



Geotecnologias aplicadas à avaliação da aptidão agrícola das terras da bacia Ribeirão da Jacobina, Cáceres-MT

Larissa Espinosa de Freitas 1
Sandra Mara Alves da Silva Neves 2
Maria Cândida Moitinho Nunes 3
Milson Evaldo Serafim 4
Diego Galvão de Paula 5

1 Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT / Campus de Tangará da Serra.
Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola
Rod. MT 358, km 07. Jardim Aeroporto. CEP: 78300-000 Tangará da Serra/MT, Brasil
larissa-efreitas@hotmail.com

2 Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Campus Cáceres
Laboratório de Geotecnologias UNEMAT – Sala 09
Av. Santos Dumont, s/n. Bairro: Santos Dumont. CEP: 78200-000 Cáceres/MT, Brasil
ssneves@unemat.br

3 Universidade Federal de Pelotas - UFPEL
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/FAEM - Departamento de solos
Campus Universitário s/n. CP 354. CEP: 96010-900 Pelotas/RS, Brasil
nunes.candida@gmail.com

4 Instituto Federal Educação, Ciências e Tecnologia – IFMT/Campus Cáceres
Laboratório de Solos
Av. dos Ramires, s/n. Bairro: Industrial. CEP: 78200-000 Cáceres/MT, Brasil
milson.serafim@cas.ifmt.edu.br

5 Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Campus Cáceres
Departamento de Direito
Av. São João, s/n. Departamento de Direito. Bairro: Cavallhada. CEP: 78200-000 Cáceres/MT
diego.galvao@unemat.br

Resumo. Para a adequada expansão das atividades agrícolas há necessidade de conhecimento sobre a aptidão agrícola das terras. Nesse sentido objetivou-se avaliar, por meio das geotecnologias, a aptidão agrícola das terras na bacia Ribeirão Jacobina, Cáceres-MT, a fim de diagnosticar os conflitos decorrentes das adequações e inadequações de uso. O Sistema de Informações Geográficas permitiu a interseção de informações espaciais referentes às classes de solo, relevo, aptidão agrícola e uso e cobertura da terra. Após essa integração foram definidos os conflitos de uso da terra na área de estudo. A bacia Ribeirão da Jacobina apresenta 67,47% de sua área apta para atividades agropecuárias, sendo necessária a implementação de manejo conservacionista e proteção de encostas, morros e corpos d'água. Foram identificados conflitos de uso da terra em áreas com ocorrência de Neossolos Litólicos em relevo acidentado com predominância da pecuária, havendo inadequações com a classe de aptidão indicada. Concluiu-se que a adequação do uso da terra com a aptidão agrícola na área de estudo possibilitará a redução do processo de degradação do solo e o reflorestamento de áreas de APPs, contribuindo para a conservação dos corpos hídricos.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, uso e cobertura da terra, conflitos de uso, Pantanal

Abstract. For proper expansion of agricultural activities there is a need for knowledge about the ability of agricultural lands. In this sense the objective assess, through the geotechnology, agricultural land fitness in the Ribeirão Jacobina, Cáceres, in order to diagnose the conflicts arising from adjustments and inadequacies.. The Geographic Information System allowed the intersection of spatial information related to classes of soil, relief, agricultural aptitude and use and coverage of the land. After this integration were defined land use conflicts in the study area The basin Ribeirão da Jacobina presents 67.47% of its area suitable for farming activities, requiring the implementation of conservation and protection management of slopes, hills and water. Were identified land use conflicts in areas with occurrence of Neossolos Litólicos in rugged relief with predominance of livestock, and there are inadequacies with the fitness class indicated. It was concluded that the appropriateness of agricultural aptitude with the current use of the land in the study area will make it possible to reduce the process of soil degradation and the reforestation of areas of APPs, contributing to the conservation of water bodies.

Key-words: remote sensing, use and land cover, conflicts of use, Pantanal

1. Introdução

A expansão das atividades agrícolas na região Sudoeste de Mato Grosso reflete a necessidade de um planejamento racional do uso da terra que promova a recuperação, conservação e exploração sustentável dos recursos naturais. Pereira e Lombardi Neto (2004) corroboram com exposto ao discorrem que é relevante o surgimento de metodologias que forneçam subsídios para o planejamento e tomada de decisões mais precisas, adequadas e ágeis, com visão mais efetiva quanto à incorporação da componente ambiental, no processo.

O desenvolvimento das atividades antrópicas no Estado tem afetado os elementos constituintes da paisagem das bacias hidrográficas, as quais consistem em entidades hidrológicas naturais, que permitem o escoamento superficial da água para um canal de drenagem específico, córrego ou rio em um ponto particular (Chopra et al., 2005). Conforme Paiva et al. (2014), a bacia Ribeirão Jacobina apresenta conflito de uso em suas Áreas de Preservação Permanentes (APPs), necessitando de planejamento ambiental para promover a recuperação das áreas de nascente, sugerindo-se o reflorestamento, de preferência com espécies nativas, para que os cursos d'água não se extingam, o que causaria prejuízos de ordem ambiental e econômica.

