

Emprego das geotecnologias na identificação de alterações no uso e ocupação da terra na bacia do rio Jauru

Edson Rodrigo dos Santos da Silva¹
Aguinaldo Silva²
Beatriz Lima de Paula Silva²
Luciana Escalante Pereira²
Sandra Mara Alves da Silva Neves³
Erivelton Pereira Vick¹
Milto Ferreira Neto¹

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
e.vick@hotmail.com
milto.kusca@gmail.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 Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT
Av. Tancredo Neves, 1095
78200-000, Cáceres-MT
ssneves@unemat.br

Resumo. O Pantanal é a expressão morfológica de uma bacia sedimentar ativa, inserida na Bacia do Alto Paraguai (BAP), com área de aproximadamente 147.574 km². Seu ecossistema depende de dinâmica fluvial marcada pela presença de canais com nascentes localizadas principalmente a norte e a leste, nos planaltos circundantes. Dentre as atividades econômicas nestas áreas, são as agroindustriais a apresentarem os maiores impactos ao planalto circundante e conseqüentemente ao Pantanal, seja pelas suas características internas e/ou pela sua ampla distribuição espacial. A ocupação antrópica na BAP remonta ao século XIX, mas é entre as décadas de 1960-70 que sua expansão é acelerada, financiada principalmente por políticas Estatais, sem a presença de um planejamento territorial/ambiental integrado. Tais medidas resultam num cenário de significativa degradação ambiental, tanto nas áreas do planalto, como no Pantanal. Assim, a presente pesquisa objetiva identificar as alterações no uso e ocupação da Terra na bacia do rio Jauru, sub-bacia do rio Taquari, entre os anos de 1984 e 2017. Para tal, foram utilizadas Geotecnologias para a análise multitemporal das imagens orbitais, via método de classificação digital (com definição de quatro classes: corpos d'água, área antrópica, vegetação natural e queimadas), bem como trabalho de campo para a verificação das informações obtidas. Foi verificado um aumento das áreas antrópicas e a redução das áreas de cobertura vegetal natural. Esta modificação altera profundamente o espaço geográfico da bacia, deixando grandes extensões de terra sem cobertura vegetal e mais susceptível à erosão hídrica, à degradação do solo e dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Geotecnologias, rio Jauru, uso e ocupação da terra.

Abstract. The Pantanal is the morphological expression of an active sedimentary basin, located in the Upper Paraguay Basin (BAP), with an area of approximately 147,574 km². Its particular ecosystem depends on the fluvial dynamics marked by the presence of canals with springs located mainly to the north and to the east, in the surrounding plateaus. Due to the characteristics of the Brazilian rural development, this region has become the focus of the expansion of agribusiness and urban activities. The agroindustrial activities, either due to their internal characteristics or their wide spatial distribution, have had the greatest impacts to the surrounding plateau and, consequently, to the Pantanal. The agroindustrial development in the BAP began in the 19th century but accelerated between the 1960s and 1970s with State financing and policies lacking integrated territorial and environmental planning. Such measures result in a scenario of significant environmental degradation, manifested in different ways, both in the plateau and in the pantaneira plain. Thus, the present research aims to identify the changes in land use and occupation in the Jauru watershed, a sub-watershed of the Taquari River, between 1984 and 2017. Geotechnologies were used for multitemporal analysis and field work to verify the remote sensing data. A significant increase in agricultural areas and the consequent reduction of natural vegetation cover areas were identified. This evolution profoundly changes the geographical space of the basin, leaving large areas of land without vegetation cover and more susceptible to hydrologic erosion, soil degradation and sedimentation of the river channels.

Keywords: Geotechnology, Jauru river, land use.

1. Introdução

A planície do Pantanal é a expressão morfológica de uma bacia sedimentar ativa, compartilhada entre Brasil, Bolívia e Paraguai, com uma área de aproximadamente 147.574 km² (Brasil, 2004). Com cotas altimétricas que variam de 150 a 80 metros, a planície está inserida na Bacia do Alto Paraguai (BAP) que possui 214.802 km² de planaltos adjacentes, totalizando uma área de cerca de 362.376 km², com altitudes superiores a 200 m, onde se localizam as nascentes dos principais rios que abastecem o Pantanal.

Enquanto bacia sedimentar, o Pantanal é continuamente preenchido por sedimentos transportados pelos canais a partir das áreas fontes, isto é, os Planaltos adjacentes. Conforme Carvalho (1994), a carga sedimentar que adentra o Pantanal é de aproximadamente 300 t/ano/km², enquanto as saídas representam apenas 40 t/ano/km². Deste processo deposicional, segue o autor, cerca de 50% ocorre nos tributários do rio Paraguai que nascem nos Planaltos (rio Miranda, Aquidauana, São Lourenço, Cuiabá, Taquari, etc.) e não nele próprio.

Os rios do Planalto mantém o sistema de drenagem tributário, com grande gradiente topográfico, alta energia e leito em rocha com erosão nos talvegues, escavando vales nas rochas subjacentes (ASSINE, et al. 2015). Enquanto no Planalto os sedimentos mobilizados pelos processos erosivos tendem a ser transportados a jusante (com exceção em áreas mais planas, com vales mal definidos), no Pantanal há sedimentação devido, em parte, a redução do gradiente topográfico, da velocidade de fluxo, etc.

