO e SABINO, 2012). As unidades da paisagem são fortemente influenciadas pelo regime de inundação, responsável pela rápida ciclagem de nutrientes no ambiente, tornando-o altamente produtivo e de grande biodiversidade (GONÇALVES *et al.*, 2011).

Devido as suas características ambientais e culturais, a região apresenta como principais atividades econômicas, a pecuária, o turismo e a pesca. No entanto, pressões e práticas para aumento dos níveis de produção tem ocasionado impactos ambientais negativos, como implantação de infraestruturas e ocupação humana, introdução de espécies exóticas, pesca predatória, uso indevido do fogo e, principalmente, o desmatamento (ALHO e SABINO, 2012; ALHO *et al.*, 2019).

A supressão da vegetação provoca alterações na cobertura vegetal, redução de habitats e, conseqüentemente, a perda de biodiversidade, além de afetar comunidades tradicionais que se mantêm a partir de insumos fornecidos pelo meio, como a pesca de subsistência.

Em estudo recente, Paranhos Filho *et al.* (2014) apontam que houve redução da vegetação arbóreo-arbustiva em 17% e aumento das áreas de gramíneas (pastagens e áreas cultivadas) em 14%, somente entre os anos de 2003 e 2010 em todo o Pantanal. Considerando o processo de substituição da vegetação natural, estudos apontam que se as condições atuais permanecerem, a previsão é de que a cobertura vegetal original seja completamente perdida ou modificada em menos de 35 anos, ou seja, até 2050 (HARRIS *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2011a).

Nesse sentido, as geotecnologias atuam como ferramentas importantes, pois permitem identificar alterações naturais e antrópicas na superfície terrestre a partir de imagens captadas por sensores remotos (FLORENZANO, 2011). Índices de vegetação vêm sendo amplamente utilizados no monitoramento da cobertura vegetal, tanto em áreas florestais, como em manejo de culturas (RISSO *et al.*, 2012; LIMA *et al.*, 2013; PARANHOS

FILHO *et al.*, 2014), uma vez que possibilitam identificar a presença de vegetação, sua distribuição espacial e transformações ao longo do tempo (BOTTEON, 2016).

No Brasil, alguns projetos de mapeamento e monitoramento ambiental do território, como o MapBiomas, Prodes, TerraClass e por exemplo, o Mapeamento da Bacia do Alto Paraguai realizado pela SOS Mata Atlântica, atuam na investigação das dinâmicas territoriais. Estes projetos são de extrema relevância pois reúnem e fornecem informações detalhadas sobre a evolução do uso e ocupação da terra, que podem orientar na identificação de áreas negligenciadas e/ou prioritárias para ações de prevenção e combate ao desmatamento ilegal, além de contribuir para elaboração e aprimoramento de políticas públicas para conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

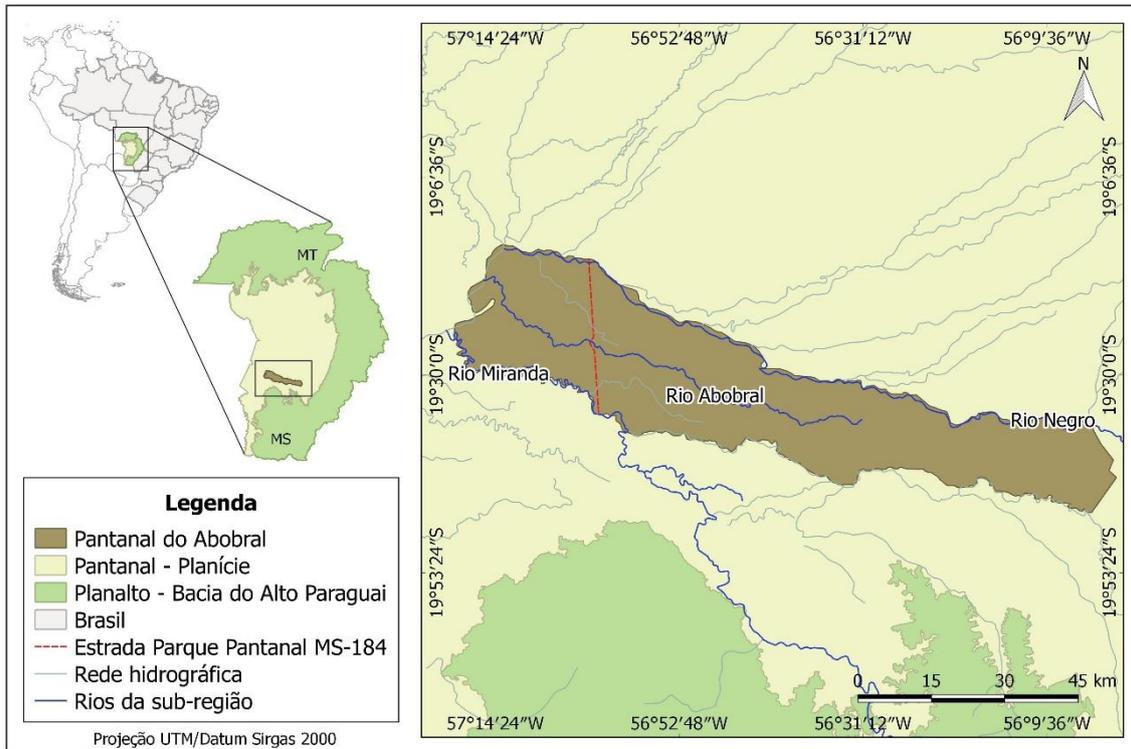
Assim, o monitoramento ambiental da região do Pantanal, relacionado aos diferentes tipos de vegetação originais e seu estado de preservação, bem como a identificação de possíveis causas e consequências de mudanças na paisagem, são importantes para o planejamento territorial e conservação da biodiversidade (ABDON *et al.*, 2007).

Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar a evolução espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra do Pantanal, sub-região do Abobral, Mato Grosso do Sul, nos anos de 1995, 2005 e 2015, utilizando técnicas de geoprocessamento.

Material e Métodos

A área de estudo é o Pantanal do Abobral, uma das 11 sub-regiões do Pantanal, de acordo com a classificação de SILVA e ABDON (1998). Está localizado a oeste do Estado de Mato Grosso do Sul, entre os municípios de Corumbá e Aquidauana, com área de 2.833 km² (SILVA e ABDON, 1998). Situa-se entre as latitudes 19°14'50.7" S e 19°46'13.5" S e longitudes 56°04'23.1" W e 57°14'01.7" W (Figura 1).