Diversos trabalhos empregam o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAT), elaborado por Ramalho Filho e Beek (1995), para avaliação de terras no Brasil, nos mais variados níveis de detalhe e adaptações. Conforme Silva et al. (2010), as geotecnologias e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas que fornecem resultados promissores na avaliação da aptidão agrícola das terras, pois permitem a geração, manipulação, análise e integração de informações espaciais.

A aplicação das análises de aptidão agrícola em bacias hidrográficas possibilita a identificação das limitações que causam restrição, diferenciando áreas aptas às pastagens naturais, silvicultura, áreas de interesse ecológico e de terras subutilizadas, uma vez que poderiam estar ocupadas com pastagem de melhor qualidade e maior capacidade de suporte ou serem agricultadas com culturas anuais, de rápido retorno de capital (Gomes et al., 2007; Marques et al., 2012). A geração de resultados de maneira ágil e consistente favorece à gestão dos territórios de bacias hidrográficas, fato este que agrega ao presente trabalho um aspecto inovador, visto a inexistência desses tipos de estudos na bacia Ribeirão Jacobina.

A conservação da planície inundável contida na Bacia do Alto Paraguai está diretamente relacionada às atividades antrópicas desenvolvidas nas áreas de Planalto. Nessa ótica, as tecnologias espaciais podem auxiliar na identificação de áreas que apresentam conflitos de uso da terra (Pessoa et al., 2013), assim como no ordenamento da ocupação de áreas ambientalmente frágeis, contribuindo para o desenvolvimento econômico em consonância a conservação ambiental.

2. Objetivo

Avaliar, por meio de geotecnologias, a aptidão agrícola das terras na bacia Ribeirão Jacobina em Cáceres-MT, a fim de diagnosticar os conflitos decorrentes das adequações e inadequações de uso da terra.

3. Material e Métodos

3.1 Área de estudo

A bacia Ribeirão Jacobina, com extensão territorial de 444,75 Km², está localizada no município matogrossense de Cáceres (Figura 1). O curso principal da bacia de estudo, o Ribeirão Jacobina, é afluente da margem esquerda do rio Paraguai, maior curso da Bacia do Alto Paraguai – BAP.

Nos limites da bacia ocorrem as unidades geomorfológicas Província Serrana e Pantanal de Cáceres, uma das subunidades do Pantanal Matogrossense (Silva e Abdon, 1998) e os biomas Cerrado e Pantanal, com maior predominância espacial do ambiente pantaneiro. O clima municipal é do tipo Tropical quente e úmido, com inverno seco (Neves et al., 2011).

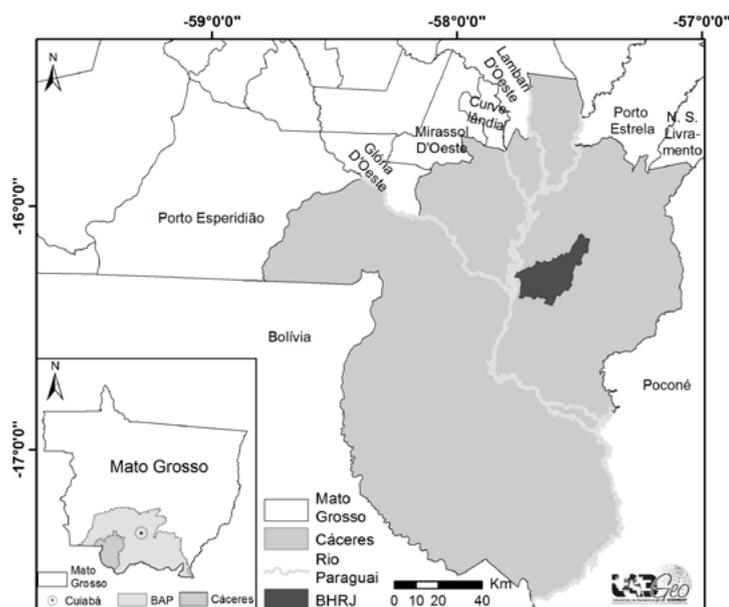


Figura 1. Bacia hidrográfica do Ribeirão Jacobina no município de Cáceres. Fonte: Labgeo Unemat, 2016.

3.2 Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizado o levantamento dos mapeamentos produzidos por órgãos públicos (SEPLAN/MT, SEMA/MT, IBGE, MMA, INPE e ANA). Os dados de interesse foram compilados, compatibilizados e organizados em um Banco de Dados Geográficos - BDG no Sistema de Informações Geográficas ArcGis, versão 10.4.1 da Esri (2016).