Em estudos realizados por Padovani et al. (1998), Oliveira e Calheiros (1998), Borges et al. (1997) e Carvalho (1994), comprova-se que a bacia do Alto Taquari (BAT) é uma das maiores produtoras de sedimentos em suspensão da BAP, no qual o rio Coxim apresenta maior concentração de carga suspensa. Este fato deve-se a conjunção de diversos fatores, dentre os quais a erosividade das chuvas (concentradas de outubro a março), a erodibilidade dos solos (compostos basicamente por areias quartzosas significativamente friáveis), a topografia irregular (com declividades mais acentuadas nas cabeceiras), o uso da Terra (muitas vezes inadequado e sem planejamento) e a cobertura vegetal, cada vez mais restrita e isolada.

É importante salientar, conforme Borges et al. (1997) que a carga sedimentar suspensa varia conforme a localização da área fonte, da capacidade de transporte e sedimentação dos canais fluviais. Assim, assevera o autor, a carga sedimentar nas proximidades das cabeceiras da BAT atinge cerca de 365 t/ano/km², decrescendo de leste para oeste, atingindo 219 t/ano/km² na região de Coxim (ainda no planalto), enquanto nas proximidades do megaleque fluvial (na planície) a deposição é de apenas 73 t/ano/km². Este fato expressa a retenção de parte da carga

sedimentar no próprio planalto, nas áreas mais planas e com vales mal definidos, notados em trabalho de campo na área da bacia do rio Jauru (**Figura 1**), em tributários como o Figueirão, Tigela, Ribeirão Bonito, Piraputanga, etc.

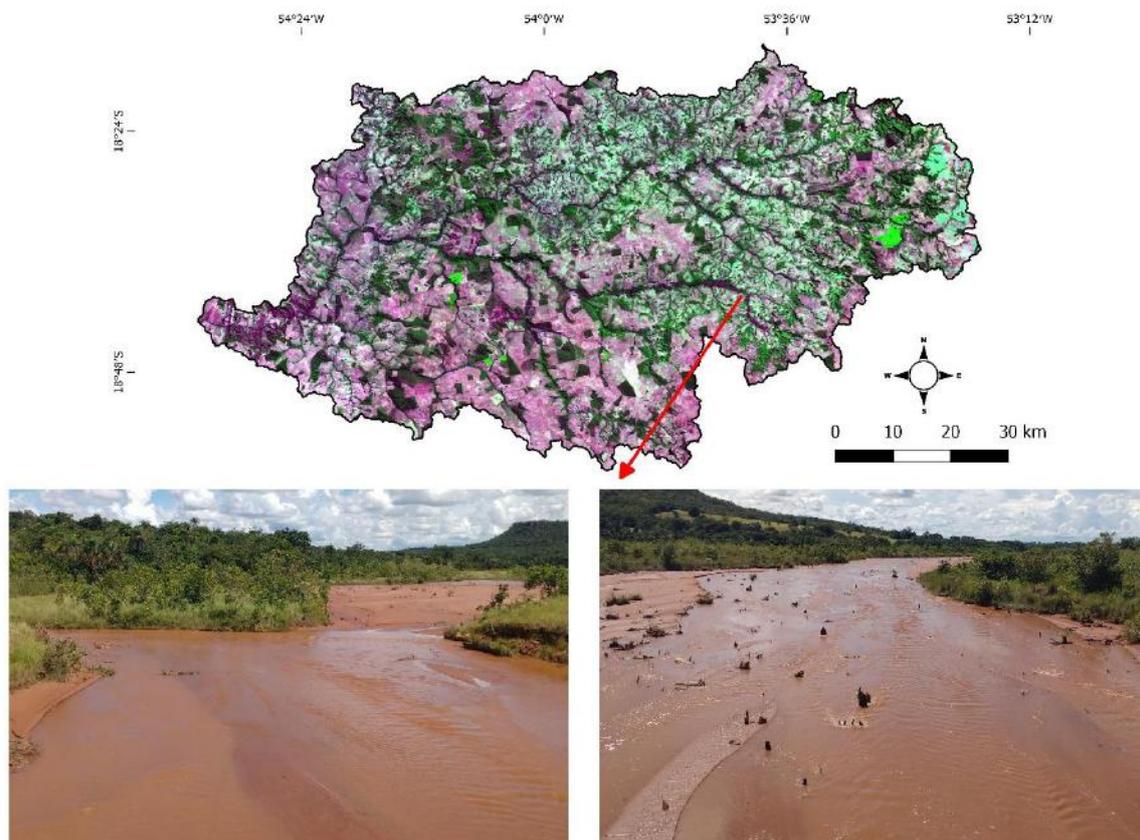


Figura 1 – Processo de sedimentação no rio Figueirão, tributário da margem esquerda do rio Jauru (18°41'53.92"S 53°39'43.94"O). Assim como o Figueirão, vários outros tributários do Jauru apresentam processos sedimentacionais, indicando a produção de carga sedimentar superior a capacidade de transporte dos canais. Imagem de satélite CBERS-4 sensor AWF1; fotos tiradas em 2016, durante trabalho de campo na cidade de Figueirão-MS.