Figura 1. Localização do Pantanal brasileiro, com destaque para a sub-região do Abobral, Mato Grosso do Sul, Brasil



Fonte: Dos autores.

Nessa sub-região, a vegetação caracteriza-se como savana, com predomínio de campos limpos e sujos, intercalados por formações arbóreas em áreas de topografia elevada, os chamados capões de mata e cordilheiras (ALLEM e VALLS, 1987). A região é uma das primeiras a ser atingida pelas inundações no período das chuvas, devido a sua baixa altitude, sendo uma planície de inundação dos rios Abobral, Miranda e Negro (RAVAGLIA *et al.*, 2010).

Procedimentos metodológicos

Foram adquiridas imagens de satélite gratuitas no site *Earth Explorer* – USGS (earthexplorer.usgs.gov), considerando padrões de qualidade e disponibilidade e um intervalo de 10 anos entre as datas, a fim de compor uma variação multitemporal.

Tendo em vista o regime hidrológico do Pantanal e com o intuito de minimizar a influência da estação de cheia na obtenção de dados, foram utilizadas preferencialmente imagens do mês de junho, período de vazante na região (refluxo das águas), onde

normalmente se encerra a estação de cheia e inicia-se a seca. Assim, as seguintes imagens foram selecionadas:

- Imagens do satélite LANDSAT 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), órbitas ponto 226/73 e 226/74, ambas datadas de 13/06/1995.
- Imagens do satélite LANDSAT 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), órbitas ponto 226/73 e 226/74, ambas datadas de 24/06/2005.
- Imagem de satélite LANDSAT 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), órbita ponto 226/74, datada de 20/06/2015.

A metodologia baseou-se em técnicas de tratamento digital de imagens, descritas por Novo (2010) e Florenzano (2011), com pré-processamento realizado em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas).

Primeiramente, realizou-se a correção radiométrica, atmosférica e normalização das imagens, essenciais para o processamento de imagens orbitais, uma vez que corrigem distorções e minimizam a influência de fatores que compõe a atmosfera terrestre (WEISS *et al.*, 2015). Em seguida, as imagens dos anos de 1995 e 2005 foram mosaicadas utilizando as duas cenas que compõe a área de estudo; não foi necessário a realização de mosaico para a imagem de 2015, pois a cena utilizada detém a área de interesse em sua totalidade. As bandas espectrais 3, 4 e 5 do satélite Landsat 5/TM e 4, 5 e 6 do satélite Landsat 8/OLI foram recortadas utilizando o arquivo *shapefile* do Pantanal do Abobral, elaborado com base no estudo de Silva e Abdon (1998) e, associadas a composição falsa-cor (Landsat 5/TM: 3R4G5B e Landsat 8/OLI: 4R5G6B).

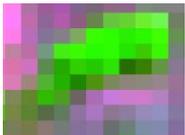
As imagens falsa-cor foram submetidas a interpretação visual, para reconhecimento de diferentes feições e objetos na área de estudo. Foram verificadas variações na cor, forma, tamanho, padrão e textura, seguindo metodologia de Florenzano (2011).

Em adição a esse procedimento, foram realizados levantamentos a campo (verdade terrestre) entre os meses de junho e julho de 2015. Os trabalhos concentraram-se na porção oeste do Pantanal do Abobral, devido à acessibilidade a Estrada Parque Pantanal (MS-184) e seu entorno. Nessa região, 82 pontos de interesse foram registrados, fotografados e obtidas as coordenadas geográficas por meio de GPS (Garmin GPSMAP 64s).

Desse modo, foram identificadas diferentes unidades da paisagem que compõe a região, as quais foram agrupadas de acordo com seus principais padrões e características, observados tanto em campo como nas imagens de satélite, considerando também arquivos

vetoriais do Projeto GeoMS (SILVA *et al.*, 2011b). Assim, definiu-se quatro classes temáticas, sendo vegetação nativa arbórea (VNA), formações pioneiras (FP), campo/pastagem (CP) e corpo hídrico (CH), representadas na chave de interpretação (Tabela 1).

Tabela 1. Chave de interpretação com as classes temáticas, Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, Brasil

Classes	Imagens Landsat RGB	Feições da imagem	Google Earth	Coordenadas geográficas	Fotos de campo
VNA		Cor: verde T: lisa Forma: regular		19° 27' 56.7" S 57° 03' 58.9" W	
FP		Cor: verde claro e magenta Textura: lisa Forma: irregular		19° 27' 24.8" S 57° 04' 25.2" W	
CP		Cor: magenta Textura: lisa Forma: regular		19° 26' 36.5" S 57° 03' 57.3" W	
CH		Cor: azul escuro Textura: lisa Forma: irregular		19° 19' 07.2" S 57° 03' 16.1" W	

Legenda: VNA: vegetação nativa arbórea; FP: formações pioneiras; CP: campo/pastagem; CH: corpo hídrico.

Fonte: Dos autores.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Após o processamento das imagens, realizou-se a análise da distribuição da cobertura vegetal, por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (ROUSE *et al.*, 1973), sendo $NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$, onde IVP é o valor de reflectância da banda no infravermelho próximo e V, o valor de reflectância da banda no vermelho.

A partir do cálculo, foi gerada uma imagem equacionada em tons de cinza, com valores de pixels de -1 a 1, representando um índice de massa vegetal. Valores próximos a 1 indicam áreas com presença de biomassa verde e, valores próximos a -1, ausência de biomassa vegetal, como por exemplo, solo exposto e corpos hídricos.

Em seguida, realizou-se o fatiamento dos pixels de acordo com as classes temáticas estabelecidas anteriormente. Os intervalos de pixels foram definidos conforme a resposta espectral dos alvos, nas imagens NDVI, composição falsa-cor e imagens históricas do *software* Google Earth Pro, além de análise dos pontos de verdade terrestre previamente obtidos. O produto cartográfico gerado foi revisado e, se necessário, efetuadas correções matriciais.

