

Emprego das Geotecnologias no mapeamento de processos de inundação no megaleque do rio Taquari, Pantanal Mato-grossense

Edson Rodrigo dos Santos da Silva ¹

Aguinaldo Silva²

Beatriz Lima de Paula Silva²

Ivan Bergier Tavares de Lima³

Michael M. Mcglue⁴

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - CPTL

Av. Ranulpho Marques Leal, 3484

79610-100, Três Lagoas, MS – Brasil

edson_r_silva@yahoo.com

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - CPAN

Av. Rio Branco, 1270

79304-902 – Corumbá - MS, Brasil

aguinald_silva@yahoo.com.br

beatrizlpaula@yahoo.com.br

l.escalante.pereira@gmail.com

³ Embrapa Pantanal

Rua. 21 de setembro, 1880

79320-900 - Corumbá - MS, Brasil

ivan.bergier@embrapa.br

⁴ Department of Earth and Environmental Sciences

University of KentuckyUK

101 Slone Research Bldg

Lexington, KY 40506-0053, USA.

michael.mcglue@uky.edu

Resumo. O Pantanal é uma bacia sedimentar tectonicamente ativa, formada durante a reativação tectônica responsável pela orogênese andina durante o Pleistoceno. O preenchimento da bacia é constituído por um complexo trato deposicional, coexistindo sistemas de leques aluviais, planícies fluviais e sistemas lacustres, principalmente no oeste da bacia. O leques aluviais representam uma das feições geomorfológicas mais notáveis do Pantanal, principalmente o megaleque do rio Taquari, formado durante o clima semi-árido no final do Pleistoceno. Neste megaleque, processos sedimentares atuais, estão gradativamente modificando as paisagens herdadas do Pleistoceno, e modificações no canal do rio Taquari tem sido significativas, palco de espetaculares transformações nas últimas duas décadas, numa dinâmica sedimentar em parte acelerada pela ação antrópica. Assim, o Taquari, outrora importante via navegável no Pantanal, é hoje pouco profundo com muitas barras centrais e de pontais. Processos de rompimento de diques marginais (crevasse), popularmente conhecidos como arrombados, e avulsão tornaram-se frequentes, causando mudanças no posicionamento do lobo distributário e inundações permanentes de áreas antes raramente inundáveis, impactando e gerando perplexidade em ribeirinhos e pecuaristas locais. Assim, o presente trabalho objetiva mapear os processos de inundação no lobo distributário do rio Taquari entre 1996 e 2017, decorrente de avulsão a partir do arrombado do Caronal. Para tal foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para realização de mapeamento do uso e ocupação da Terra, procurando quantificar as áreas inundadas em 1996 e 2017. Percebeu-se a mudança do lobo distributário a partir do arrombado do Caronal, inundando permanentemente áreas anteriormente ocupadas com a pastagens e vegetação campestre.

Palavras-chave: rio Taquari, Megaleque aluvial, Pantanal, Geoprocessamento.

Abstract. The Pantanal is a tectonically active sedimentary basin formed during the tectonic reactivation responsible for the Andean orogenesis during the Pleistocene. The basin fill consists of a depositional complex, coexisting alluvial fan systems, river plains and lake systems, mainly in the west of the basin. The alluvial fans represent one of the most remarkable geomorphological features of the Pantanal, particularly the Taquari River megafan formed during the semi-arid climate at the end of the Pleistocene. In this megafan, current sedimentary processes are gradually modifying the landscapes inherited from the Pleistocene, and modifications in the Taquari River channel have been significant, with spectacular transformations partly accelerated by anthropic action in the last two decades. Previously an important waterway in the Pantanal, the Taquari River is now shallow with many central bars and landmarks. The processes of avulsion and levee breach (crevasse), commonly known as *arrombados*, became frequent, changing the position of the distributary lobe and permanently flooding areas that were rarely flooded, impacting cattle ranchers and generating perplexity in local rivers. This study aims to identify changes to the Taquari River distributary lobe between 1996 and 2017, due to avulsion from the Caronal crevasse. Geoprocessing techniques were used to map land use and occupation, attempting to quantify the flooded areas in 1996 and 2017. The distributary lobe switch was identified from the Caronal crevasse, permanently flooding areas formerly occupied by pastures and field vegetation.

Keywords: Taquari River, alluvial megafan, Pantanal, Geoprocessing.

1. Introdução

O Pantanal é uma bacia sedimentar tectonicamente ativa de aproximadamente 147.574 km² (BRASIL, 2004), de forma alongada na direção norte-sul, estendendo-se por cerca de 200km. Conforme Ab'Sáber (2006), o Pantanal é caracterizado como uma paisagem de exceção, formado durante a Era Cenozoica, através do abatimento da planície erosiva pré-existente devido a reativação tectônica responsável pela orogênese Andina.

