

Mapeamento de conflitos entre uso da terra e cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente (APP) do rio Desbarrancando-MS, com imagem CBERS-4

Cleiton Messias Rodrigues Abrão¹
Adelson Soares Filho¹
André Geraldo Berezuk¹
Gilberto Alves de Assis Júnior¹
Angelo Franco do Nascimento Ribeiro¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Rodovia Dourados-Ithaum, km 12 – Cidade Universitária
CX. Postal 364-CEP 79804-970
67 3410-2001
cleiton.geografo@yahoo.com.br
{adelsonfilho, andreberezuk, angeloribeiro} @ufgd.edu.br
assisgeoprocessamento@gmail.com

Resumo. Este trabalho tem como objetivo identificar os conflitos entre uso da terra nas Áreas de Preservação Permanentes (APP) da Bacia Hidrográfica do Rio Desbarrancado, utilizando imagens CBERS-4. Empregou-se a técnica de Análise Por Componente Principal (ACP) para o tratamento espectral das bandas 2, 3 e 4 do sensor MUX que geraram três novas bandas multiespectrais. Nas bandas de ACP, foi aplicado o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), proposto por Shimabukuro e Smith (1991) para identificar os pixels puros de solo, água e vegetação por meio de interpretação visual do gráfico de dispersão. Os pixels foram exportados como regiões de interesses, sendo utilizados como amostras. Para melhorar a classificação das áreas com remanescentes de vegetação também foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Os resultados mostraram que a pastagem ocupa a maior parte da bacia, sendo considerada altamente antropizada. O uso de geotecnologias, como Sistema de Informações Geográficas (SIG), e imagens orbitais multiespectrais CBERS-4, permitiu a geração de produtos cartográficos confiáveis, cujas análises foram satisfatórias para todas as classes de uso da terra e cobertura vegetal. A maioria das APPs ainda possui vegetação ripária, porém ocorrem trechos nos quais toda vegetação foi suprimida, principalmente para a implantação de pastagens. Propõe-se aqui a recuperação dessas áreas que se encontram em desacordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012), visto que esta bacia é um importante manancial de água integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, um dos principais rios que flui em direção à planície do Pantanal.

Palavras-chave: Conflitos de uso e cobertura vegetal, Áreas de Preservação Permanente, Geotecnologias, Sensoriamento Remoto.

Abstract. The aim of this study is to identify the conflict between the land- use in Areas of Permanent Preservation (APP) of the Desbarrancado Basin, using CBERS-4 images. The Principal Component Analysis (PCA) was employed for the spectral treatment of bands 2, 3 and 4 of the MUX sensor which generated three new multispectral bands. It was applied the Linear Spectral Mixture Model (LSMM) in the PCA bands proposed by Shimabukuro and Smith (1991) to identify the pure pixels of soil, water and vegetation through visual interpretation of the scatterplot. The pixels were exported as regions of interest and used as samples. In order to improve the classification of the areas with residual vegetation, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was employed. The results have shown that pasture occupies most of the basin, and they are considered highly anthropized. The use of geotechnologies, such as Geographic Information System (GIS), and CBERS-4 multispectral orbital images, has allowed the generation of reliable cartographic products, whose analyzes was satisfactory for all classes of land- use and identified vegetal cover. The majority of APPs still have riparian vegetation; however, there are areas where all the vegetation has been suppressed, mainly for pasture implantation. Hence, we propose here the recovery of these areas that are in disagreement with the Brazilian Forest Code (Law 12.651/2012), since this basin is an important water source that is part of the Miranda River Basin, one of the main rivers that flow toward the Pantanal plain

Keywords: Conflicts of use and vegetal cover, Areas of Permanent Preservation, Geotechnologies, Remote Sensing