Resultados e Discussão

Foram identificadas dez unidades da paisagem predominantes, sendo floresta ripária, capão, cordilheira, formações pioneiras, campo nativo, pastagem exótica, rio, vazante, corixo e baía, as quais foram descritas de acordo com Pott e Pott (1994), Damasceno Junior *et al.* (1999), Pott e Pott (2000) e Paiva *et al.* (2013) (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização das unidades da paisagem do Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, representadas em quatro principais classes

Classes	Unidades da paisagem	Descrição
Vegetação nativa arbórea	Floresta ripária	Cordões descontínuos de floresta com largura aproximada entre 50 e 200 m e altura de dossel variando entre 8-13 m que ocorrem nas margens de corpos hídricos. Na sub-região é comum a presença de <i>Vochysia divergens</i> Pohl e <i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng., p. ex.
	Cordilheira	Elevações na planície de 1 a 3 m acima do nível dos campos, em forma de cordões alongados, que geralmente não sofrem inundações. Abrigam vegetação arbórea densa, desde cerrados, cerradões até florestas, sendo comum na sub-região a presença de <i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst. e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong, p. ex.
	Capão	Ilhas arbóreas, geralmente de formato circular ou elíptico e diâmetro variável, situadas em terreno de 0,3 a 3 m acima da planície e normalmente não-inundáveis. Apresentam diferentes tipos de vegetação e na sub-região é comum a presença de <i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart e <i>Anandenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan, p. ex.
Formações pioneiras		Vegetação que coloniza áreas de campo/pastagem, em terrenos arenosos ou argilosos, de acordo com o pulso de inundação e, portanto, em constante sucessão. Pode apresentar dominância de uma espécie (monodominância), em formações conhecidas como cambarazal (<i>Vochysia divergens</i>) e pimenteiral (<i>Licania parvifolia</i> Huber), p. ex.
Campo/Pastagem	Campos nativos	Amplas áreas dominadas por espécies de gramíneas e herbáceas nativas, intercaladas por arbóreas e arbustivas, como <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore e <i>Anonna cornifolia</i> A.St. Hil, respectivamente.
	Pastagem exótica	Áreas com espécies de gramíneas introduzidas, principalmente <i>Urochloa</i> spp.
Corpo hídrico	Rio	Curso d'água com vários quilômetros de extensão.

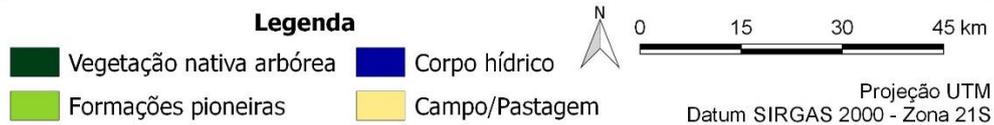
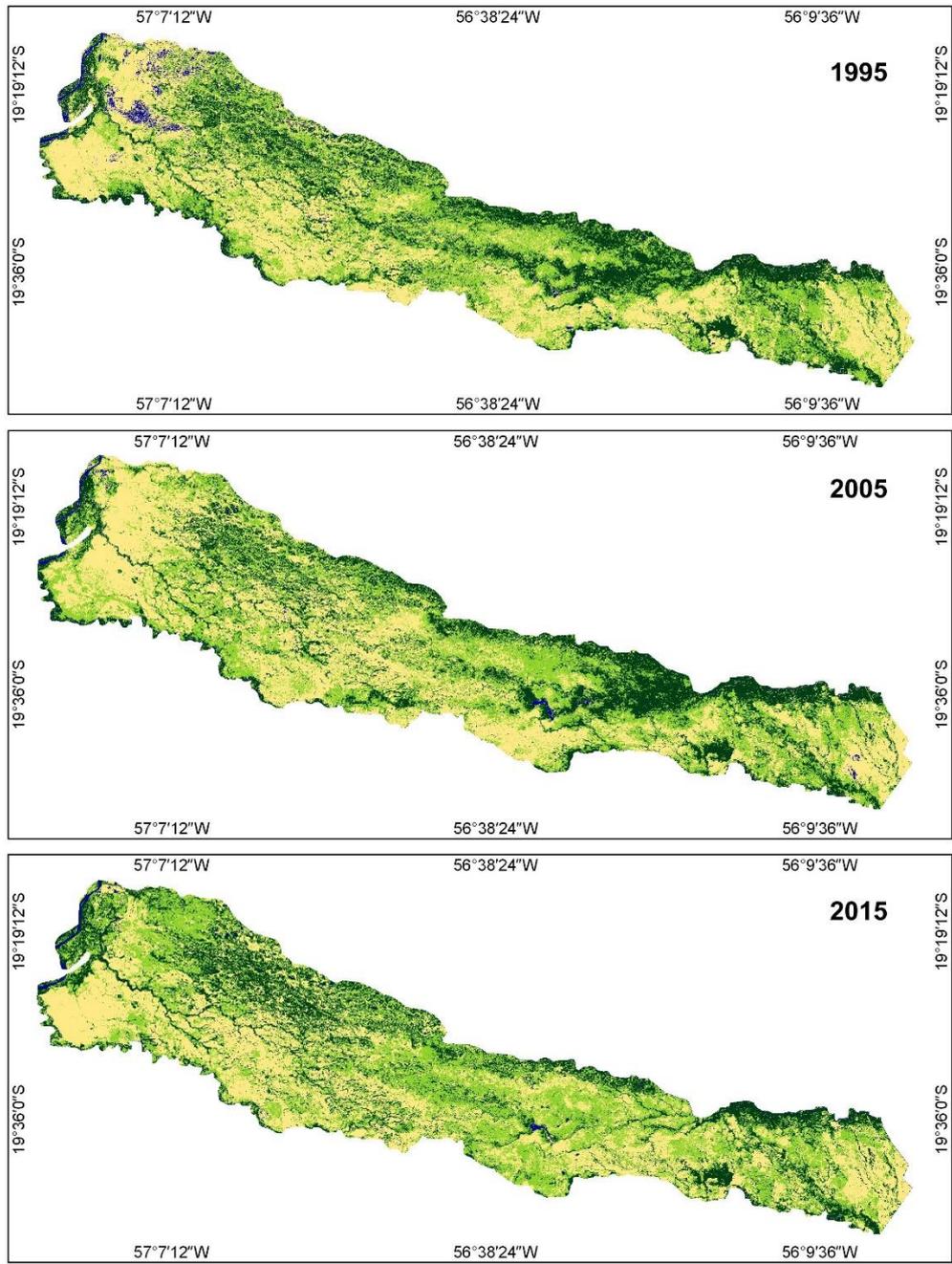
Análise espaço-temporal das mudanças na cobertura vegetal e uso da terra de 1995 a 2015 no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul. Bruna da Silva Andrade; Mauro Henrique Soares da Silva; Ademir Kleber Morbeck de Oliveira e Cleber José Rodrigues Albo.