O preenchimento da bacia é feito por um complexo trato de sistemas deposicionais, dependentes das terras altas do entorno, basicamente de origem sedimentar e significativamente friáveis. Coexistem, no Pantanal, megaleques aluviais, planícies fluviais e sistemas lacustres, no qual o rio Paraguai é o canal-tronco coletor de águas e sedimentos. Entre as citadas feições geomorfológicas, os leques aluviais possuem maior destaque, imprimindo formas bem demarcadas na planície e modificando continuamente as paisagens herdadas do Pleistoceno (Ab'Saber 1988). Dentre os leques já identificados no Pantanal estão o do rio Aquidauana (Facincani et al. 2006), Cuiabá (Pupim et al. 2002), Nabileque (Kuerten et al. 2011), Negro (Cordeiro et al. 2010), Paraguai (SILVA, 2010), São Lourenço (Corradini et al. 2009) e Taquari (Assine et al. 2005), destacados na **Figura 1**.

Os leques aluviais ocorrem principalmente em regiões tropicais e semitropicais, representando sistemas deposicionais de baixo gradiente, de drenagem distributária com diversos canais (ativos ou não) orientados de maneira radial em relação ao ápice (ASSINE, 2005), resultando em feições geomorfológicas análogas a um leque ou um semicone. Nestes sistemas, a sedimentação ocorre devido ao menor gradiente topográfico, a consequente diminuição da energia de transporte, ao desconfinamento do canal e a dissipação do fluxo que, no caso da planície sedimentar pantaneira, ocorre a jusante da interface planalto/planície.

No interior dos leques, os lobos distributários representam importante elemento da paisagem, sendo caracterizados como feições onde concentram-se os processos de inundação e sedimentação. Os lobos mais antigos apresentam um conjunto de Paleocanais -feições reliqueares de antigos canais distributários - truncados e/ou sobrepostos por conjuntos de canais de um lobo mais recente (ZANI et al 2006), sendo possível, em muitos casos estabelecer a cronologia da evolução de diferentes lobos. Vale salientar que é justamente nas áreas de lobos atuais onde se concentram os maiores impactos ambientais, sociais e econômicos, pois a inundação permanente interfere em uma série de dinâmicas naturais e/ou antrópicas, como apontado por Galdino et al. (2006) para o caso do megaleque do rio Taquari.