O mapa de solos foi obtido no sítio da Secretaria de Planejamento de Mato Grosso (Mato Grosso, 2006) onde foi realizada a atualização da nomenclatura conforme Embrapa (2013). O mapa do fator topográfico (LS) foi gerado por meio das cenas do Modelo Digital de Elevação (MDE) com a utilização da banda C, a resolução espacial das imagens foi de 30x30 metros. As imagens foram mosaicadas e recortadas pela área de estudo (máscara), resultando no MDE da

área de investigação. Houve a conversão da projeção WGS 84 para SIRGAS 2000 UTM – fuso 21, através da ferramenta Project do módulo ArcToolbox do ArcGIS. A partir do arquivo *raster* do MDE da área de estudo e de técnicas computacionais foram gerados os mapas clinográfico (declividade) e de direção de fluxo (vertentes). Esses mapas foram reclassificados e combinados de modo a gerar o mapa de rampas homogêneas, de onde foram extraídos os valores de declividade média de rampa e de altura de rampa, conforme a metodologia de Fornelos e Neves (2007).

As classes de relevo foram classificadas conforme Brasil (2007), que qualifica as condições de declividade, comprimento de encostas e configuração superficial dos terrenos, que definem as formas dos modelados (formas topográficas), conforme segue: declividade de 0 a 3% - relevo plano; de 3,1 a 8% - relevo suave ondulado; de 8,1 a 20% - relevo ondulado; de 20,1 a 45% - relevo forte ondulado; de 45,1 a 75% - relevo montanhoso; e >75% - relevo escarpado.

A avaliação da aptidão agrícola das terras da área de estudo foi efetuada com base no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAT) proposto por Ramalho Filho e Beek (1995). Os grupos de aptidão 1, 2 e 3 identificam terras cujo uso mais intensivo é a lavoura; o grupo 4 representa terras cujo tipo de uso mais intensivo é a pastagem plantada; no grupo 5 estão as terras cujo uso mais intensivo limita-se à silvicultura e pastagem natural; o grupo 6 abrange áreas de terras consideradas inaptas para qualquer uma das atividades agrícolas citadas, estando sua ocupação condicionada à preservação da fauna e da flora. As classes são divididas em: (a) – classe restrita de aptidão ao nível de manejo A; a – classe regular de aptidão ao nível de manejo A; b – classe regular ao nível de manejo B; (b) – classe restrita ao nível de manejo B; c – classe regular ao nível de manejo C; p – classe regular para pastagens plantadas ao nível de manejo B; N – classe boa para pastagem natural ao nível de manejo A; S – classe boa para silvicultura ao nível de manejo B; f – classe com restrição por condições agroambientais (relevo e/ou solo e/ou clima), indicado para preservação da fauna e flora.

Em seguida foi gerado o mapa de cobertura vegetal e uso da terra, no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - Spring (Câmara et al., 1996), obtido gratuitamente do sítio do INPE. Inicialmente foi criado um BDG, adotando o sistema de projeção SIRGAS 2000, em seguida as bandas georreferenciadas 6, 5 e 4, com resolução espacial de 30 metros, do satélite Landsat 8, obtida no sítio do Serviço Geológico Americano foram importadas para o SIG. Após a importação das bandas estas foram recortadas pela máscara da área de estudo, no formato vetorial (.shp). Na etapa de classificação da imagem foi utilizada a metodologia proposta por Florenzano (2002), considerando os seguintes elementos: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização espacial, sendo segmentada com o método crescimento de regiões, utilizando os seguintes parâmetros: similaridade 2400 e área 800. Para a definição das classes para geração do mapa de cobertura vegetal e uso da terra foi utilizado o manual técnico da vegetação brasileira (Brasil, 2012).

O mapa de conflitos de uso das terras foi elaborado no SIG a partir da combinação dos mapas de Aptidão Agrícola e de Cobertura vegetal e uso atual da terra, conforme Pedron et al. (2016), classificando as áreas da bacia de estudo em alto, médio e baixo.

Foi realizado trabalho de campo para a validação do produto cartográfico gerado, visando à obtenção da verdade terrestre.

4. Resultados e Discussão

Conforme pode ser observado na **figura 2**, a classe de solo predominante na bacia é o Neossolo Litólico. Francisco et al. (2015), por meio de estudos de avaliação de aptidão edáfica na Paraíba/PB, verificaram que as áreas classificadas como inaptas à agricultura eram compostas pre-

dominantemente por Neossolos Litólicos em afloramentos de rochas, devido a pequena profundidade dos solos, presença de pedregosidade e rochiosidade. Os Neossolos da área em estudo se encontram em relevo Ondulado a Forte ondulado (**Figura 3**), sendo primordial a conservação da vegetação nativa para que não sejam agravados os processos erosivos.

Os Luvisolos Háplicos representam 26,27% da área de estudo (**Tabela 1**), estudos em relevo Suave ondulado, necessitam de práticas conservacionistas de manejo do solo, visto que sua aptidão é voltada às culturas perenes ou sistemas agroflorestais, pois conservam a qualidade física, química e biológica dos solos. Conforme Embrapa (2013), os Luvisolos compreendem solos minerais, com horizonte B textural com argila de alta atividade, sendo rasos a pouco profundos, apresentando B textural altamente susceptível aos processos erosivos, em virtude da grande diferença textural entre o horizonte A e horizonte B.