Conforme Abdon (2004), o perfil da cobertura vegetal contribui para a proteção dos solos, na medida em que reduz o impacto da erosividade das chuvas, interfere no escoamento superficial (potencializando a infiltração) e consequentemente na erodibilidade dos solos. Ross (1994) classifica os tipos de cobertura vegetal de acordo com os graus de proteção que elas oferecem aos solos no qual florestas, matas naturais ou cultivadas, formações arbustivas densas ou não, bem como pastagens cultivadas sem pisoteio de gado, apresentam altos graus de proteção, enquanto que culturas de ciclo curto com práticas conservacionistas ou não (como arroz, trigo, soja, milho, etc.), áreas desmatadas, solos expostos, entre outras, apresentam baixa, muito baixa ou insignificante proteção aos solos.

Neste contexto, na BAT, a ocupação antrópica mais intensa remonta ao século XIX, mas foi a partir dos anos 60/70 do século XX que as atividades agroindustriais se espalham pelos cerrados da bacia do Alto Taquari. Incentivado por programas governamentais como o PRODOESTE (Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste – 1971), POLOCENTRO (Programa de desenvolvimento do Cerrado - 1975), POLONOROESTE (Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil - 1981), PROÁLCOOL (Programa Nacional do Alcool - 1975) e PROVÁRZEAS (Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas

Irrigáveis - 1981), entre outros, a expansão da fronteira agrícola se deu via desmatamento de significativas áreas na BAT, processado através de incêndios florestais, denominados no linguajar agrícola da época como estratégia de “limpeza” do terreno.

A expansão desta fronteira agrícola, como observado em quase todo o cerrado brasileiro, processou-se de maneira desordenada, desconsiderando as potencialidades e fragilidades das áreas ocupadas, implementando no território as velhas características do agronegócio brasileiro: a concentração fundiária e a degradação ambiental, elementos quase que inseparáveis. Conforme apontado por Farias et al. (2013), na expansão agrícola no cerrado somou-se ainda a atuação do Estado via as políticas públicas já citadas, expondo o seu caráter meramente desenvolvimentista.

Este conjunto de fatores resulta, no presente, em séria degradação ambiental, refletida na bacia do rio Jauru através de violentos processos erosivos, impactando a biodiversidade, os recursos hídricos e inviabilizando o aproveitamento econômico de diversas áreas. Assim, considerando os objetivos desta pesquisa, foram adotadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, permitindo comparar os impactos da ocupação antrópica na vegetação entre os anos de 1984 e 2016 o que, segundo Fitz (2008) seria inviável sem os citados recursos.

2. Objetivo

A presente pesquisa tem como objetivo geral identificar a evolução do uso e ocupação da Terra na bacia do rio Jauru entre os anos de 1984 e 2017.

3. Material e Métodos

A sub-bacia do rio Jauru localiza-se no Estado de Mato Grosso do Sul, englobando os municípios de Alcinópolis, Costa Rica, Coxim, Figueirão e São Gabriel do Oeste, sendo que apenas Figueirão tem sua sede municipal na área da bacia. O Jauru, rio tronco da bacia, nasce nos planaltos da Serra das Araras a uma altitude de aproximadamente 700 metros e tem sua Foz na confluência com o rio Coxim, a 230 metros acima do nível do mar (**Figura 2**). Tem como principais tributários os córregos Jauruzinho, Piraputanga, Caracol e o rio Figueirão pela margem esquerda e os córregos Pinguela, Tigela, Bananal, Lixa e Torrinha pela margem direita. Possui sentido de fluxo de leste para oeste, limitando-se a norte pela bacia do rio Taquari, a Sul pela bacia do rio Coxim e a leste pela bacia do rio Sucuri (bacia do rio Paraná).

Para a consecução dos objetivos, realizou-se primeiramente a criação do banco de dados para o projeto. Adquiriu-se imagens dos satélites Landsat TM 5 e Landsat OLI 8, datadas de Agosto de 1984 e Setembro de 2017 e posteriormente efetuou-se a correção atmosférica das mesmas com auxílio do software ENVI 5.1. O procedimento de correção atmosférica é necessário para a remoção dos efeitos ao qual a atmosfera produz, visando a melhoria para uma interpretação mais confiável da imagem (MENESES, et al. 2012). Portanto, utilizou-se o algoritmo de correção FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes).