Baía	Lagoas temporárias ou permanentes, de dimensões e formas variadas.
Corixo	Canais com leito definido, que ligam baías adjacentes ou cursos d'água maiores e geralmente não secam.
Vazante	Cursos d'água temporários, extensos e pouco definidos; na seca, geralmente são cobertos por gramíneas.

Fonte: Dos autores.

A aplicação do NDVI permitiu o mapeamento da cobertura do solo do Pantanal do Abobral e a distribuição espacial de cada classe temática, entre 1995 e 2015 (Figura 2).

Figura 2. Mapa de cobertura vegetal do Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul, nos anos de 1995, 2005 e 2015



Fonte: Dos autores.

Os resultados demonstraram que ocorreram variações na cobertura do solo da região entre os anos estudados (Tabela 3 e Figura 3).

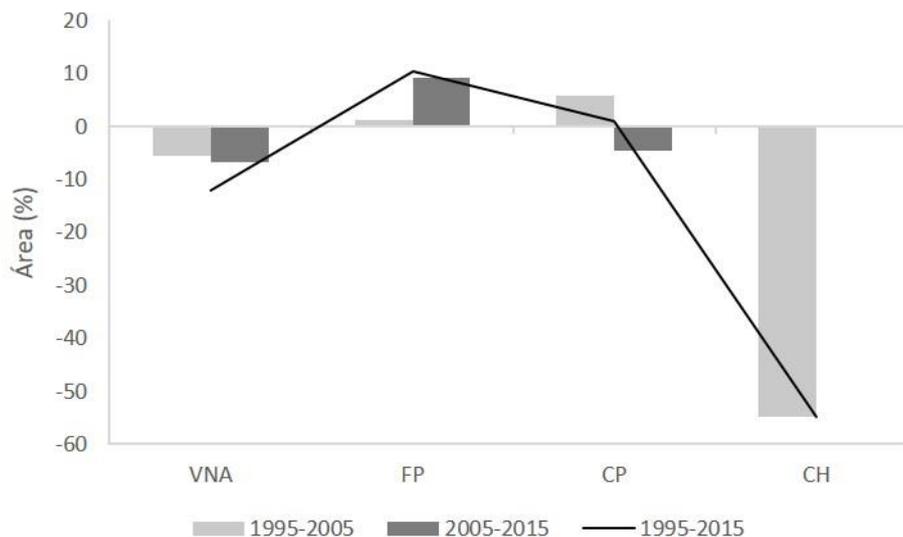
Tabela 3. Extensão territorial (km²) de cada classe da paisagem entre 1995 e 2015, Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul

Classes	km ²			
	1995	2005	2015	1995-2015
Vegetação nativa arbórea	700.907	661.675	616.379	-84.528
Formações pioneiras	1.021.251	1.033.166	1.128.047	106.796
Campo/Pastagem	1.049.625	1.111.127	1.061.561	11.936
Corpo hídrico	62.439	28.255	28.236	-34.203
Total	2.834,222	2.834,223	2.834,223	

Como área úmida, o Pantanal é acometido por inundações sazonais, que influenciam os compartimentos ecológicos dos habitats aquáticos, semiaquáticos e terrestres (MOURÃO *et al.*, 2002). Portanto, é essencial discutir a distribuição espacial dos corpos hídricos na área de estudo, a fim de compreender a configuração da paisagem como um todo.

No NDVI, a classe corpo hídrico apresentou maior extensão territorial no ano de 1995, enquanto que nos anos de 2005 e 2015, houve retração, com valores por volta de 28.000 km², uma redução de 54,8% (Tabela 3 e Figura 3).

Figura 3. Percentual de variação de cada classe nos períodos de 1995-2005, 2005-2015 e 1995-2015, Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul



VNA: vegetação nativa arbórea; FP: formações pioneiras; CP: campo/pastagem e CH: corpo hídrico.

O pulso de inundação do Pantanal é condicionado pelo ciclo de chuvas que ocorrem em toda a Bacia do Alto Paraguai. Ciclos chuvosos mais longos ou curtos que o habitual, provocam variações pluri- anuais, ou seja, a alternância entre períodos de grandes

cheias e secas (MOURÃO *et al.*, 2002). Esses períodos são caracterizados de acordo com os níveis do rio Paraguai, que ao superar o nível de 4 metros, considera-se um ano de cheia; caso contrário, de seca (GALDINO e RESENDE, 2000).

De acordo com Santos *et al.* (2006), o Pantanal foi acometido por cheias intensas entre 1974 e meados de 1990. Assim, em 1995, ocorreu uma super cheia, considerada a 3ª maior do século (ALHO e SILVA, 2012), que atingiu o pico de 6,56 m.

Os níveis de cheia do rio Paraguai, referentes as datas das imagens de satélite utilizadas neste trabalho, de acordo com a estação fluviométrica de Ladário, também indicam maior valor para o ano de 1995, com marca de 5,71 m, e em 2005 e 2015, 3,28 e 4,25 m, respectivamente (Centro de Hidrografia e Navegação do Oeste, <https://www.marinha.mil.br/chn-6/>). Este fato elucidada o maior valor encontrado no ano de 1995 para a classe corpo hídrico no NDVI, em relação aos demais anos estudados.

Os anos de 2005 e 2015 não apresentaram diferenças expressivas no NDVI (Figura 3); porém, de acordo com dados da estação fluviométrica, em junho de 2005 o rio Paraguai apresentou nível inferior, se comparado ao mesmo período de 2015, que ultrapassou a marca de 4 m. Assim, considerando os resultados para a classe corpo hídrico, sugere-se que as variações estejam relacionadas ao regime de chuvas da região em cada período e/ou devido à presença de plantas aquáticas e matéria orgânica em suspensão nos corpos hídricos, que podem interferir no processo de interpretação das imagens e classificação dos pixels.