1.Introdução

A supressão da cobertura vegetal da superfície terrestre é algo recorrente ao longo dos tempos. O processo de ocupação pelas sociedades humanas sempre buscou lugares com a presença de recursos naturais para o desenvolvimento de atividades agropecuárias na qual, substituíam a vegetação natural para o plantio de culturas e pastagem (Tundisi; Tundisi, 2011). Segundo Coutinho et al. (2013) com a redução da vegetação nativa devido a expansão das atividades agropecuárias há o agravamento do processo de fragmentação florestal que acaba alterando elementos ecológicos na flora e fauna. As áreas de fundos de vales devem ser protegidas devido a sua grande importância para manutenção dos processos hidrológicos e biológicos, sendo consideradas unidades de paisagens únicas dentro de todo sistema (Ab´Saber, 2009; Rodrigues; Gandolfi, 2009). De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), essas áreas são consideradas Áreas de Preservação Permanentes (APPs) que desempenham funções ambientais como preservar os recursos naturais da paisagem e estabilidade geológica, bem como a biodiversidade e a população de modo geral. São conhecidas como APPs, ambientes de extrema fragilidade a sofrer impactos ambientais, como ao entorno de nascentes, margem dos rios, lagos, lagoas e reservatório naturais e artificiais e encostas com declividade acima de 45° (Brasil, 2012).

Entretanto, mesmo as APPs sendo protegidas por lei, segundo Freitas et al. (2013), a expansão das atividades agropecuárias crescentes vem causando a supressão dessas áreas que acabam sendo incorporadas na produção agrícola. Também, segundo Costa et al. (2013) limitações referentes a falta de fiscalização por órgãos públicos é um dos motivos pela qual as APP são ocupadas irregularmente e não recuperadas, como deveriam ser. Segundo Coutinho et al. (2013) a espacialização das APPs com uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é importante instrumento para o planejamento ambiental, onde podem ser identificadas as áreas que apresentam conflitos entre uso da terra e legislação, o que facilita a fiscalização e o cumprimento da lei.

Neste contexto, as melhorias na aquisição de dados em sensoriamento remoto e a constante evolução dos SIG's que permitem sobrepor vários dados espaciais georreferenciados, passaram a subsidiar pesquisas e projetos que têm por interesses estudos

ambientais e recuperação de áreas degradadas (Mendonça; Marques, 2011; Pinto Rossete, 2012). Segundo Medeiros e Câmara (2001) esse conjunto de dados englobam as geotecnologias que se tornaram importantes ferramentas para gestão territorial de áreas naturais com grande intervenção antrópica. O emprego das geotecnologias como ferramentas para mapeamentos apresenta vantagens como a redução dos custos para elaboração dos mapas que também passam a ser produzidos em menos tempo (Eugenio et al., 2017; Freitas et al., 2013). A grande disponibilidade de imagens obtidas por meio de satélites multiespectrais, revolucionou a produção de mapas com maior rapidez e precisão, bem como o emprego de técnicas mais robustas para classificação de uso da terra e cobertura vegetal, tipo de solo ou presença de minerais (Moreira, 2007; Fitz, 2008).

O Brasil, em parceria com a China, desenvolve um programa espacial técnico científico para aquisição de dados de sensoriamento remoto: Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS). A primeira série do CBERS foi lançada em 14 de outubro de 1999 e, devido ao grande sucesso, em 2002, os dois países assinaram um acordo para a continuidade da missão. Atualmente já está em operação o CBERS-4, lançado em dezembro de 2014, composto por quatro sensores: Câmera Pancromática e Multiespectral (PAN), Câmera Multiespectral (MUX), Câmera de Campo Largo (WFI) e Imageador Multiespectral e Termal (IRS).

Entre esses sensores, a câmera PAN se destaca pelos seus atributos e possibilidades para mapeamentos temáticos de uso da terra e cobertura vegetal. Ela possui 4 bandas multiespectrais, sendo a banda 1 com resolução espacial de 5 metros (m) e as demais (B2, B3 e B4) com resolução espacial de 10m. Além disso, pode-se usar a técnica de fusão entre a banda 1 e as demais bandas e igualar a resolução espacial para 5 metros e, conseqüentemente, melhorar a acurácia para a classificação. São procedimentos que exigem diversos processamentos de imagens, bem como o uso de softwares para o refinamento dos dados (Pinto, 2016). Assim busca-se melhorar a qualidade para extrair as informações mais corretas possíveis para representação das classes de uso da terra e cobertura vegetal de uma determinada área.