A classificação das imagens decorreu através do método GEOBIA (Geographic Object-Based Image Analysis), no software eCognition 8.9, ao qual pode ser definida como um novo paradigma em evolução na detecção remota e na ciência em informação geográfica (BLASCHKE, et al. 2014). Esse tipo de classificação transcende a interpretação baseada apenas nas características espectrais da imagem, agregando a ela, uma conjuntura de distribuição, formal e textura (YAN, et al. 2006). Assim, primeiramente realizou-se o processo de segmentação da imagem através do algoritmo “Mutiresolution Segmentation”, dividindo dessa maneira a imagem em regiões espectralmente homogêneas, apresentando como grande diferencial a consideração da informação espectral de todas as bandas de um satélite. Foram adotados os valores 18, 0,1 e 0,5 (Escala, Forma e Compacidade, respectivamente). Para

realização da classificação, utilizou-se o classificador Nearest Neighbor (NN), que necessita da coleta de amostras de classes a serem mapeadas para treinamento do sistema. Os parâmetros selecionados com finalidade de melhorar a acurácia da classificação, seguiram as bases do trabalho de Bacani, et al. (2016).

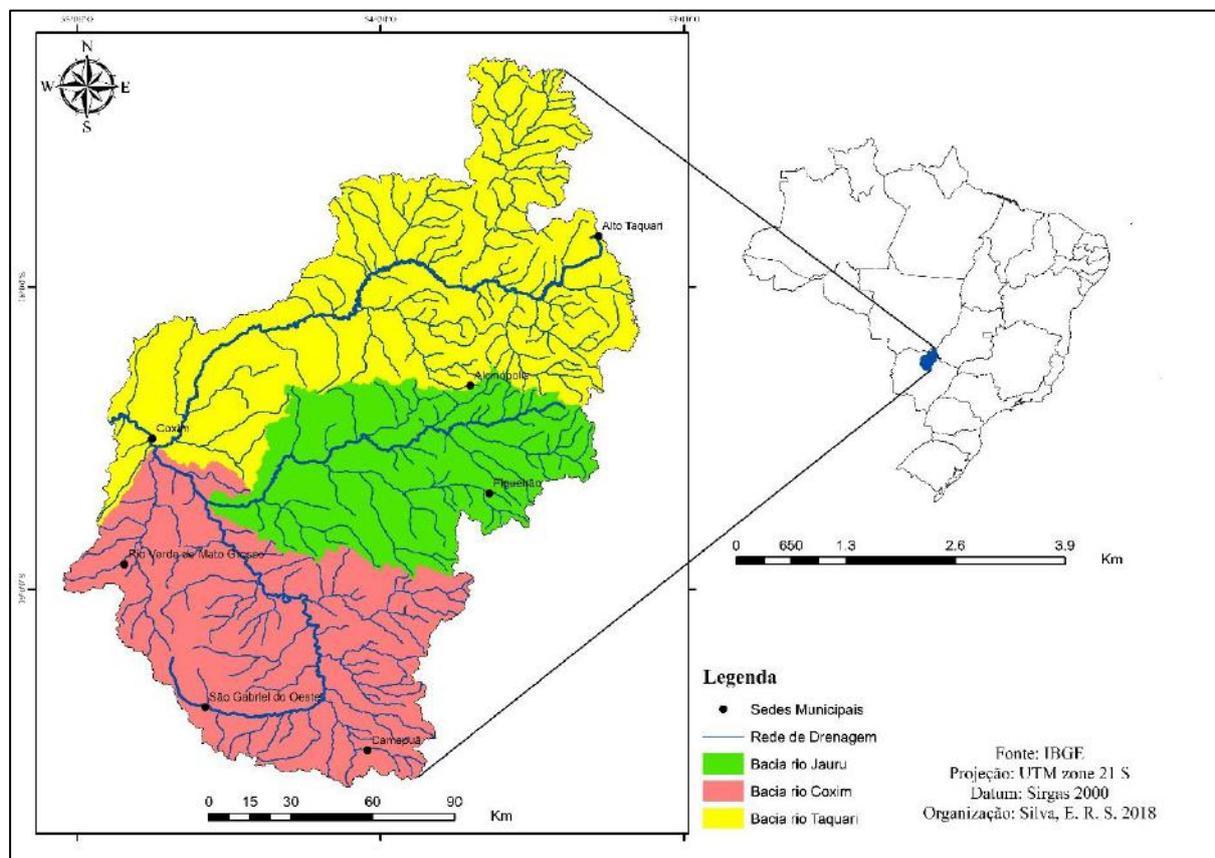


Figura 2 – Localização da bacia do Alto Taquari, com destaque para as bacias dos três principais rios que englobam a bacia: o Taquari (12.305 km² - 43,87%), o Jauru (6.327 km² - 22,6%) e o Coxim (9.143 km² - 33,57%).

A fim de melhor identificar os grandes grupos de uso e ocupação da Terra, foram definidas quatro classes que agrupam um conjunto de elementos semelhantes, a saber: Corpos d'águas continentais, área antrópica, área queimada, e vegetação natural. Os corpos d'águas continentais referem-se aos canais fluviais, barragens para uso agrícola, sistemas lacustres naturais e as áreas úmidas. As áreas queimadas referem-se às regiões atingidas por incêndios florestais em datas próximas ao imageamento da área. As áreas antrópicas referem-se ao conjunto da superfície em que se desenvolvem atividades humanas, o que significa a conjunção de usos rurais (agricultura e agropecuária empresarial ou não), urbanos e industriais, nas quais foram necessárias a supressão da vegetação nativa, como apontado por Silva (2006). Por fim, a vegetação natural refere-se às áreas onde está mantida a cobertura vegetal nativa, composta por classes típicas do Cerrado que, conforme Silva et al. (2011) podem ser subdivididas em Savana Arborizada, Savana Florestada, Savana Parque e Vegetação Secundária.