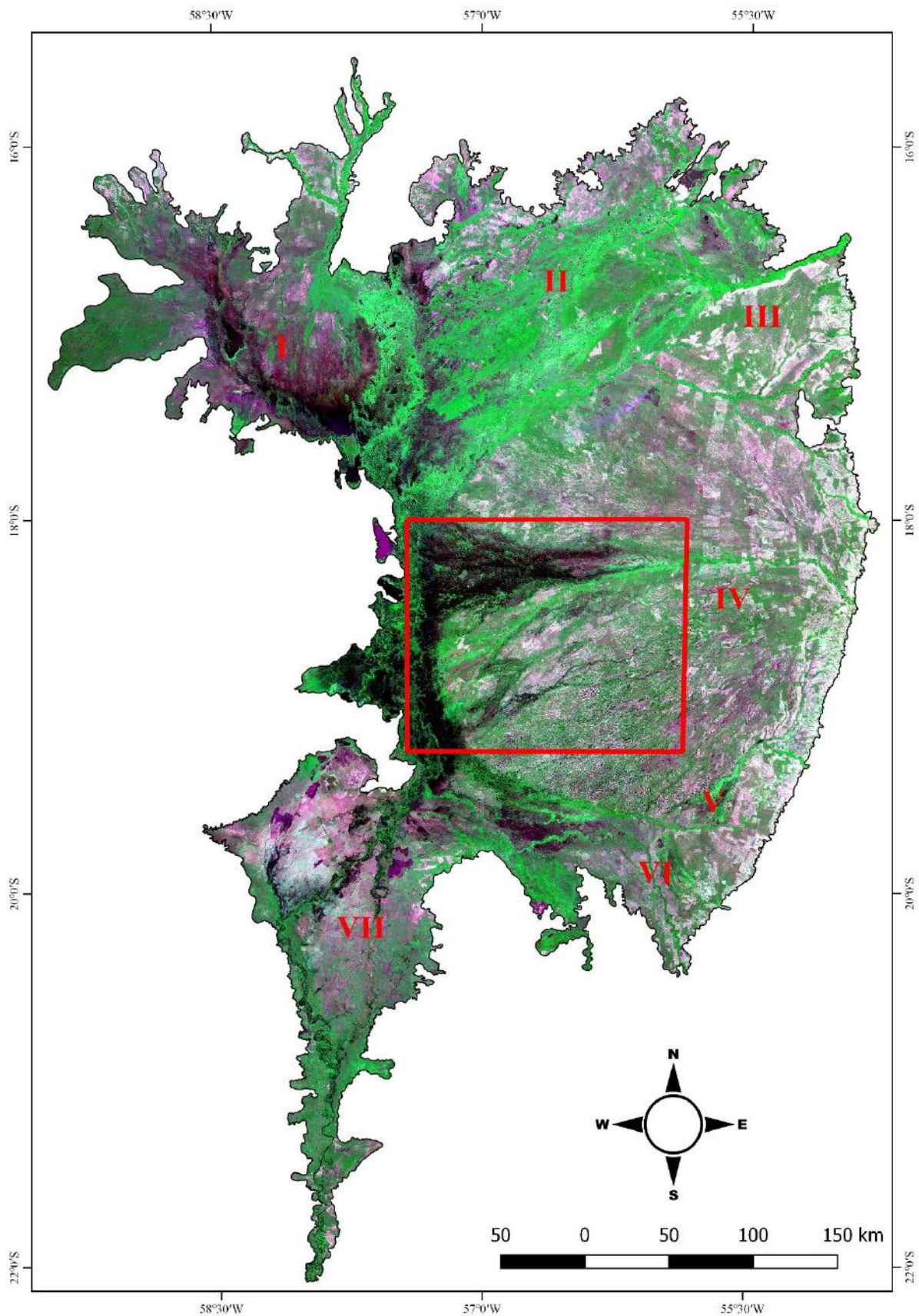


Figura 1 – localização dos leques aluviais já identificados no Pantanal. I – Paraguai/Corixo Grande; II – Cuiabá; III – São Lourenço; IV – Taquari; V – Negro; VI – Aquidauana e VIII

Nabileque. Destaque para o polígono identificando a área de estudo. Mosaico de imagens CBERS - 4 sensor AWF, RGB123, de agosto de 2017.

O megaleque aluvial do rio Taquari é o mais conhecido e foi o primeiro a ser caracterizado no Pantanal (Braun, 1977), em certa medida graças ao advento do sensoriamento remoto. De geometria circular e diâmetro de 250 km, ocupa uma área de aproximadamente 50.000 km² (Assine et al. 2005) o que representa 37% da área total da planície pantaneira. Devido a estas dimensões, o megaleque do rio Taquari é geralmente associado aos leques dos rios Kosi na Índia (Sinha et al. 2014) e Okavango em Botswana (Stanistreet et al. 1993), todos possuindo significativo destaque na literatura internacional.

A bacia do Alto Taquari (área de captação), localizada entre os planaltos de Maracaju-Campo Grande, de Taquari-Itiquira e a depressão do Taquari, constitui um anfiteatro erosivo entalhado em terrenos paleozóicos e mesozóicos da pretérita bacia sedimentar do Paraná. Os principais canais desta bacia, Taquari, Coxim e Jauru, são rios com padrão de drenagem tributário de alta energia, desenvolvendo corredeiras e pequenos saltos esculpidos sobre arenitos da Formação Furnas, comuns de Coxim a montante. A carga sedimentar produzida é majoritariamente transportada a jusante, sendo depositada na planície do Pantanal.

A interface planalto/planície é marcada por uma escarpa de direção aproximada N20E (Assine et al. 2005) esculpida em rochas cristalinas pré-cambrianas e sedimentares ordoviciano-silurianas da bacia sedimentar do Paraná. Em uma segunda porção, já na planície pantaneira, o rio Taquari corre confinado em um cinturão de meandros delimitado por terraços fluviais constituídos por sedimentos mais antigos do próprio leque. A jusante, conforme Assine (2005) a largura do cinturão de meandros diminui, bem como a altura dos terraços fluviais, desaparecendo ao início do lobo distributário atual, mantendo-se apenas os diques marginais.

O desenvolvimento dos diques marginais, bem como o “assoreamento” (sedimentação) do canal ocorrem devido à deposição de sedimentos, resultado da diminuição da energia de transporte, do desconfinamento do canal e da dissipação do fluxo. Desta forma, para Assine (2005), a partir do estaqueamento vertical de fácies, o complexo canal/dique fica, com o tempo, topograficamente mais alto que as planícies adjacentes, fato facilmente reconhecido via sensoriamento remoto. O rompimento do dique marginal (crevasse) pode dar início ao processo de avulsão, caso ocorra a progradação sedimentar (crevasse splay) sobre as áreas mais baixas, que ficam inundadas durante a época das cheias. Este processo pode resultar numa mudança drástica do canal e na construção de um novo lobo distributário, inundando extensas áreas de forma permanente.