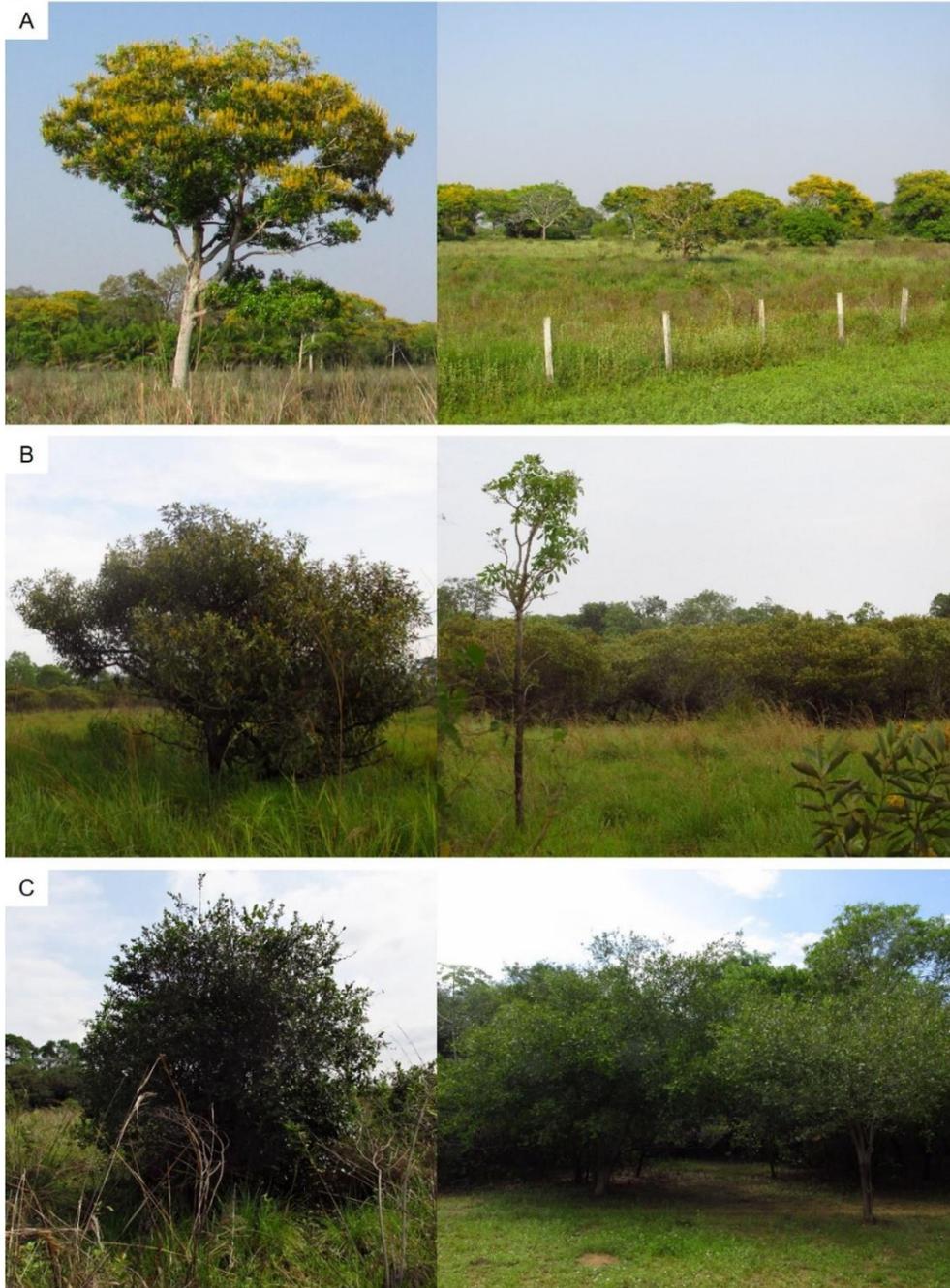
As oscilações nos níveis de inundação modificam as condições ambientais, periodicamente. A vegetação, submetida ao estresse hídrico, pela falta ou excesso de água, é constantemente substituída, alterando os padrões de sucessão das espécies vegetais (ABDON *et al.*, 2001).

Essa dinâmica beneficia espécies pioneiras, uma vez que são adaptadas a ambientes perturbados, crescendo rapidamente (RICKLEFS, 2011). Este é um processo natural na paisagem pantaneira, onde essas espécies ocupam determinadas áreas, na dependência da época, em um ciclo contínuo.

Na sub-região do Abobral há predominância das pioneiras *Vochysia divergens* (cambará), *Byrsonima orbignyana* (canjiqueira) e *Licania parvifolia* (pimenteira), em campos sazonalmente inundáveis. Além de serem encontradas dispersas em áreas de campo, essas espécies também compõem formações monodominantes, conhecidas localmente como cambarazal, canjiqueiral e pimenteiral, devido a sua presença homogênea em determinadas

áreas (Figura 4). Segundo Connel e Lowman (1989), a dominância ocorre quando uma única espécie ocupa mais de 50% do número de indivíduos ou de uma cobertura (dossel) florestal.

Figura 4. Espécies pioneiras predominantes no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul



A: *Vochysia divergens* (cambarã); B: *Byrsonima orbignyana* (canjiqueira); C: *Licania parvifolia* (pimenteira).

Fonte: Dos autores.

Nesse sentido, a classe formações pioneiras exibiu aumento de 106.7 km² de biomassa verde, o que representa um acréscimo de 10,5% entre o período de 1995 e 2015 (Tabela 3 e Figura 3).

Segundo Pott e Pott (1994), o pulso de inundação do Pantanal influencia na permanência de grande quantidade de espécies pioneiras, conforme suas características ecológicas e fisiológicas. Durante séries de anos secos, várias espécies lenhosas avançam sobre campos gramíneos alagáveis; por outro lado, em anos chuvosos, espécies tolerantes à inundação se expandem a partir da vegetação ripária (POTT, 2000).

A canjiqueira, a pimenteira e o cambará seguem essa dinâmica, de acordo com suas exigências ambientais. *Byrsonima orbignyana* prolifera e coloniza pastagens periodicamente inundáveis em anos de baixa inundação (SCREMIN-DIAS *et al.*, 2011). Já *Licania parvifolia* e *Vochysia divergens*, espécies tolerantes a inundação, se expandem nesse período, invadindo campos inundados por extravasamento fluvial (POTT, 2000).

Segundo Nunes da Cunha e Junk (2004), a partir de 1974, quando se iniciou um período pluri-anual de grandes cheias no Pantanal, houve o espalhamento de algumas espécies lenhosas, dentre elas *L. parvifolia* e principalmente, *V. divergens*. Sendo assim, a expansão de biomassa verde na classe formações pioneiras entre 1995 e 2015, pode estar relacionada às variações anuais e pluri-anuais nos níveis de inundação do Pantanal, visto que espécies pioneiras desenvolvem-se facilmente em condições adversas, colonizando áreas campestres.