4. Resultados e Discussão

Historicamente, o desenvolvimento das atividades antrópicas na BAT processou-se nas áreas mais planas e próximas a infraestruturas, expandindo para as áreas mais interioranas a partir da atuação do Estado na dissipação dessas infraestruturas, principalmente as estradas de escoamento. Neste sentido, desenvolveram-se diversos povoados que, servindo como base de apoio para as populações residentes nas fazendas, posteriormente foram emancipados ao status de municípios, como é o caso de Alcinópolis (1992), Alto Taquari-MT (1986), Figueirão (2003) e São Gabriel do Oeste (1981). No caso da bacia do rio Jauru não foi diferente. Da ocupação concentrada inicialmente nas áreas dos planaltos, a partir dos anos de 1980, as atividades antrópicas expandiram-se para as áreas da depressão do Taquari, de solos friáveis e compostos principalmente por areias quartzosas, substituindo significativas porções vegetais para a implementação de pastagens para a agropecuária (**Figura 3**).

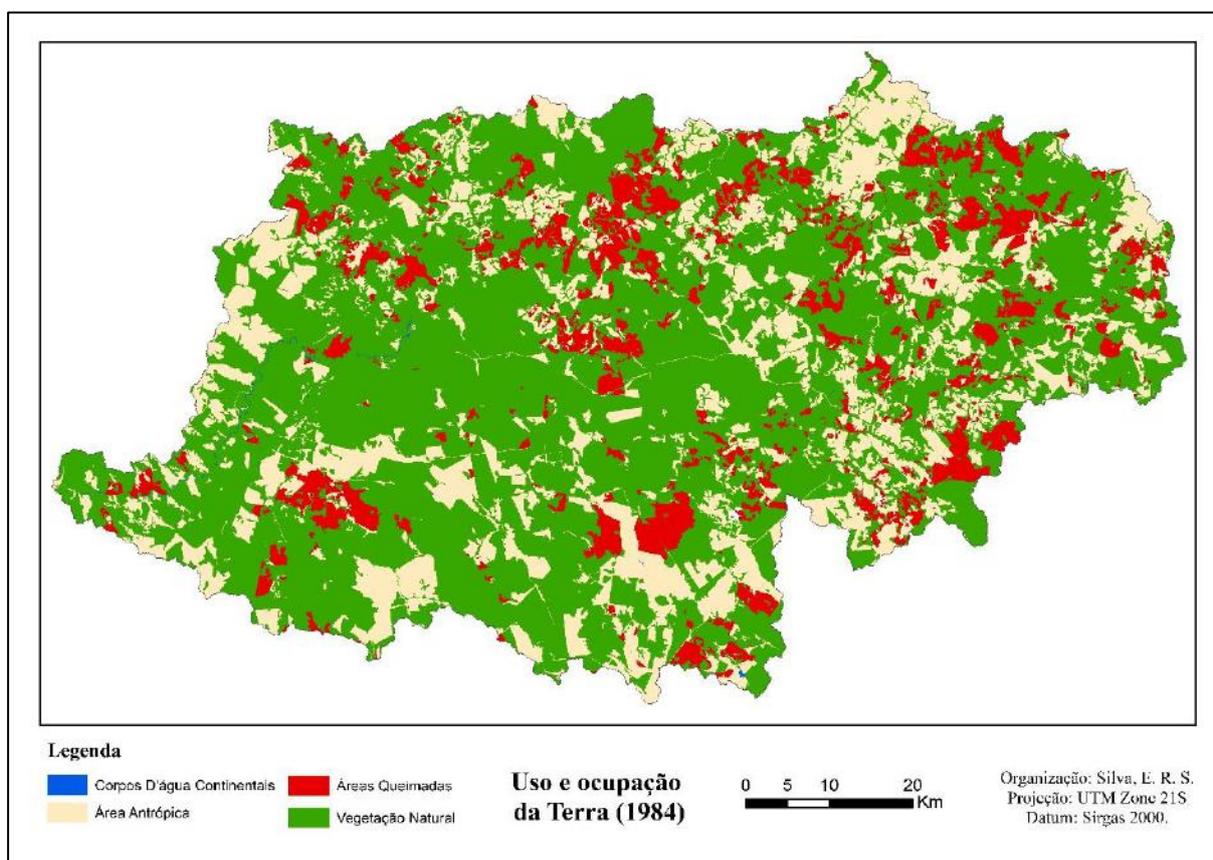


Figura 3 – Uso e ocupação da Terra na bacia do rio Jauru em 1984.