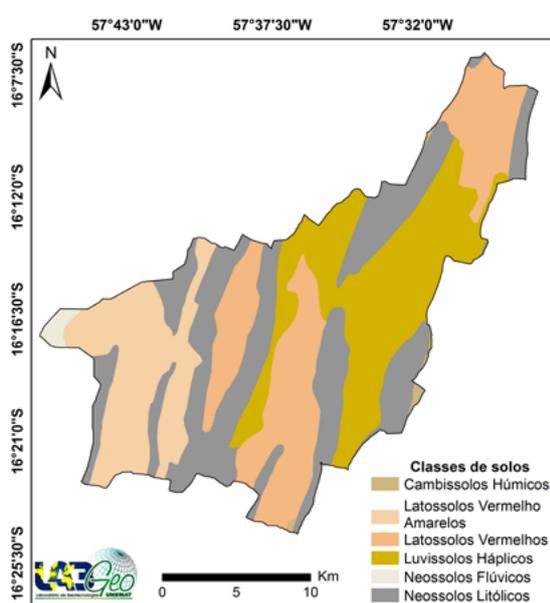


Figura 2. Classes de solos identificadas na Bacia Ribeirão Jacobina – Cáceres/MT. Fonte: os autores, 2016.

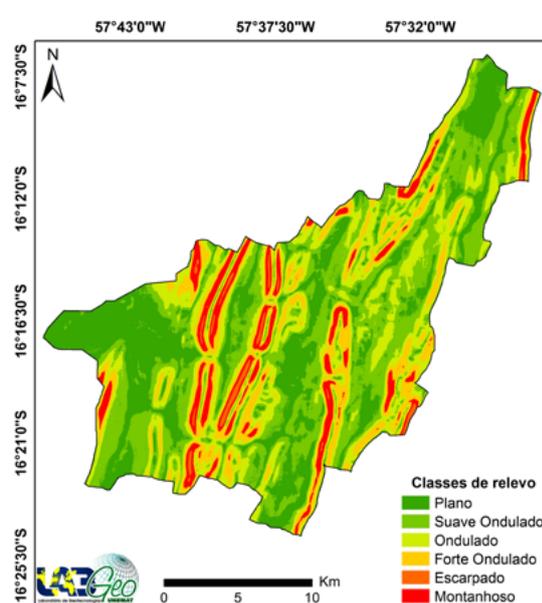


Figura 3. Classes de relevo identificadas na Bacia Ribeirão Jacobina – Cáceres/MT. Fonte: os autores, 2016.

Os Latossolos Vermelhos da bacia (24,5%) estão em áreas de relevo Plano a Suave ondulado. Conforme Nunes e Cassol (2008) estes solos apresentam alta estabilidade de agregados, sendo resistentes à quebra pelo impacto da gota da chuva e pela ação do escoamento superficial, contribuindo para sua alta resistência a impactos ambientais. Os Latossolos apresentam atributos físicos que favorecem a agricultura, sendo pouco suscetíveis aos processos erosivos, contribuindo para condução adequada de culturas anuais.

Tabela 1. Solos identificados na Bacia Ribeirão Jacobina no município de Cáceres-MT.

Classes de solos	Área (ha)	%
Cambissolos Húmicos	147	0,33
Latossolos Vermelho Amarelos	7,454	16,7
Latossolos Vermelhos	10,902	24,5
Luvisolos Háplicos	11,595	26,27
Neossolos Flúvicos	391	0,79
Neossolos Litólicos	13,986	31,41
Total	44475	100

Na área de estudo há 5 fases de relevo, dentre elas a classe Suave ondulado, que ocorre em 32,4% da área de estudo e a classe Plano, que ocupa 25,73%, ambas correspondem à 58,13% da área da bacia, sendo em grande maioria recoberta por Latossolos. Conforme Lepsch et al. (2015) as áreas com declive de 0 a 6% (Plano a Suave ondulado) são destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso das práticas simples de conservação do solo, sendo indicado o cultivo em nível para o controle dos processos erosivos.

A preservação da vegetação de morros, encostas e nascente consta na Lei 12.651/2012 (Brasil, 2012), ressaltando a importância das APPs no equilíbrio ecológico da fauna e da flora, bem como na conservação do solo e dos recursos hídricos. Nesse sentido, em torno de 13.986 ha da bacia são destinados à preservação da vegetação, em função do relevo acidentado e cursos hídricos, se enquadrando na classe 6f f de aptidão agrícola (**Figura 4**). Os impactos do uso inadequado das terras resultam na degradação de APPs no bioma Pantanal e interferem negativamente no equilíbrio dessa unidade ambiental, afetando a dinâmica hídrica regional, interferindo no pulso de inundação da planície alagada (Lorenzon et al., 2015).

A classe 2(a)(b) de aptidão agrícola ocupa 26,27% na bacia Ribeirão Jacobina, constituindo áreas regulares para lavouras e pastagem. Segundo Silveira et al. (2015), terras sujeitas às limitações de solo e relevo necessitam de implementação de alta tecnologia de manejo para enquadrar o uso às adequações de aptidão.