2. Objetivo

O presente trabalho objetiva mapear os processos de inundação no megaleque do rio Taquari, entre os anos 1996 e 2017, devido a mudança do lobo distributário do rio Taquari, decorrente do processo de avulsão a partir do arrombado (crevasse) do Caronal.

3. Material e Métodos

O megaleque aluvial do rio Taquari ocupa uma área de aproximadamente 50.000 km², isto é, cerca de 37% da área total da planície pantaneira, delimitada a norte pela planície do rio Piquiri, a oeste pela planície do rio Paraguai e a sul pela planície do rio Negro. Nela coexistem formas reliquias de lobos distributários antigos e atuais, com Paleocanais, secos ou úmidos, principalmente durante as cheias quando drenam parte das águas do Taquari. Devido a grandiosidade da área do megaleque, foi delimitada uma área de estudo que engloba a região dos lobos distributários atuais, bem como os dois pontos mais recentes de rompimento dos diques marginais. Ocupando uma área de aproximadamente 21.000 km², este polígono engloba

determinado este pelas características espectrais e espaciais dos objetos da imagem. Os valores de segmentação, isto é, a escala, forma e compacidade foram adquiridos através do método “*trial and error*”, onde foram testados até que se chegasse na melhor segmentação possível, definida em 18, 0.1 e 0.5 (escala, forma e compacidade, respectivamente) para a imagem do satélite Landsat-5 e 0.3, 0.003 e 0.4 para a cena do satélite Landsat 8.

Para o processo de classificação utilizou-se o método GEOBIA (*Geographic Object-Based Image Analysis*), que não analisa os pixels de maneira independentes, mas sim, através de seu agrupamento na etapa de segmentação, transformando-os em objetos (Desclée, B., et al. 2006), permitindo a obtenção de melhores resultados quando comparado a classificadores *pixel a pixel* (Platt, et al. 2008), com vantagens na estatística empregada no processo de classificação, como a possibilidade do cálculo de textura, relação de vizinhança entre os segmentos e as formas dos objetos (Benz, et al. 2004), juntamente com técnicas de matemática de bandas (Fernandes, et al. 2010). Empregou-se o algoritmo classificador *Nearest Neighbor* (NN), sendo realizada a aquisição de amostras para treinamento do sistema, no qual as amostras foram coletadas através de chaves interpretativas e das informações contidas no mapeamento de uso e ocupação da Terra realizado pelo IBGE para o ano de 2014.

A fim de melhor realizar o mapeamento, foram definidas seis classes de uso e ocupação da Terra, agrupando um conjunto de elementos semelhantes, quais sejam: corpos d’água continentais, vegetação campestre, vegetação campestre alagada, vegetação arbórea, vegetação ciliar e pastagem. Este agrupamento de classes seguiu a metodologia implementada pelo IBGE para o mapeamento do uso e ocupação da Terra para o ano de 2014, agrupamento este adequado ao objetivo deste trabalho de mapear as inundações no megaleque do rio Taquari em 1996 e 2017. Assim, os corpos d’água continentais representam as áreas dos canais fluviais e os sistemas lacustres; a vegetação campestre engloba a vegetação popularmente conhecida como campo limpo, campo sujo e campo rupestre com variada composição gramíneo-lenhosa; a vegetação campestre alagada agrupa os tipos de vegetação acima citado em áreas inundadas, temporariamente ou permanentemente; a vegetação arbórea refere-se a formações de tipo florestal com espécies de médio e grande porte, em matas bem definidas; a vegetação ciliar representa os tipos de vegetação nos entornos dos canais fluviais, seja de tipo arbustivo ou gramíneo-lenhosa; por fim as pastagens representam as áreas com demarcação bem definida, com solo exposto ou gramíneas secas, destinadas a pecuária de corte.

4. Resultados e Discussão

Nos últimos 40 anos, devido ao aumento da produção de sedimentos na BAT, resultado de sucessivos processos erosivos decorrentes da ocupação sem planejamento e desmatamento desenfreado nas terras altas, já naturalmente propensos a riscos erosivos, conforme apontado por Padovani et al. (1998), a bacia do Alto Taquari tornou-se a principal bacia da BAP no que se refere ao aporte de sedimentos em suspensão, contribuindo com aproximadamente 219 t/ano/km² de sedimentos que adentram a bacia pantaneira, conforme quantificação de Borges et al. (1997).