Em 1984, aproximadamente 64% da superfície da bacia era coberta pela vegetação natural, concentrada, sobretudo nas áreas da depressão do Taquari, localizada no centro da bacia. As áreas antrópicas ocupavam somente 25% da Terra, distribuídas nas regiões com melhores infraestruturas, sem uma articulação evidente. Destaca-se que, com exceção de áreas localizadas no nordeste da bacia, quase todas as outras áreas antrópicas eram destinadas a pastagem para a pecuária, característica produtiva marcante desta região ainda hoje. As áreas atingidas por incêndios florestais, seguindo uma tendência percebida durante o período de escolha e aquisição de imagens de satélite para o presente estudo para diversas áreas da BAP, por mais excepcionais que possam parecer, representaram cerca de 11% do total da superfície da bacia. Este fato representa uma estratégia dos proprietários de terra da época para “limpar” e preparar a terra para a pecuária, como ainda ocorre no presente, entretanto, não é possível fazer afirmações, dada a ausência de estudos sobre os incêndios florestais na BAP em 1984. Por fim, as águas continentais somaram índices inferiores a 1% da extensão total da bacia.

Apesar da supressão do Cerrado para ceder lugar à agropecuária nos anos oitenta, é a partir da segunda metade de 1980 até meados dos anos noventa, como já citado, em que há expansão em larga escala das atividades antrópicas, alterando com maior velocidade a cobertura vegetal da bacia do rio Jauru. O conjunto dessas atividades alterou profundamente o arranjo espacial da bacia (**Figura 4**), tornando, principalmente, os municípios de Alcinópolis e Figueirão em importantes produtores agropecuários na Micro Região do Alto Taquari, no Estado de Mato Grosso do Sul. Entretanto, em ambos os municípios são percebidos atualmente processos erosivos graves e avançados, como o conjunto de voçorocas nas cabeceiras do rio Figueirão e em tributários do rio Jauru, como o córrego Tigela, nas proximidades do centro urbano de Alcinópolis.

Conforme trabalhos de Silva et al. (1997), Galdino et al. (2003), Oliveira et al. (1998) e Silva (2003) o desmatamento na bacia do Alto Paraguai -BAP, alcançava cerca de 30,5% em 1994, enquanto na bacia do Alto Taquari, já representava cerca de 58% da área total, com índices mais acentuados nas bacias do rio Coxim e Jauru. O processo de desflorestamento acelera-se a partir da décadas de 1970, sofrendo uma significativa redução de seu ritmo a partir dos anos 90, devido, em parte, a políticas de proteção ambiental e social como a Política Nacional para o Meio Ambiente e o Programa Nacional da Reforma Agrária (SILVA, et al. 2006).

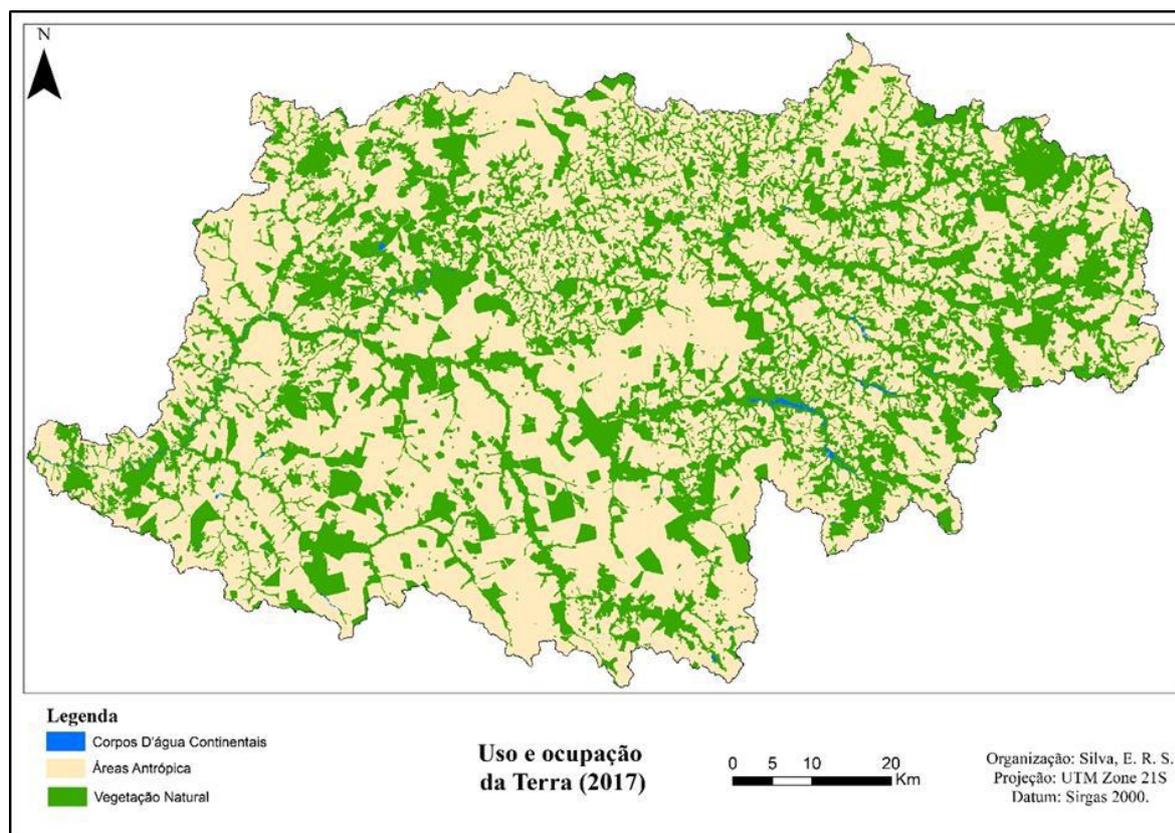


Figura 4 - Uso e ocupação da Terra na bacia do rio Jauru em 2017.