A classe de aptidão agrícola 1(a)bc ocorre em 24,5% da extensão da bacia (**Tabela 3**), cujas terras são indicada como apta para lavouras anuais e pastagem. Áreas que se enquadram nessa classificação são caracterizadas por solos bem drenados, que auxiliam no desenvolvimento do sistema radicular, retenção e suprimento de nutrientes para culturas. O relevo plano encontrado nessa área auxilia a expansão processos de mecanização, provendo tecnologia necessária para o aumento de área plantada de cultivos anuais. Apoiado nos estudos de impactos na expansão agrícola no bioma Pantanal, Sakamoto et al. (2012) constataram que a dinâmica hídrica (período de cheia e seca) do ecossistema mobiliza elementos químicos no solo provenientes de agrotóxicos e fertilizantes da agricultura, sugerindo a fragilidade do ambiente pantaneiro sob condições de intenso uso antrópico.

O uso da terra predominante na bacia em estudo é a pecuária (**Figura 5**), havendo assim a supressão da vegetação nativa em áreas de relevo acidentado. A ocorrência de pastagens nos municípios da região sudoeste de Mato Grosso constitui um problema, pois não garante uma cobertura eficaz do solo, conforme apontado no plano de Longo Prazo de Mato Grosso (Mato Grosso, 2012). Em locais de encostas, onde foi identificado o uso da terra com pastagens, é necessária uma rápida intervenção por meio de práticas de conservação e de recuperação, contribuindo para redução das inadequações de uso proveniente dos processos de ocupação sem ordenamento.

A agricultura está presente na área de estudo em solos profundos e bem drenados (Latosolos Vermelhos), sob relevo plano (**Tabela 3**), não havendo inadequações com a aptidão dos solos. Conforme Harris et al. (2006) o aumento de áreas direcionada à agricultura no Pantanal está restrita aos planaltos que circundam a planície pantaneira nos municípios da Bacia do Alto Paraguai, resultando em elevadas taxas de desmatamento, principalmente na porção planáltica, fazendo que haja a conversão de áreas nativas em áreas de agricultura e pecuária, sendo um importante vetor de degradação ambiental.

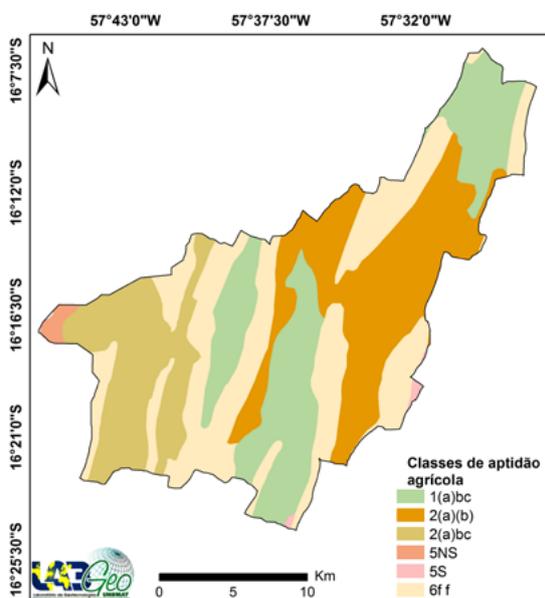


Figura 4. Classes de aptidão agrícola na bacia Ribeirão Jacobina - Cáceres/MT. Fonte: os autores, 2016.

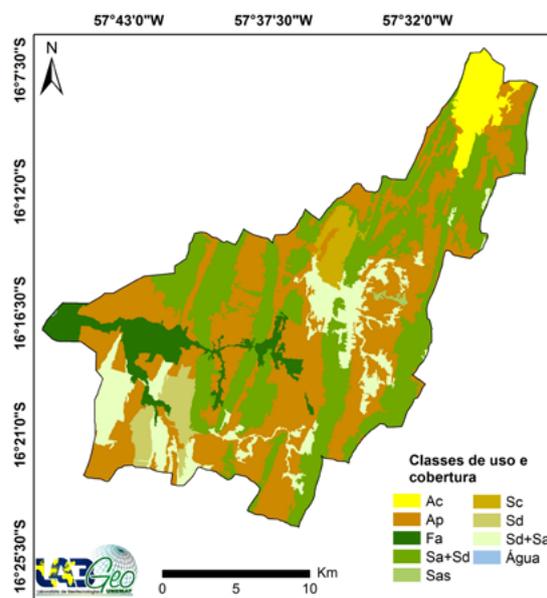


Figura 5. Classes de uso e cobertura na bacia Ribeirão Jacobina - Cáceres/MT. Fonte: os autores, 2016.