Assim, no megaleque do rio Taquari os processos de sedimentação foram potencializados, implicando na evolução do complexo processo avulsivo. Conforme descrição de Assine et al. (2005) o processo de avulsão inicia-se com a elevação dos diques marginais e do leito dos canais, que ocorre devido a deposição sedimentar por agregação, tornando, ao passar do tempo, o complexo canal/dique topograficamente mais elevado que as planícies adjacentes. Geralmente nas cheias, o dique marginal é rompido, implicando em inundação e sedimentação nas áreas mais baixas que, caso haja alteração no curso do canal, configura a avulsão fluvial, com possibilidade construção de um novo lobo distributário.

Neste sentido, entre as décadas de 1990-2000, conforme identificado por Padovani et al (2001), ocorreu um processo avulsivo a partir do arrombado (*crevasse*) Zé da Costa, inundando áreas à oeste do rio Taquari e reativando Paleocanais preexistentes. Entretanto, já a partir do final da década de 1990 em diante tem se desenvolvido um novo processo de avulsão a partir do arrombado da fazenda Caronal, inundando imensas áreas a oeste do antigo canal do rio Taquari, na região pantaneira do Paiaguás.

Utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, nota-se que a partir da década de 2000 expressiva parte da água superficial do rio Taquari tem sido drenada a partir do arrombado do Caronal, constituindo um novo lobo distributário, repleto de Paleocanais reativados, inundando permanentemente áreas anteriormente inundadas somente durante as cheias e destinadas, majoritariamente a pastagens para a agropecuária. Em 1996 significativa área de vegetação campestre estava inundada (16% do total), principalmente no entorno do rio Taquari e nas áreas de suas vazantes, com presença de escoamento já na região do lobo distributário atual, com concentração na porção sul do rio Taquari, próximo a confluência com o rio Paraguai. Extensas áreas estavam destinadas a pastagens (25%), concentradas principalmente na Nhecolândia, na porção sul da área e no norte no Paiaguás, regiões de longa tradição pecuarista (**Figura 3**).