Apesar de serem plantas nativas do Pantanal, essas espécies podem ser consideradas daninhas à medida que se afastam de seu hábitat natural e proliferam massivamente outras áreas, principalmente campos, afetando negativamente as pastagens devido a competição por espaço e luz (SANTOS *et al.*, 2006). Este é um fato perceptível e relatado principalmente por moradores antigos da região do Abobral, que em conversas informais, mencionam o crescente aumento, principalmente da canjiqueira e do cambará, em áreas de campos e pastagens da região.

Nesse sentido, alguns autores citam técnicas de manejo adequado das pastagens para minimizar o problema no Pantanal, como a adequação da taxa de lotação, vedação do pasto em determinadas épocas, controle manual e mecânico, recuperação de pastagens degradadas, e aproveitamento econômico da madeira (Santos *et al.*, 2006; Santos e Comastri Filho, 2012). Uma das espécies arbóreas com aproveitamento econômico é o cambará, cuja madeira é atualmente vendida em madeireiras, utilizada para áreas internas ou para caixotaria.

No entanto, foi verificado que práticas inadequadas, como o superpastejo e o uso indevido do fogo, são comuns em diversas propriedades, o que beneficia a infestação por plantas oportunistas.

Com relação a classe campo/pastagem, ocorreram pequenas variações nos valores de biomassa verde; ao final do período estudado, percebe-se um pequeno aumento de 1,1%, entre 1995 e 2015 (Figura 3).

Entretanto, é importante novamente ressaltar que em 1995, diante de uma cheia excepcional, áreas de campo/pastagem localizadas em regiões mais baixas, certamente encontravam-se inundadas, uma vez que no Pantanal, há variação na disponibilidade de pastagem conforme o nível de inundação. Dessa forma, sugere-se que existiam maiores áreas relacionadas a classe CP, mas que devido à grande cheia, estas foram identificadas como corpos hídricos no NDVI.

Levando-se em consideração que ocorreu uma diminuição de 4,5% na classe campo/pastagem, de 2005 a 2015 (Figura 3), este declínio pode estar relacionado ao aumento das formações pioneiras, ocupando justamente áreas de campos nativos e pastagens cultivadas. Sendo assim, os valores para a classe CP poderiam ser maiores, caso não houvesse influência das pioneiras.

Já a classe vegetação nativa arbórea apresentou sucessiva diminuição de biomassa verde entre 1995 e 2015, totalizando 12,1% (Figura 3). Padovani *et al.* (2004) encontraram resultados semelhantes para o Pantanal do Abobral, onde apontam redução de 99,37 km² de cobertura vegetal, somente no ano de 2000, devido a alterações como desmatamento, queimadas e superpastejo.

Em outro estudo, Paranhos Filho *et al.* (2014) relatam redução de 13,14% de áreas com vegetação arbóreo-arbustiva de 2003 a 2010 na sub-região do Abobral, além de aumento de 4,73% na classe gramíneas entre o mesmo período. Os autores também apontam que as alterações na paisagem, ocorrem principalmente nos pantanais que apresentam maior facilidade de acesso, como de Aquidauana, Miranda, Nhecolândia, Paiaguás e Abobral.

Neste sentido, Peres *et al.* (2016) verificaram alterações na cobertura do solo de todo o Pantanal, onde a vegetação arbóreo-arbustiva foi reduzida em 28,8% e a vegetação rasteira (campos ou pastagens) aumentou 11,6%, entre o período de 2000 a 2015. Outros estudos também apontam os processos de desmatamento que vem ocorrendo tanto na Bacia do Alto Paraguai, quanto na planície pantaneira (SILVA *et al.*, 1998; SILVA *et al.*, 2010; SOS-

PANTANAL, 2015; ALHO *et al.*, 2019). Porém, levando-se em consideração que os desmatamentos apenas recentemente começaram a ser avaliados por meio de sensores remotos, pode-se sugerir que as áreas desmatadas sejam ainda maiores, visto que os processos de ocupação da região são antigos.

Segundo Alho *et al.* (2011), cerca de 95% da área territorial do Pantanal é ocupada por propriedades privadas, sendo a pecuária a principal atividade econômica desenvolvida. Assim ocorre também na sub-região do Abobral, onde a pecuária, seguida do turismo, assumem papel relevante na economia local.

É importante destacar que a pecuária de corte é explorada há mais de 200 anos no Pantanal (ABREU *et al.*, 2008), caracterizada pela criação de gado de forma extensiva, na qual os rebanhos ocupam áreas de pastos nativos, cujas características de manejo são pautadas no regime de enchentes (POTT *et al.*, 1989; ROSSETTO e BRASIL JUNIOR, 2003).

No entanto, justificada por uma maior rentabilidade econômica, a pecuária intensiva vem se estabelecendo, conduzida principalmente por gerações subsequentes de proprietários (ROSSETTO e BRASIL JUNIOR, 2003), que apresentam menor vínculo cultural com a planície, por morarem em outras regiões.

Assim, seguindo este modelo, várias regiões do Pantanal incorporaram pastagens plantadas com espécies exóticas, em especial, as africanas *Urochloa decumbens* e *U. humidicola*, atualmente muito comuns em diversas áreas, a fim de complementar a pastagem nativa e incrementar o sistema de produção regional.

Com base nos dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2017), é possível verificar um aumento na quantidade do rebanho bovino na região do Pantanal do Abobral. No ano de 1995, Aquidauana e Corumbá, municípios onde a sub-região do Abobral está inserida, apresentavam um total de 725.138 e 1.327.929 cabeças de gado, respectivamente. Já os dados mais recentes, de 2015, apontam um total de 775.996 cabeças de gado em Aquidauana e 1.755.101 em Corumbá. O aumento do efetivo bovino no decorrer desse período provavelmente relaciona-se, entre outros fatores, a pecuária intensiva, que vem se estabelecendo.

No processo de introdução de pastagens cultivadas, geralmente é feita a retirada da vegetação nativa, principalmente em áreas mais altas na planície (cordilheiras e capões), com o objetivo de propiciar pasto e descanso para o gado na época de cheia; porém, estes desmatamentos podem atingir até mesmo florestas ripárias (TOMAS *et al.*, 2009). Nesse

sentido, Alho *et al.* (2011) relataram que essas formações vêm sendo suprimidas rapidamente, devido à conversão da vegetação natural em pastagens. Assim, sugere-se que o processo de redução de biomassa verde verificado na região esteja estreitamente relacionado à atividade pecuária.