Constatou-se alto conflito de uso das terras em áreas destinadas a preservação permanente, pois houve a retirada da vegetação em áreas de morros, para inserção da pecuária, onde áreas de vegetação ciliar junto as nascentes, foram parcialmente destruídas e/ou convertidas para pastagem, representando 13.986 ha da área da bacia. Cardoso et al. (2011) citam os efeitos negativos da mudança de uso neste bioma, dentre eles está a fragmentação de habitats, invasão de espécies exóticas, poluição de aquíferos, redução da qualidade dos solos e degradação de ecossistemas. Nesse sentido, a adequação de uso tende a promover a restauração de áreas nativas na bacia, objetivando redução desses conflitos.

O conflito médio das terras foi identificado em áreas de Cambissolos Húmicos em relevo Suave ondulado a Ondulado, com predominância de Savana Arborizada e Savana Florestada, e presença de pastagem. A inadequação de uso com a aptidão do solo são fatores agravantes da degradação dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Conforme Amaral et al. (2004), o relevo da área influencia o tipo de solo, sendo que os Cambissolos Húmicos ocorrem geralmente em áreas de meia encosta, afetando um conjunto de atributos do solo e do ambiente, tais como a profundidade efetiva do solo, a drenagem interna do perfil, a declividade do terreno e a erosão superficial, os quais influenciam a capacidade de uso das terras.

O conflito baixo do uso das terras foi identificado em locais onde a agricultura foi o uso dominante em Latossolos, e a vegetação recobriu os Neossolos e Luvisolos, ocupando no total 30.332 ha. A condução da pecuária em Luvisolos na bacia é de maneira extensiva, com a utilização de forrageiras nativas e exóticas. Nesse sentido, Nascimento et al. (2015) discutem a necessidade de uma pecuária expansiva e intensiva que gere menos impacto ao Pantanal, refletindo no desenvolvimento da atividade na perspectiva sustentável, utilizando a vegetação nativa, uma vez que se encontra adaptada às condições ambientais do sistema pantaneiro.

Tabela 3. Classes de aptidão agrícola dos solos na bacia Ribeirão Jacobina, Cáceres-MT.

Classes de solos	Classes de relevo	Classes de aptidão de agrícola	Classes de uso do solo	Conflito de uso	Área (ha)
Cambissolos Húmicos	Suave ondulado a Ondulado	5 S - Sem aptidão agrícola, regular para silvicultura	Savana arborizada com presença de Savana Florestada (Sa) + Savana Florestada com Presença de Savana Arborizada (Sd) + Pecuária (Ap)	Médio	147
Latossolos Vermelho Amarelos	Plano a Suave ondulado	2(a)bc – Regular para lavoura; apta para pastagem	Floresta Estacional Semi-decidual Aluvial (Fa) + Savana Florestada + Pecuária (Ap)	Baixo	7,434
Latossolos Vermelhos	Plano a Suave ondulado	1(a)bc – Apto para lavoura com manejo conservacionista, apto para pastagem	Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada (Sa+Sd) + Pecuária + Agricultura (Ac)	Baixo	10,912
Luvissolos Háplicos	Suave ondulado a Ondulado	2(a)(b) – Regular para lavouras e pastagem	Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada (Sa+Sd)+ Savana Arborizada sem floresta de galeria (Sas) + Pecuária (Ap) + Silvicultura (Sc)	Baixo	11,595
Neossolos Flúvicos	Plano	5NS – Sem aptidão agrícola, regular para pastagem natural e silvicultura	Floresta Estacional Semi-decidual Aluvial (Fa) + Água	Baixo	391
Neossolos Litólicos	Ondulado a Forte ondulado	6f f – Destinada a preservação permanente, com restrição por condições agroambientais	Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada (Sa+Sd) + Pecuária (Ap) + Silvicultura (Sc)	Alto	13,986
Total					44.475

A expansão da agricultura na bacia, em particular da soja em áreas de planalto na Bacia do Alto Paraguai, configura os primeiros passos da retirada das pastagens para a inserção de agricultura com alto nível tecnológico. Conforme Santos e Sano (2015), mudanças que ocorrem nos perfis de produção na agropecuária demandam investimentos em capital e tecnologia no campo, havendo a modernização agrícola e, conseqüentemente, uso exacerbado de insumos químicos.

O manejo fitopatológico de pragas e doenças na cultura da soja é realizado por meio da aplicação excessiva de pesticidas, resultando na contaminação, por elementos tóxicos, das águas e dos solos. Desta forma, Calheiros et al. (2010), analisando amostras de água em áreas de monocultura, principalmente a soja na Bacia do Alto Paraguai, constataram a presença de resíduos de pesticidas na água, atentando-se aos efeitos subletais que a longo prazo afetam organismos não-alvo como a flora aquática, incluindo algas, comprometendo a base da cadeia alimentar no Pantanal.

A associação dos fatores solos, declividade e uso e cobertura proposta por Ramalho Filho e Beek (1995), permitiu evidenciar a necessidade de políticas de planejamento que fomentem uma ocupação territorial que se adeque a capacidade de suporte do ambiente na bacia Ribeirão Jacobina, sendo as ferramentas das geotecnologias primordiais para a identificação de áreas com conflitos de uso, de uma maneira ágil e de baixo custo.