Neste contexto, o recorte de estudo para este trabalho é a Bacia Hidrográfica do Rio Desbarrancando (BHRD) que é um dos principais afluentes do rio Santo Antônio que está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, formando uma das principais redes hidrográficas do Pantanal Sul Mato Grossense. Sendo assim, alterações causadas nessa bacia afetarão uma parte do sistema hidrológico, o que causará desequilíbrios na dinâmica hídrica desse importante bioma. Além disso, o rio Santo Antônio, no qual o rio Desbarrancado é afluente, é a principal fonte de abastecimento de água para a população da área urbana de Guia Lopes da Laguna, devendo suas APPs e remanescentes florestais ser protegidas para conservação da qualidade desse manancial.

2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo identificar e analisar os conflitos de uso da terra em APPs da Bacia Hidrográfica do Rio Desbarrancado, utilizando SIG e dados de sensoriamento remoto multiespectral, com imagens CBERS-4.

3. Caracterização da Área de Estudo e Procedimentos Metodológicos

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A BHRD está localizada entre os municípios de Guia Lopes da Laguna e Maracaju, na porção sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul (**Figura 1**). Possui uma área de 165 km², sendo um dos principais afluentes do rio Santo Antônio pela margem direita.

Segundo dados compilados do projeto RADAM BRASIL, esta área está situada sobre a formação Serra Geral com presença de afloramentos de basalto e arenitos que pertencem a formação Botucatu. Apresenta um relevo suave à forte ondulado onde existem solos em processo de formação, os Neossolos, e um relevo plano com solos mais desenvolvidos, Latossolos e Argissolos. Segundo dados do Projeto GeoMS (Silva et al. 2011) referente a vegetação, esta bacia possui remanescentes do bioma Cerrado, com vegetação arbórea densa, semi decídua e Floresta Estacional característico do bioma da Mata Atlântica em meio as áreas de pastagem nativa ou exótica.

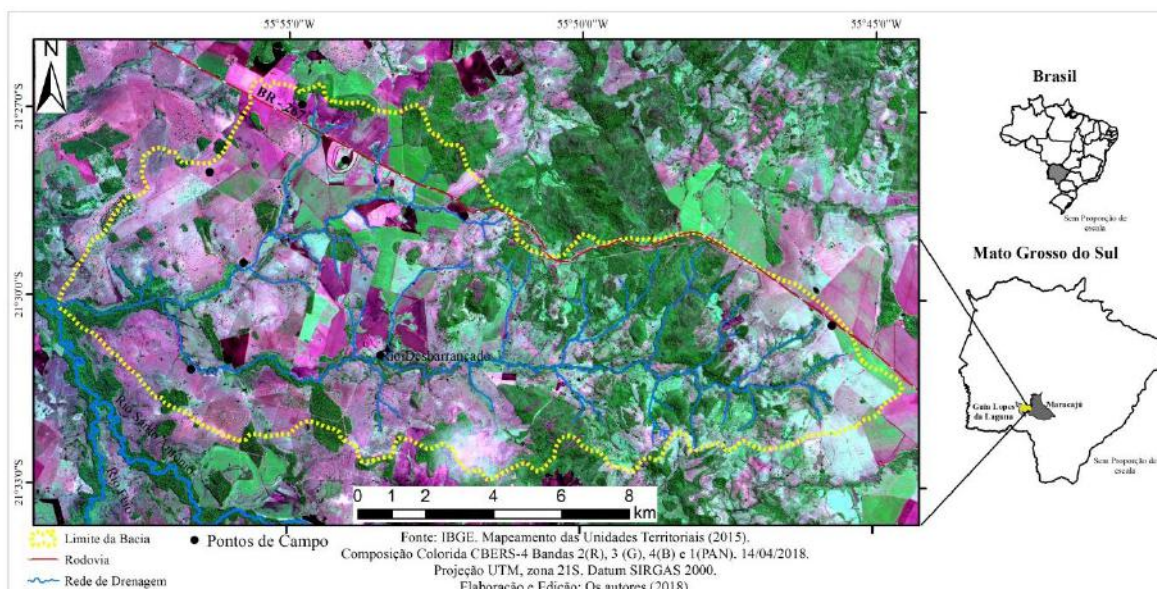


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Imagens CBERS

Para elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal, foi utilizada imagem do satélite CBERS-4 da órbita ponto 165/124 de 14 de abril de 2018. Utilizou-se dados do sensor Multiespectral MUX, bandas 2 (0,52µm -0,59µm), 3 (0,63µm -0,69µm) e 4 (0,77µm-0,89µm), com resolução espacial de 10m. A imagem foi extraída diretamente do catálogo de imagens do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>).