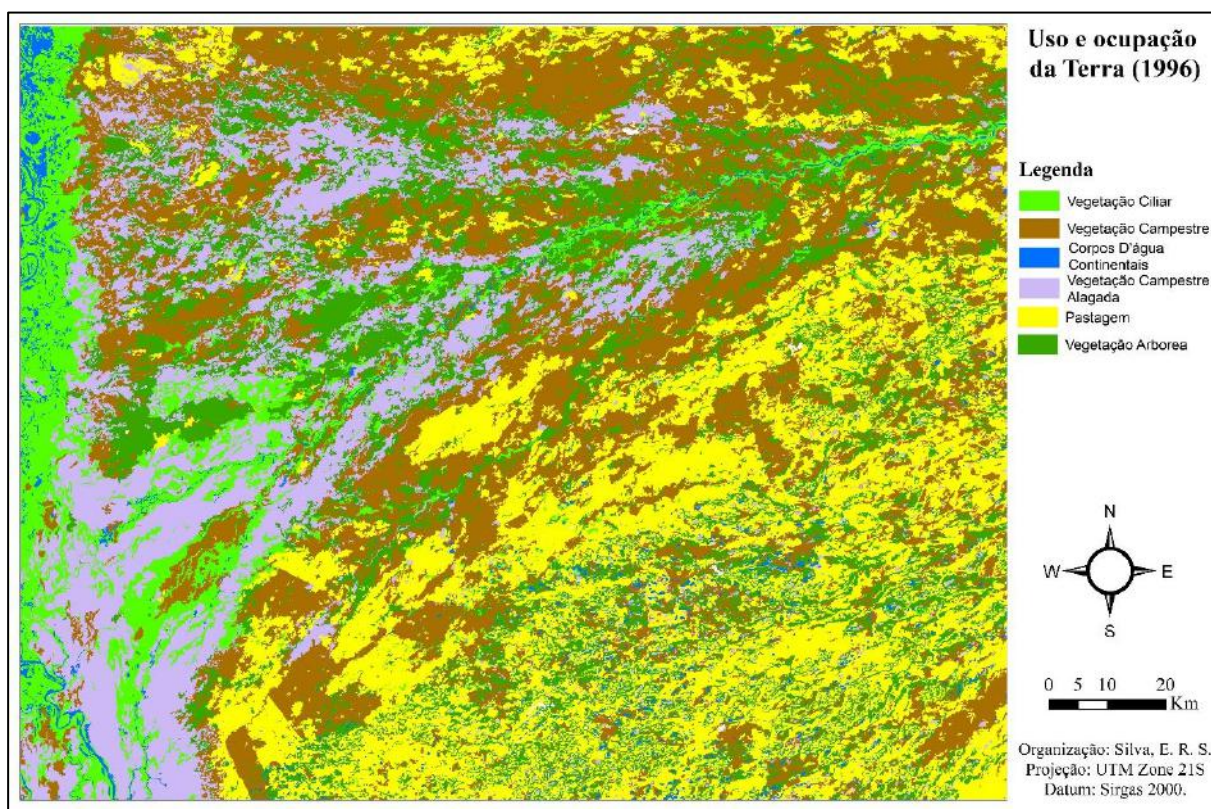


Figura 3 – uso e ocupação da Terra na área de estudo. Destaque para a concentração de vegetação campestre alagada entorno da porção sul do rio Taquari, nas proximidades da confluência com o rio Paraguai e concentração de pastagens na área da Nhecolândia e Paiaguás.

A vegetação campestre espalha-se pela área de estudo, ocupando a mais extensa área (total de 29% da área de estudo) com concentração no entorno do lobo distributário do rio Taquari. A vegetação ciliar concentra-se nas áreas de planície dos rios Paraguai e Taquari, além do entorno de Paleocanais com presença constante de água, ocupando cerca de 8% do total da área. A vegetação arbórea possui significativa distribuição (19% do total da área), com concentração nas regiões topograficamente mais altas, como as feições elevadas da Nhecolândia,

popularmente conhecidas como cordilheiras. Os corpos d'água continentais representaram cerca de 2% do total da área de estudo, identificados principalmente nos rios Taquari e Paraguai e no seu entorno.

Em 2017, devido ao já mencionado fenômeno de avulsão fluvial a partir do arrombado do Caronal, significativas áreas anteriormente destinadas a pastagens foram inundadas permanentemente com a constituição do novo lobo distributário do rio Taquari. Dessa forma, a vegetação campestre alagada representa cerca de 18% da área de estudo, concentrada majoritariamente no lobo distributário atual, tornando assim, facilmente delimitável a zona de influência do atual lobo que inunda permanentemente área de aproximadamente 4.550 Km² (Figura 4).