De maneira geral, observa-se uma dinâmica de avanço e retrocesso da vegetação como um todo, na sub-região do Abobral. Essa dinâmica pode estar relacionada ao processo de sucessão da vegetação, desencadeado pela supressão da vegetação nativa arbórea para introdução de pastagens, fato especialmente observado entre 1995 e 2005 (Figura 3). Uma vez estabelecidas, as áreas de pastagem, quando mal manejadas, podem beneficiar a ocupação por espécies pioneiras, cuja expansão se deu principalmente entre 2005 e 2015 (+9,2%) (Figura 3). Dessa forma, verifica-se que, apesar da sucessão da vegetação ser um processo natural na planície pantaneira de acordo com as condições ambientais e o regime de inundação, alterações antrópicas também influenciam diretamente a evolução da paisagem, acentuando determinados padrões e processos ao longo do tempo.

Modificações na estrutura e composição da vegetação promovem a redução da diversidade de espécies da flora (TOMAS *et al.*, 2009) e perda de habitats importantes para a fauna silvestre, incluindo espécies ameaçadas de extinção ou em estado vulnerável, havendo, portanto, impacto negativo sobre a biodiversidade e seus processos ecológicos (SOS-PANTANAL, 2015).

Sendo assim, é necessária a adoção de medidas que conciliem o desenvolvimento econômico da região e a conservação dos recursos naturais. A pecuária, em especial, atividade que possui não apenas valor econômico, mas também cultural para a região, deve ser pautada em um manejo adequado, tanto do gado como das pastagens, de modo a reduzir as pressões negativas sobre o ambiente. Santos e Cardoso (2017) mencionam práticas de manejo adaptativo para conciliar a produção e a valorização dos serviços ecossistêmicos, como um sistema de pastejo controlado e flexível que considere as condições climáticas e o grau de inundação, otimização do uso de recursos forrageiros nativos, recuperação de pastagens degradadas, bem como a união da cadeia produtiva e dos tomadores de decisão em prol do desenvolvimento sustentável regional.

Para isso, devem ser executadas políticas de conservação apropriadas e que respeitem as limitações ambientais do Pantanal. Em contrapartida, uma das alterações no Código Florestal (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012), que estabelece normas para a proteção

da vegetação nativa no território brasileiro (BRASIL, 2012), passou a possibilitar o desmatamento legal de áreas anteriormente protegidas em zonas úmidas, como o Pantanal. Assim, as Áreas de Preservação Permanente (APP) de corpos hídricos passaram a ser delimitadas a partir de seu leito regular, e não mais a partir de seu maior leito sazonal. Essa mudança desconsidera o regime hidrológico de planícies de inundação, reduzindo a extensão da largura dos corpos hídricos e, conseqüentemente, sua faixa de proteção (TAMBOSI *et al.*, 2015).

Considerando que o Pantanal possui uma diversidade de corpos d'água, como rios, corixos e vazantes, essa medida não assegura a proteção efetiva dos seus recursos hídricos e, conseqüentemente, a manutenção da biodiversidade. Dessa forma, é fundamental a elaboração e principalmente execução de leis estaduais mais restritivas, que considerem suas particularidades, como o pulso de inundação e as dinâmicas naturais que ocorrem na paisagem, afim de assegurar a conservação do Pantanal.

Conclusão

No período estudado, o Pantanal do Abobral sofreu alterações na cobertura do solo, com aumento da classe formações pioneiras e diminuição da classe vegetação nativa arbórea; as classes corpo hídrico e campo/pastagem apresentaram variações relacionadas principalmente ao regime de inundação. A redução de biomassa verde referente a classe vegetação nativa arbórea aponta para a supressão da cobertura florestal na sub-região, que pode estar relacionada à expansão da pecuária intensiva, na busca por maior produtividade. Observou-se que, estas alterações antrópicas podem influenciar no processo de sucessão da vegetação, intensificando modificações na paisagem ao longo do tempo. Diante disso, destaca-se a necessidade de se estabelecer e executar medidas que minimizem os efeitos negativos da produção sobre a paisagem e biodiversidade e, promovam, efetivamente, o desenvolvimento sustentável da região.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect) e CNPq, pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- ABDON, M. M.; SILVA, J. S. V.; GALDINO, S.; VIEIRA, L. M. Alterações na cobertura vegetal causadas por inundação do Rio Taquari, Pantanal, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, Foz do Iguaçu: INPE, p. 1481-1489.
- ABDON, M. M.; SILVA, J. S. V.; SOUZA, I. M.; ROMON, V. T.; RAMPAZZO, J.; FERRARI, D. L. Desmatamento no bioma Pantanal até o ano 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1, p. 17-24, 2007.
- ABREU, U. G. P.; GOMES, E. G.; LOPES, P. S.; TORRES, R. A.; SANTOS, H. N. Avaliação sistêmica da introdução de tecnologias na pecuária de gado de corte do Pantanal por meio de modelos de análise envoltória de dados (DEA). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p. 2069-2076, 2008.
- ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense**. Brasília: Embrapa Cenargen, 1987.
- ALHO, C. J. R.; CAMARGO, G. B.; FISCHER, E. C. Terrestrial and aquatic mammals of the Pantanal. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 71, n. 1, p. 297-310, 2011.
- ALHO, C. J. R.; SABINO, J. Seasonal Pantanal flood pulse: Implications for biodiversity conservation – A review. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 958-978, 2012.
- ALHO, C. J. R.; SILVA, J. S. V. Effects of severe floods and droughts on wildlife of the Pantanal wetland (Brazil) - A review. **Animals**, Basel, v. 2, n. 4, p. 591-610, 2012.
- ALHO, C. J. R.; MAMEDE, S. B.; BENITES, M.; ANDRADE, B. S.; SEPÚLVEDA, J. J. O. Ameaças à biodiversidade do Pantanal brasileiro pelo uso e ocupação da terra. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 22, p. 1-22, 2019.
- BOTTEON, V. W. Aplicabilidade de ferramentas de geotecnologia para estudos e perícias ambientais. **Revista Brasileira de Criminalística**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 7-13, 2016.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012.
- CONNEL, J. H.; LOWMAN, M. D. Low-diversity tropical rain forest: some possible mechanisms for their existence. **The American Naturalist**, Chicago, v. 131, n. 1, p. 88-119, 1989.
- DAMASCENO JUNIOR, G. A.; BEZERRA, M. A. O.; BORTOLOTTI, I. M.; POTT, A. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, 2, Corumbá. **Anais...** Corumbá. Embrapa Pantanal, 1999. p.203-214.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- GALDINO, S.; RESENDE, E. K. Previsão de cheias e secas da Embrapa auxilia pantaneiros. **Artigo de Divulgação na Mídia - Embrapa Pantanal**, Corumbá, n. 4, p. 1-5, 2000.
- GONÇALVES, H. C.; MERCANTE, M. A.; SANTOS, E. T. Hydrological cycle. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 71, n. 1, p. 241-253, 2011.