Logo em seguida, foram realizados processamentos para correção atmosférica da imagem no software ENVI 5.5, *Harris Geospatial Solutions*®, por meio da calibração das cenas para radiância. Nesse processo, foi necessário informar os valores de *Gain* e *Offset*, no qual foram obtidos no trabalho de Pinto (2016), que apresentou as médias para esses dois parâmetros necessários para efetuar a correção atmosférica nas imagens. Além disso, foram informados os valores médios de comprimento de onda de cada banda. A correção atmosférica foi

realizada pelo módulo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH) disponível no ENVI, que requer uma série de dados de entrada referente ao sensor que coletou a imagem e dados atmosféricos: altitude do sensor, tamanho do pixel, data e horário da passagem do satélite, modelo de aerossol rural.

Após a correção, utilizou-se a técnica de Análise Por Componentes Principais (ACP) para o tratamento das bandas espectrais que geraram três novas imagens multiespectral. A primeira imagem contém informações que são comuns a todos os conjuntos de dados de entrada e os mais significativos, enquanto que a segunda e terceira imagem contém feições espectrais menos significativas. Segundo Sato; Shimabukuro e Kuplich (2011) essa técnica apresenta grande potencial para o mapeamento de detecção de mudanças no uso da terra ao identificar os pixels puros dos alvos. Utilizando pares de bandas da ACP aplicou-se o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), proposto por Shimabukuro e Smith (1991) para identificar os pixels puros de solo, água e vegetação por meio de interpretação visual no gráfico de dispersão. Após o reconhecimento das áreas que apresentavam essas características, os resultados foram exportados como regiões de interesses para serem usadas no MLME. Para realçar a identificação da vegetação foi elaborado o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) com as bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo).

O passo seguinte procedeu-se a segmentação das imagens MLME, fração água, solo, vegetação e NDVI, para posterior classificação. Foi empregada a classificação não supervisionada usando o algoritmo ISODATA, no qual foram definidas seis classes temáticas existentes na área. Ainda foi necessário realizar edições pós-classificação, corrigindo os pixels que apresentaram confusão de classe.

3.2.2 Delimitação das APPs

As nascentes, rede de drenagem, Lagos e reservatórios naturais e artificiais foram vetorizados (ponto/linha/polígono) a partir da composição colorida das bandas 2(R), 3(G) e 4(B). Com os arquivos *shapefile*, gerou-se um mapa de distância (*Buffer*) para delimitar as respectivas APPs: Nascentes com APP num raio de 50m, cursos d'água com até 10m de largura APP de 30m e Lagos e reservatórios naturais e artificiais com 50m (Brasil, 2012).

Após a espacialização das APPs, foi utilizada a ferramenta *Dissolve* para eliminar a sobreposição de APPs de nascentes e cursos d'água, evitando assim erro do total das áreas de preservação. Com mapa de uso da terra e cobertura vegetal e das APPs totais, realizou-se a operação de sobreposição de mapas e utilizou-se a ferramenta *Clip* com objetivo de gerar o mapa síntese de conflitos para identificar às áreas em acordo e desacordo com a legislação florestal (Cardoso; Aquino, 2013; Peluzi; Santos; Fiedler, 2010).

Os procedimentos técnicos citados anteriormente foram realizados no software ArcGIS 10.6 ESRI®, bem como a elaboração do layout dos mapas. Por fim, foi realizada uma saída de campo em maio de 2018 para coleta de informação sobre uso da terra e cobertura vegetal e visita em áreas que apresentaram conflitos legais. Nessa saída foi utilizado um receptor de GPS (*Global Positioning System*) Garmim Montana 600 para localização dos pontos visitados e posterior sobreposição nos mapas elaborados.

4. Resultado e Discussão

A classificação da imagem resultou na identificação de seis classes uso da terra e cobertura vegetal para BHRD (**Figura 2**).