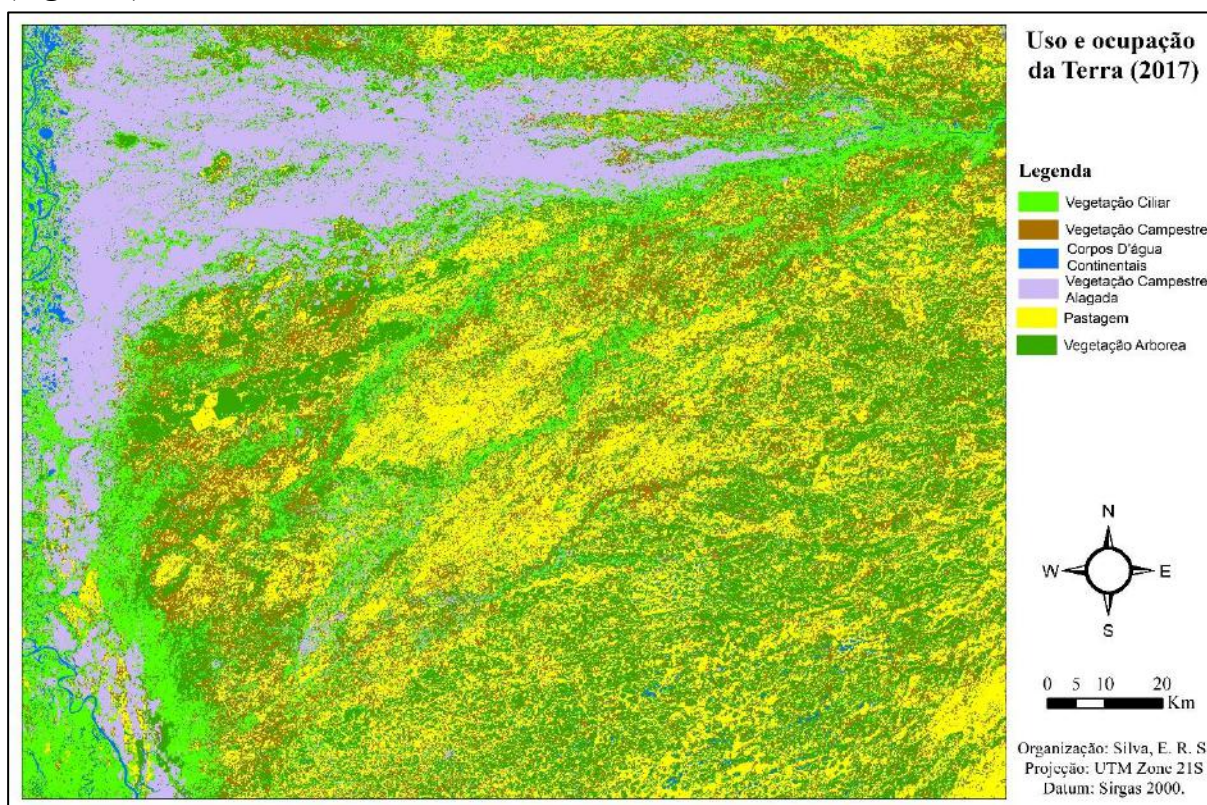


Figura 4 – Uso e ocupação da Terra na área de estudo. Destaque para a concentração de vegetação campestre alagada na área do atual lobo distributário do megaleque do rio Taquari e nas proximidades da planície fluvial do rio Paraguai.

As pastagens espalharam-se por toda a área de estudo (27%), em boa parte das áreas anteriormente ocupadas pela vegetação campestre que apresentou redução de sua área de cobertura (15%). Os índices de vegetação ciliar atingiram 13%, enquanto a vegetação arborea representou 25% da área de estudo. Os índices de corpos d'água continentais foram registrados somente nos sistemas lacustres na Nhecolândia e nas proximidades do rio Paraguai, totalizando 1% do total da área. A comparação da representatividade de cada classe está especificada na Tabela 1.

Tabela 1. Valores do uso e ocupação da Terra para a área de estudo em 1996 e 2017.

Classes Mapeadas	1996	2017
Corpos D'água Continentais	2%	1%
Pastagem	25%	27%
Vegetação Arbórea	19%	25%
Vegetação Campestre	29%	15%
Vegetação Campestre alagada	16%	18%
Vegetação Ciliar	8%	13%

Comparando o uso e ocupação da Terra em 1996 e os dados disponíveis na base de dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SISCAR) com o uso e ocupação da terra em 2017 percebe-se que o atual traçado do lobo distributário do megaleque do rio Taquari inunda permanentemente significativas áreas de propriedades rurais, anteriormente destinadas a pastagens para a pecuária. São 24 propriedades, total ou parcialmente inundadas de maneira permanente, totalizando uma área de aproximadamente 2.150 km². Por outro lado, como apontado por Galdino et al. (2006) estes processos de inundação tem impactado populações ribeirinhas tradicionais de baixa renda, desalojando-os e estabelecendo uma migração forçada rumo aos bairros periféricos do município de Corumbá e Ladário, constituindo este um grande problema de socioeconômico para os citados municípios.

5. Conclusões

Fazendo uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, pode-se identificar os processos de inundação no megaleque do rio Taquari, provenientes do ciclo natural das cheias e de fenômenos fluviais, como a avulsão com constituição de novo lobo distributário. Como sabido, a dinâmica sedimentar no baixo Taquari é dependente do aporte de sedimentos das terras altas circundantes, aporte este acelerado nos últimos 40 anos. Não coincidentemente, os processos de avulsão fluvial tem se desenvolvido no que podemos denominar como “tempo do homem” e não mais no tempo geológico, impactando diversas populações ribeirinhas tradicionais e pecuaristas locais em pouco espaço de tempo.

Assim, o presente trabalho contribui no entendimento da rápida dinâmica de inundação do megaleque do rio Taquari, das áreas inundadas e dos permanentes impactos desta inundação para o ambiente, para sociedade e para a economia local. Sugere-se portanto, uma visão integradora e sistêmica que possa compreender as articulações entre as entradas e as saídas de matéria e energia no sistema fluvial do megaleque do rio Taquari, permitindo assim políticas públicas para um melhor planejamento e ordenamento do espaço, tanto na área do megaleque, quanto nas áreas de captação situadas a montante. Por fim, destaca-se que este trabalho é o primeiro de outros a serem realizados na área de estudo, procurando, sobretudo apresentar subsídios para o melhor gerenciamento do uso e ocupação da área.

6. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) pelo apoio institucional, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa. Este estudo foi co-financiado por projetos apoiados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa 03.17.00.047.