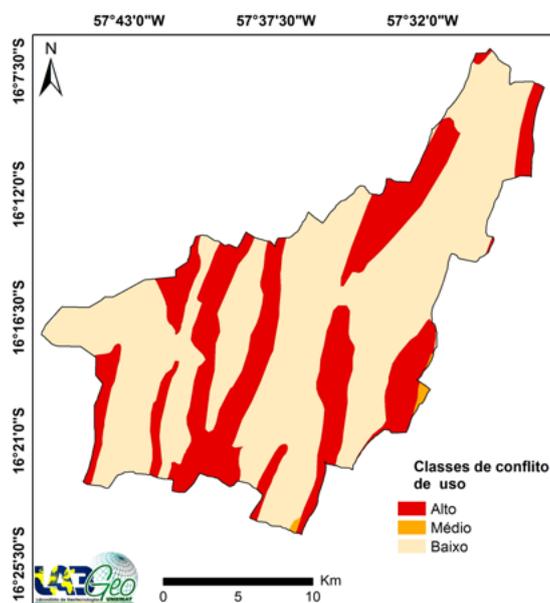


Figura 6. Conflito de uso da terra na bacia Ribeirão Jacobina - Cáceres/MT. Fonte: os autores, 2016.

5. Conclusões

Na bacia Ribeirão Jacobina predomina a classe de baixo conflito de uso da terra, decorrente do relevo Plano e da aptidão das terras indicarem a viabilidade de seu uso para fins agropecuários. Contudo, deve-se ressaltar a importância da adoção de práticas conservacionistas na porção territorial que apresentou alto conflito de uso das terras, devido à supressão da vegetação para o desenvolvimento da pecuária, pois houve a formação de pastos em áreas cuja aptidão indica que seja destinada à preservação permanente.

As geotecnologias permitiram a visualização da expansão da soja na bacia, cultivo anual, não sendo indicada para solos de baixa aptidão, principalmente Neossolos, que têm pouca profundidade efetiva, havendo demandas de estudos sobre aptidão das terras para que não haja o agravamento de conflitos de uso.

6. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT pela concessão de bolsa de Mestrado e ao projeto “Modelagem de indicadores ambientais para a definição de áreas prioritárias e estratégicas à recuperação de áreas degradadas da região sudoeste de Mato Grosso/MT”, vinculado à sub-rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense – REDE ASA, financiada no âmbito do Edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES/PRO-CENTRO-OESTE Nº 031/2010.

7. Referências bibliográficas

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@, 2016. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=510682&search=mato-grosso|porto-esperidiao> Acesso em: 23 jun. 2016.

Brasil. Lei n.º 12. 651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio de 2012. Disponível na biblioteca digital URLib <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em: 30 jun. 2016.

Brasil. Manual técnico de pedologia. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. p. 189-191.

- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília: PortalBio, 2014. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso em: 23 jun. 2016.
- Cardoso, E. L.; Silva, M. L. N.; Curi, N. ; Ferreira, M. M.; Freitas, D. A. F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* (Impresso), v. 35, n. 2, p. 613-622, 2011.
- Calheiros, D. F.; Ferracini, V. L.; Queiroz, S. C. N.; Contaminação por agrotóxicos nas águas da Bacia do Alto Paraguai. In: 3º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul, 18., 2010, Corumbá. Anais...Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. p. 1-5. Disponível na biblioteca digital URLib: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25125/1/sp17344.pdf> >. Acesso em: 29 jun. 2016.
- Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computers & Graphics*, v. 20, n. 3, p. 395 - 403, 1996.
- Chopra, R.; Dhiman, R. D.; Sharma, P. K. Morphometric analysis of sub-watersheds in Gurdaspur district, Punjab using remote sensing and GIS techniques. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, v. 33, n. 4, p. 531 - 539, 2005.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisas de solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 306p.
- Esri. Environmental Systems Research Institute. ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 10.1.4 advance, CA., 2016.
- Florenzano, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 16p.
- Fornelos, L. F.; Neves, S. M. A. S. Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométricos (SRTM) na estimativa de perdas de solo. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 1, n. 59, p. 25-33, 2007.
- Francisco, P. R. M.; Pereira, F. C.; Brandão, Z. N.; Zonta, J. H.; Santos, D.; Silva, J. V. N. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 2, p. 377-390, 2015.
- Gomes, N. M.; Faria, M. A.; Silva, A. M.; Mello, C. R.; Viola, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 4, p. 427-435, 2007.
- Harris, M. B.; Arcângelo, C.; Pinto, E. C. T.; Camargo, G.; Ramos Neto, M. B.; Sandro Menezes Silva, S. M. Estimativa da perda de cobertura vegetal original na Bacia do Alto Paraguai e Pantanal brasileiro: ameaças e perspectivas. *Natureza & Conservação*, v. 4, n. 2, p. 50-66, 2006.
- Lemos, R. C.; Santos, R. D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 4 ed. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83p.
- Lepsch, I. F.; Espindola, C. R.; Vischi Filho, O. J.; Hernani, L. C. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 1ª ed. Campinas/SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.170p.
- Lorenzon, T. H.; Paiva, S. L. P.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J.; NUNES, E. S. Analysis of the conservation state from the permanent protection areas at the springheads and of the water from Cabaçal river drainage basin, Mato Grosso state, Brazil. *Geografia*, v. 40, número especial, p. 145-161, 2015.
- Marques, A. F. S. M.; Martins Júnior, P. P.; Vasconcelos, V. V.; Novaes, L. A. d'A. Proposição Metodológica para a Cartografia de Solos e Aptidão Agrícola: Estudo de Caso para a Bacia do Rio Paracatu. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 1, n. 1, p. 01-17, 2012.
- Mato Grosso (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Moreira, M. L. C.; Vasconcelos, T. N. N. (Orgs). Mato Grosso: solos e paisagem. 1. ed. Cuiabá: SEPLAN, 2007. 272p.
- Mato Grosso (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes. In: Prado, J. G. B.; Bertchieli, R.; Oliveira, L. G. (Orgs). Plano de Longo Prazo de Mato Grosso. Cuiabá/MT: Central de Texto, vol. IV, 2012. 108p. Disponível na biblioteca digital URLib: <<http://www.seplan.mt.gov.br/mt20/mt20.htm> > Acesso em: 30 fev. 2016