Em 2017, cerca de 64% da superfície da bacia estava ocupada por atividades antrópicas, majoritariamente destinadas a agropecuária e não mais de forma concentrada, mas distribuída em todas as regiões. Em contraponto, as áreas cobertas por vegetação natural reduziram-se a 35% do total da bacia, com ritmo reduzido a partir da segunda metade da década de 1990 em diante. Apesar da redução, a bacia do rio Jauru apresenta cobertura vegetal superior à da bacia do rio Coxim, e valores próximos ao nível de desflorestamento da bacia do rio Taquari, conforme levantamento de Silva et al. (2006).

A vegetação nativa concentrou-se em áreas declivosas, na maioria das vezes associadas a encostas nas interfaces entre a depressão e os planaltos, no entorno dos cursos hídricos, principalmente nas cabeceiras e nas áreas próximas a pequenos vales esculpidos pelo rio Jauru, e em áreas de projetos de recuperação vegetal, principalmente aqueles de controle de processos erosivos. Por fim, enquanto as áreas cobertas pelas águas continentais mantiveram-se em 1% do total da bacia, não foram identificadas áreas atingidas por incêndios florestais. A comparação dos índices (**Tabela 1**) de uso e ocupação da terra entre 1984 e 2016 demonstra, para o caso da bacia do rio Jauru, a tendência sentida em todas as terras altas da BAP de redução da cobertura vegetal nativa, principalmente nos últimos trinta anos.

Tabela 1 – Comparação dos índices de uso e ocupação da Terra em 1984 e em 2016 para a bacia do rio Jauru.

| Classes Mapeadas | 1984 | 2017 |
|----------------------------|------|------|
| Vegetação Natural | 64% | 35% |
| Área Antrópica | 25% | 64% |
| Área Queimada | 11% | - |
| Corpos D'água Continentais | - | 1% |

Esta comparação comprova a expansão em larga escala das atividades agrícolas na bacia, reduzindo as áreas cobertas pela vegetação natural, o que impacta, conforme Teixeira (2005) o ambiente na medida em que retira a proteção dos solos potencializando sua degradação, reduz a biodiversidade, afeta a dinâmica hidrossedimentológica, entre outros. Destaca-se ainda que a bacia do rio Jauru naturalmente apresenta solos friáveis, de alta erodibilidade (GALDINO et al. 2006), com significativo potencial à erosão hídrica e histórico recente de vastos e graves processos erosivos, gerando impactos sociais, ambientais e econômicos que, devido a articulação dos elementos dos sistemas fluviais (STEVAUX et al. 2017), podem ser sentidos a centenas de quilômetros, neste caso, no megaleque fluvial (*fluvial megafan*) no baixo Taquari.

5. Conclusões

Fazendo-se uso dos conhecimentos e técnicas englobadas pelas Geotecnologias, foi possível perceber significativas alterações no uso e ocupação da Terra na bacia do rio Jauru entre os anos de 1984 e 2016 (32 anos). No período houve a expansão das pastagens para a agropecuária, principalmente nas áreas da depressão do Taquari, com solos mais friáveis e maior potencial erosivo (erodibilidade), enquanto houve a redução da vegetação nativa, com concentração nas áreas mais declivosas, nas proximidades dos cursos hídricos e em projetos de recuperação ambiental, principalmente nas áreas castigadas por vastos e graves processos erosivos (voçorocas).

A erosividade das chuvas, a erodibilidade do solo, e principalmente a topografia com declividades acentuadas em algumas porções e o uso da terra e cobertura vegetal representam fatores de extrema importância na avaliação do desenvolvimento do processo erosivo. Neste sentido, esta pesquisa contribui na medida em que lança luz sobre a cobertura vegetal e o uso da Terra para a agropecuária na bacia do rio Jauru, oportunizando subsídios para, conjuntamente com análise dos outros fatores, definir um melhor planejamento e ordenamento do território, visando atender sustentavelmente as demandas sócio-ambientais-econômicas da área estudada.

Destaca-se que a bacia do rio Jauru apresenta na atualidade áreas com significativa degradação ambiental, seja pela erosão, transporte ou deposição de sedimentos (como no caso do rio Figueirão) e que, portanto, faz-se importante discutir o modelo de “desenvolvimento” mais adequado, atendendo as necessidades das atuais e futuras gerações. Assim, pesquisas que objetivem identificar as alterações dos usos e ocupações da Terra e os impactos ambientais envolvidos nos planaltos e depressões da Bacia do Alto Paraguai ganham importância, visto o particular e delicado equilíbrio do sistema pantaneiro, completamente dependente do que acontece em seu entorno. Portanto, a presente pesquisa contribui no esforço de buscar entender a configuração espacial das relações homem-natureza, subsidiando políticas públicas capazes de melhor gerir as ações humanas nas terras altas da Bacia do Alto Paraguai.