7. Referências

- Ab'saber, A. N. **Brasil: paisagens e exceções: o litoral e o Pantanal Mato-grossense, patrimônios básicos.** Ateliê Editorial, 2006.
- Ab'saber, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia – Especial Centenário**, n. 50(2), 1988. p. 9-57.
- Assine, M. L. River avulsions on the Taquari megafan, Pantanal wetland, Brazil. **Geomorphology**, n. 70, 2005. p. 357–371.
- Assine, M. L.; Padovani, C. R.; Zacharias, A. A.; Angulo, R. J.; Souza, M. C. de; Compartimentação geomorfológica, processos de avulsão fluvial e mudanças de curso do rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 6, n. 1, 2005. p. 97-108.
- Benz, U.; Hofmann, P.; Willhauck, G.; Lingsfelder, I.; Heynen, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **ISPR Journal of photogrammetry and remote sensing**. v. 58, n 3-4, p. 239-258, 2004.
- Borges, A. Fluviomorfologia: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP/Projeto Pantanal. **Programa Nacional do Meio Ambiente. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai.** Brasília: MMA/SEMAM/PNMA, v2, t.II-A, 1997. p. 319-394.
- Brasil. Agência Nacional de Águas. Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e bacia do alto Paraguai. ANA/GEF/PNUMA/OEA: **programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai: síntese executiva.** Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda., 2004. 63 p.
- Braun, E. W. G. Cone aluvial do Taquari, unidade geomorfológica marcante da planície quaternário do Pantanal. **Revista Brasileira Geografia**, n 39, 1977 p.164-180.
- Cordeiro, B. M.; Fancincani, E. M.; Paranhos Filho, A. C.; Bacani, V. M.; Assine, M. L. **Compartimentação geomorfológica do leque fluvial do rio Negro, borda sudeste da Bacia do Pantanal (MS).** São Paulo. N. 40 (2): p. 175-183, junho de 2010.
- Corradini, F. A.; Zani, H.; Assine, M. L.; Kuerten, S.; Silva, A.; Gradella, F. Dos S. Paleocanais distributários, incisão fluvial, construção e abandono de lobos deposicionais na evolução geomorfológica do megaleque do São Lourenço, Pantanal Mato-grossense. **In: 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal (GEOPANTANAL), 2009.** Corumbá. Anais p. 7-11 novembro, 2009. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.115-123.
- Desclée, B.; Bogart, P.; Defourny, P. Forest change detection by statistical object-based method. **Remote Sensing of Environment**, v. 102, n. 1-2, p. 1-11, 2006.
- Facincani, E. M.; Assine, M. L.; Silva, A.; Zani, H.; Araújo, B. C.; Miranda, G. M.; Geomorfologia fluvial do leque do rio Aquidauana, borda sudeste do Pantanal, MS. **In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal (GEOPANTANAL), 2006.** Campo Grande. Anais, Brasil, p. 175-181 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.285-292.
- Fernandes, R. F.; Nunes, G. M.; Silva, T. S. F. Classificação orientada a objetos aplicada na caracterização da cobertura da terra no Araguaia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1251-1260, 2012.
- Galdino, S.; Vieira, L. M.; Pellegrin, L. A. Orgs. **Impactos Ambientais e Socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 356 p
- Kuerten, S.; Assine, M. L.; **O rio Paraguai no megaleque do Nabileque, sudoeste do Pantanal Mato-Grossense**, MS. São Paulo. N. 41(4): p. 642-653, dezembro de 2011.
- Padovani, C. R.; Carvalho, N. O.; Galdinho, S.; Vieira, L. M. Produção de Sedimentos da alta bacia do rio Taquari para o Pantanal. **In ABRH, Encontro de Engenharia de Sedimentos**, Anais: Belo Horizonte, 1998, p. 16-24.
- Platt, R. V.; Rapoza, L. An evaluation of object-oriented paradigm for land use/land cover classification. **The Professional Geographer**, v. 60, p. 87-100, 2008.
- Porto, M. F. A.; Porto, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados** [online]. São Paulo, v.22, n.63, p. 43-60, 2008.

Pupim, F. N.; Zaparoli, F. C. M.; Assine, M. L. O megaleque fluvial do rio Cuiabá, Pantanal do Mato Grosso. **In:** IX Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO), 2012. Rio de Janeiro. Anais.

Silva, A. **Geomorfologia do megaleque do Rio Paraguai, quaternário do pantanal mato-grossense, centro-oeste do Brasil**. 2010. 128 f. Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

Sinha, R.; Ahmad, J.; Gaurav, K.; Morin, G. Shallow subsurface stratigraphy and alluvial architecture of the Kosi and Gandak megafans in the Himalayan foreland basin, India. **Sedimentary Geology**, n. 301, 2014. p. 133–149.

Stanistreet, I. G.; Mccarthy, T. S. The Okavango Fan and the classification of subaerial fan systems. **Sedimentary Geology**, n. 85, 1993. p. 115-133.