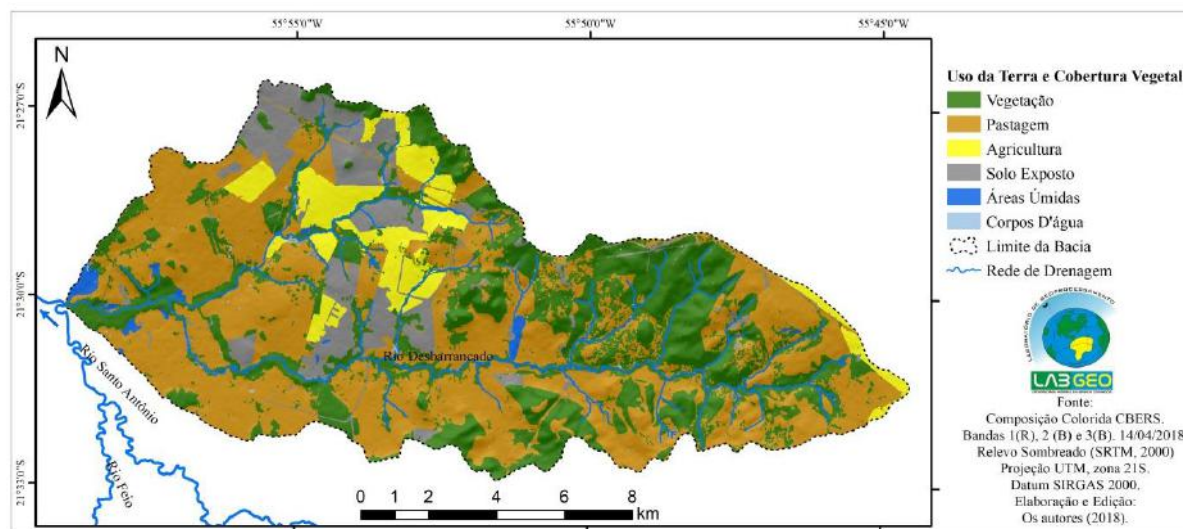


Figura 2. Mapa de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, sobreposto ao relevo sombreado (SRTM, 2000).

A classe de vegetação foi agrupada, tanto vegetação nativa, secundária quanto vegetação de pequeno, médio e grande porte que estão restritas em área com relevo mais inclinado (topo de morro) próximo aos cursos d'água. As áreas de pastagens estão distribuídas em toda bacia, com predomínio das espécies artificiais, da variedade *Brachiaria*, utilizadas na criação extensiva de bovinos. As áreas agrícolas são formadas por culturas cíclicas de soja e milho localizadas ao norte-centro e extremo leste da bacia, sobre diferentes formas de relevo plano à forte ondulado.

Na classe de solo exposto, foram identificadas desde áreas preparadas para o cultivo agrícola (solo gradeado) até áreas com grandes processos erosivos (ravinas e voçorocas). As áreas úmidas (brejos) estão localizadas nas planícies fluviais e não protegidas por meio de cercas de arrame, sendo utilizadas para criação de animais. Os corpos d'água foram identificados como lagos e reservatórios naturais e artificiais utilizados para irrigação ou dessedentação de animais.

Entre os tipos de uso da terra, a pastagem ocupa 47% da área, sendo a classe de uso predominante nessa bacia, seguida pelo solo exposto com 7,8% e agricultura com 6,16% (**Tabela 1**). A cobertura vegetal ocupa 34% da área, sendo que houve a redução dessa classe, visando à ampliação das áreas de pastagens e lavouras.

Tabela 1. Quantificação das classes de uso da terra e cobertura vegetal.

Classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Vegetação	56,19	34
Pastagem	77,71	47
Agricultura	10,18	6,16
Solo Exposto	12,89	7,8
Áreas Úmidas	6,67	4,04
Corpos D'água	1,48	1
Total	165	100

Fonte: Os autores (2018).

A **Figura 3** representa as classes de APPs identificadas na BHRD, sendo: APPs de cursos d'água com faixas marginais de vegetação com até 30 metros, nascentes (50m), lagos e reservatórios naturais e artificiais (50m).