- Miziara, F. Condições estruturais e opção individual na formulação o conceito de “Fronteira Agrícola”. In: Silva, L. S. D. (Org.). *Relações cidade-campo: fronteiras*. Goiânia: Editora UFG, 2000. p. 273 – 373.
- Nascimento, D. L.; Galvanin, E. A. S.; Aquino, H. R. R. C.; Neves, S. M. A. S.; Vasconcelos, T. *Pecuária sustentável: uma alternativa para a conservação do Pantanal no Estado de Mato Grosso*. *Revista de Estudos Sociais*, v. 17, n. 34, p. 171-180, 2015.
- Neves, S. M. A. S.; Nunes, M. C. M.; Neves, R. J. *Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídios às atividades agropecuárias e turísticas municipais*. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.
- Nunes, M. C. M.; Cassol, E. A. *Estimativa da erodibilidade em entressulcos de latossolos do Rio Grande do Sul*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, número especial, p. 2839-2845, 2008.
- Paiva, S. L. P.; Kreitlow, J. P.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J.; Muniz, C. C. *Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto aplicado na análise de conflito de uso da terra na Bacia Ribeirão Jacobina-Pantanal Mato-grossense*. In: *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 22., 2014, Campo Grande. Anais... Campinas: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2014, p. 966 -973*. Disponível na biblioteca digital URLib: < <https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2014/cd/p153.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- Pereira, L. C.; Lombardi Neto, F. *Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004, 36 p.
- Pessoa, S. P. M.; Galvanin, E. A. S.; Kreitlow, J. P.; Neves, S. M. A. S.; Nunes, J. R. S.; Zago, B. W. *Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai Médio-MT, Brasil*. *Revista Árvore*, v. 37, n. 1, p. 119-128, 2013.
- Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa/ CNPS, 1995. 65p.
- Ross, J. L. S. (Org.). *Geografia do Brasil*. São Paulo/SP: EdUSP, 1996. 60p.
- Sakamoto, A. Y.; Bacani, V. M.; Gradella, F. S.; Ferreira, C. C.; Decco, H. F. *Desmatamento e alterações ambientais no Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil*. *Revista Geonorte, Edição Especial*, v. 3, n. 4, p. 827-839, 2012.
- Santos, C. A. P.; Sano, E. E. *Formação da frente de expansão, frente pioneira e fronteira agrícola no oeste da Bahia*. *Boletim de Geografia*, v. 33, n. 3, p. 68-83, 2015.
- Santos, M. A.; Barbieri, A. F.; Carvalho, J. A. M.; Machado, C. J. *O Cerrado brasileiro: notas para estudo*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, n.387, 2010, 15p.
- Silva, E. B.; Nogueira, R. E.; Uberti, A. A. A. *Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio ao assentamento de famílias rurais, utilizando sistemas de informações geográficas*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 2, p. 1977-1990, 2010.
- Silva, J. R. P.; Carmo, E. M. *Estudo dos Conflitos Ambientais no Assentamento e App's do Igarapé do Bruno - Apiacás-MT*. In: *Simpósio brasileiro de ciências geodésicas e tecnologias da geoinformação, 27., 2010, Recife. Anais...Recife: Pós-graduação de ciências geodésicas e tecnologias da geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, 2010, p. 001-009*. Disponível na biblioteca digital URLib: < <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/index1.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2016
- Silva, J. S. V.; Abdon, M. M. *Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. Especial, p. 1703-1712, 1998.
- Silveira, G. R. P.; Campos, S.; Gonçalves, A. K.; Barros, Z. X.; Pollo, R. A. *Geoprocessamento aplicado na espacialização da capacidade de uso do solo em uma área de importância agrícola*. *Energ. Agric.*, v. 30, n. 4, p. 363-371, 2015.