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 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa.

7. Referências

- Abdon, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico: erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. doi:10.11606/T.18.2016.tde-09062016-091734. Acesso em: 2018-06-25.
- Assine, M. L.; Macedo, H. A.; Stevaux, J. C.; Bergier, I.; Padovani, C. R.; Silva, A. Avulsive Rivers in the Hydrology of the Pantanal Wetland. **Springer International Publishing Switzerland**, 2015.
- Bacani, V. M.; Sakamoto, A. Y.; Quéno, H.; Vannier, C.; Corgne, S. Markov chains-cellular automata modeling and multicriteria analysis of land cover change in the Lower Nhecolândia subregion of the Brazilian Pantanal wetland. **Journal of applied remote sensing**, v. 10, n.1, p. 016004, 2016.
- Blaschke, T.; Hay, G. J.; Kelly, M.; Lang, S.; Hofmann, P.; Addink, E.; Feitosa, R. Q.; Van Der Meer, F.; Van Der Werff, H.; Van Coillie, F.; Tiede, D. Geographic object-based image analysis-towards a new paradigm. **ISPR journal of photogrammetry and remote sensing**, v. 87, p. 180-191, 2014
- 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.
- Carvalho, N. O. Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro: CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, 1994. 372 p.
- Farias, G. M.; Zamberlan, C. O. Expansão da fronteira agrícola: impacto das políticas de desenvolvimento regional no centro-oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**. v. 2, n. 2, p. 58-68, jul./dez. 2013.
- Fitz, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.
- Galdino, S.; Risso, A.; Soriano, B. M. A.; Vieira, L. M.; Padovani, C. R. Potencial erosivo da Bacia do Alto Taquari. In: Galdino, S.; Vieira, L. M.; Pellegrin, L. A. **Impactos Ambientais e Socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal**. Corumbá-MS: EMBRAPA Pantanal, 2006. p. 125-138.
- Galdino, S.; Vieira, L. M.; Soriano, B. M. A. **Erosão na Bacia do Alto Taquari**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 47 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 52).
- Meneses, P. R.; Almeida, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, 2012.
- Oliveira, B. S.; Mataveli, G. A. V. Avaliação do desempenho dos classificadores Iseog e Bhattacharya para o mapeamento de áreas de cana-de-açúcar no município de Barretos-SP. In: **Anais... XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.
- Oliveira, H. De; Oliveira, F. D. A. De; Sano, E. E.; Adámoli, J. **Caracterização do meio físico da bacia hidrográfica do Alto Taquari utilizando o Sistema de Informações Geográficas SGI/INPE**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 28 p.
- Oliveira, M. D.; Calheiros, D. F. **Transporte de nutrientes e sólidos suspensos na bacia do rio Taquari (Mato Grosso do Sul)**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 10, n.2, 1998. p.35-45.
- Padovani, C. R.; Carvalho, N. O.; Galdino, 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.
- Padovani, C.R. Deposição de sedimentos e perda de água do Rio Taquari no Pantanal. In: Encontro de Engenharia de Sedimentos, setembro de 1998. **Anais...** Belo Horizonte: ABRH, p. 127-134.
- Ross, Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 8, 1994.

Silva, J. Dos S. V. da. Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental, estudo de caso: bacia hidrográfica do alto Rio Taquari MS/MT. 2003. 307 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas: GRI/UNICAMP, Campinas.

Silva, J. Dos S. V. Da; Abdon, M. De M. Desmatamento na bacia do Alto Paraguai - Pantanal brasileiro - até 1994. In: Simpósio Latino Americano de Percepcion Remota, 8., Mérida, Venezuela, 2-7 novembro 1997.

Silva, J. Dos S. V. Da; Abdon, M. De M.; Galdino, S. Desmatamento na Bacia do Alto Taquari no período de 1976 a 2000. **In.** GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; PELLEGRIN, L. A. Impactos Ambientais e Socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal. Corumbá-MS: EMBRAPA Pantanal, 2006. p. 125-138.

Silva, J. Dos S. V. Da; Pott, A.; Abdon, M. De M.; Santos, K. R. dos. **Projeto GeoMS: Cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul.** Campinas-SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2011. 64 p.

Stevaux, J. C.; **Latrubesse, E. M. Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 336 p.

Teixeira, J. C. Modernização da Agricultura no Brasil: Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas. Três Lagoas-MS, V 2 – n.º 2 – ano 2, setembro de 2005.

Yan, G.; Mas, J.F.; Maathuis, B.H.P.; Xiangmin, Z.; Van Dijk, P.M. Comparison of pixel based and object oriented image classification approaches – a case study in a coal fire area, Wuda, Inner Mongolia, China. **International Journal of Remote Sensing**, v.27, p.4039-4055, 2006.