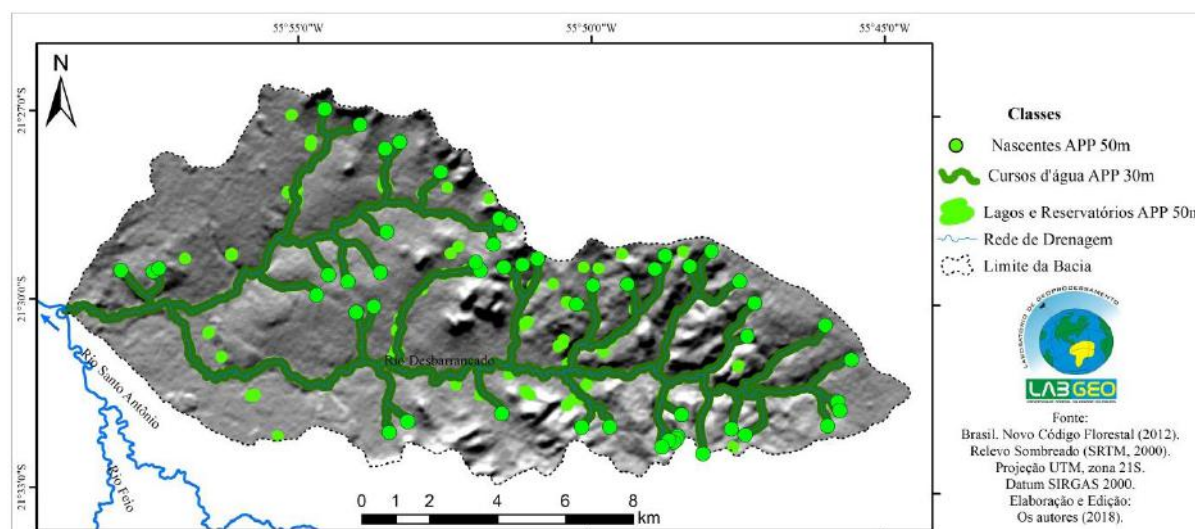


Figura 3. Mapa Com as Classes de APP, sobreposto ao relevo sombreado (SRTM, 2000).

As APPs que margeiam as calhas dos cursos d'água com menos de 10 metros de largura representam mais de 82% na área, seguida dos lagos e reservatório com 12%. As áreas de nascentes ocupam a menor área, conforme mostra a **Tabela 2**.

Tabela 2. Quantificação das Classes de APPs.

Classes de APP	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Cursos d'água com até 10m de largura	7,04	82,44
Nascentes	0,4	4,68
Lagos e Reservatórios	1,1	12,88
Total	8,54	100

Fonte: Os autores (2018).

Ao sobrepor os mapas de uso da terra e cobertura vegetal com o de classes de APPs, identificaram-se as áreas de conflitos (**Figura 4**).