Análise espaço-temporal das mudanças na cobertura vegetal e uso da terra de 1995 a 2015 no Pantanal do Abobral, Mato Grosso do Sul. Bruna da Silva Andrade; Mauro Henrique Soares da Silva; Ademir Kleber Morbeck de Oliveira e Cleber José Rodrigues Albo.

HARRIS, M. B.; ARC'NGELO, C.; PINTO, E. C. T.; CAMARGO, G.; 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**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 24-49, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 17 jan. 2017.

LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013.

MOURÃO, G.; OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F.; PADOVANI, C. R.; MARQUES, E. J.; UETANABARO, M. O Pantanal Mato-grossense. In: ULRICH, S.; CORDAZZO, C.; BARBOSA, F. (Orgs.). **Os sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração**. 1ed. Belo Horizonte: CNPq, 2002. p. 29-50.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W. J. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. **Applied Vegetation Science**, Wiley, v. 7, p. 103-110, 2004.

PADOVANI, C. R.; CRUZ, M. L. L.; PADOVANI, S. L. A. G. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano de 2000. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4, 2004, Corumbá: Embrapa Pantanal, p. 1-7.

PAIVA, L. V.; RAGUSA-NETTO, J.; FRANÇA, L. F. Disponibilidade de alimento e abundância de *Ortalis canicollis* durante a estação seca em matas no Pantanal Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2013.

PARANHOS FILHO, A. C.; MOREIRA, E. S.; OLIVEIRA, A. K. M.; PAGOTTO, T. C. S.; MIOTO, C. L. Análise da variação da cobertura do solo no Pantanal de 2003 a 2010 através de sensoriamento remoto. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. especial, p. 69-76, 2014.

PERES, P. N. P.; MIOTO, C. L.; MARCATO JUNIOR, J.; PARANHOS FILHO, A. C. Variação da cobertura do solo no Pantanal de 2000 a 2015 por sensoriamento remoto com software e dados gratuitos. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 116-123, 2016.

POTT, E. B.; CATTO, J. B.; BRUM, P. A. R. Períodos críticos de alimentação para bovinos em pastagens nativas, no Pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 11, p. 1427-1432, 1989.

POTT, A. Dinâmica da vegetação do Pantanal. In: CAVALCANTI, T. C.; WALTER, B. M. T. (Orgs.). **Tópicos atuais em Botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 172-182.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 1994.

POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. Brasília: Embrapa, 2000.

RAVAGLIA, A. G.; SANTOS, S. A.; PELLEGRIN, L. A.; RODELA, L. G.; SILVA, L. C. F. **Classificação preliminar das paisagens da Sub-região do Abobral, Pantanal, usando imagens de satélite**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. (Comunicado Técnico, 82).

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

RISSO, J.; RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M.; SHIMABUKURO, Y. E.; FORMAGGIO, A. R.; EPIPHANIO, R. D. V. Índices de vegetação Modis aplicados na discriminação de áreas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1317-1326, 2012.

- ROSSETTO, O. C.; BRASIL JUNIOR, A. C. P. Cultura e Desenvolvimento Sustentável no Pantanal Mato-Grossense: entre a tradição e a modernidade. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 155-175, 2003.
- ROUSE, J.; HASS, R. H.; SCHELL, J. A.; DERRING, D. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. College Station: Texas A&M University, 1973.
- SANTOS, S. A.; CARDOSO, E. L. **Boas práticas de manejo de pastagens nativas de áreas úmidas no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2017. (Comunicado Técnico, 104).
- SANTOS, S. A.; COMASTRI FILHO, J. A. **Práticas de limpeza de campo para o Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2012. (Comunicado Técnico, 92).
- SANTOS, S. A.; NUNES DA CUNHA, C. N.; TOMÁS, W.; ABREU, U. G. P.; ARIEIRA, J. **Plantas invasoras no Pantanal: Como entender o problema e soluções de manejo por meio de diagnóstico participativo**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 66).
- SCREMIN-DIAS, E.; LORENZ-LEMKE, A. P.; OLIVEIRA, A. K. M. The floristic heterogeneity of the Pantanal and the occurrence of species with different adaptive strategies to water stress. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 71, n. 1, p. 275-282, 2011.
- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. especial, p. 1703-1711, 1998.
- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; SILVA, M. P.; ROMERO, H. R. Levantamento do desmatamento no Pantanal brasileiro até 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. especial, p. 1739-1745, 1998.
- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; MORAES, J. A. Desmatamento na bacia do Alto Paraguai no Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3, 2010, Cáceres: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 458-467.
- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; SILVA, S. M. A.; MORAES, J. A. Evolution of deforestation in the Brazilian Pantanal and surroundings in the timeframe 1976-2008. **Geografia**, Rio Claro, v. 36, n. especial, p. 35-55, 2011a.
- SILVA, J. S. V.; POTT, A.; ABDON, M. M.; SANTOS K. R. **Projeto GeoMS: Cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011b.
- SOS-PANTANAL. **Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai, porção brasileira - Período de Análise: 2012 a 2014**. Brasília: Instituto SOS Pantanal/WWF- Brasil, 2015.
- TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.
- TOMAS, W. M.; MOURÃO, G.; CAMPOS, Z.; SALIS, S. M.; SANTOS, S. A. **Intervenções humanas na paisagem e nos habitats do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009.
- WEISS, C. V. C.; CAMARGO, D. C. S.; ROSCA, E. H.; ESPINOZA, J. Análise comparativa entre métodos de correção atmosférica em imagens do sensor Operational Land Imager (OLI), plataforma Landsat 8. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 11, n. 2, p. 1-9, 2015.

Submetido em: novembro de 2019.

Aceito em: fevereiro de 2020.