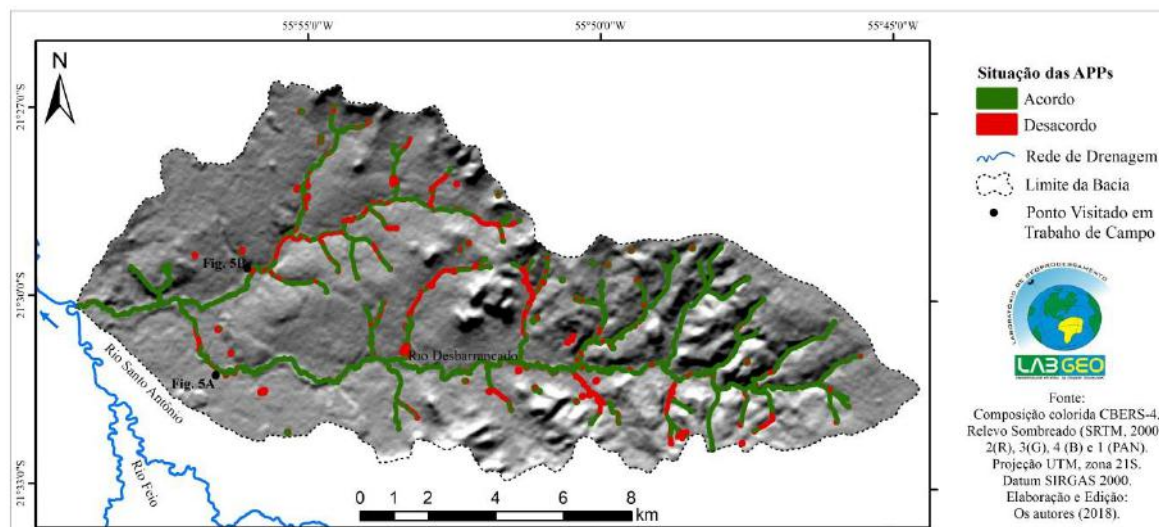


Figura 4. Mapa com a Situação entre as APPs e Uso da Terra de acordo com código florestal, sobreposto ao relevo sombreado (SRTM, 2000).

Ao observar o mapa de situação legal, parte das APPs nos cursos d'água ainda estão preservadas, principalmente as que estão localizadas no canal principal, no alto e médio curso, permanecendo de acordo com a legislação florestal. No entanto, cerca de 68% das APPs apresentam cobertura vegetal. Quanto ao uso irregular das APPs, as pastagens predominam representando 21% da área total de conflitos, conforme exposto na **Tabela 3**.

Tabela 3. Quantificação dos conflitos entre uso da terra e legislação florestal.

Classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Vegetação	5,88	68
Pastagem	1,78	21
Agricultura	0,17	2
Solo Exposto	0,35	6
Áreas Úmidas	0,17	2
Corpos D'água	0,19	2
Total	8,54	100

Fonte: Os autores (2018).

Os solos expostos representam a segunda classe mais expressiva de conflito de usos na bacia, ocupando áreas onde deveriam ocorrer a vegetação natural. Esse resultado indica que existem locais onde toda vegetação ripária foi suprimida e que estão sujeitas a instauração de processos erosivos. Na **Figura 5 (A e B)** é possível ver dois trechos localizados na faixa de APPs que estão degradados, verificados em trabalho de campo.



Figura 5. A) Trecho do rio Desbarrancado assoreado e áreas em conflito com a legislação florestal. B) Pequeno afluente do rio Desbarrancado com APP totalmente suprimida e ocupada pela pastagem. A localização das duas fotos pode ser visualizada na Figura 4. Fonte: Os autores (2018).

Essas áreas precisam ser recuperadas, pois é notório o forte grau de impactos causados pela remoção da cobertura vegetal. O processo de assoreamento nesses rios é o mais grave impacto, pois a cobertura vegetal desempenha a função de proteger o solo contra a remoção das partículas, que acontece de maneira natural através do escoamento superficial (Guerra, 2012; Botelho; Silva, 2014). Sem a proteção da vegetação, aumenta-se o carregamento de solo para os rios que vão sendo depositados ao longo do canal.

5. Considerações Finais

Os resultados demonstraram que essa bacia é altamente antropizada, porém ainda mantém grande parte das suas APPs conservadas. Entretanto, existem trechos que apresentam sérios problemas de assoreamento causados pela supressão da vegetação e implantação de pastagem. Neste contexto, torna-se necessária aplicação de medidas para recuperação dessas áreas com práticas edáficas de recomposição da vegetação em áreas em desacordo com a legislação florestal.

É notável a falta de APPs nos pequenos cursos d'água que formam a maior parte da rede hidrográfica da bacia e que abastecem o canal principal. Os lagos e reservatórios naturais e artificiais também devem ter suas APPs mantidas ou recuperadas, pois sua reserva de água está conectada com os rios e nascentes, e qualquer contaminação dessa água atingirá o sistema hídrico.

Por ser uma área de grande interesse para preservação dos recursos hídricos, deve haver uma conscientização dos produtores para conservação dos remanescentes florestais e APPs, além da recuperação das áreas já degradadas, bem como maiores ações de fiscalização dos agentes públicos.

O uso das imagens CBERS-4 como produto de sensoriamento remoto associadas ao uso dos SIG's, empregados na elaboração da pesquisa apresentaram resultados satisfatórios, produzindo dados e informações que subsidiaram a análise holística da BHRD. Ressalta-se que a degradação das APPs nessa bacia encontra-se em um estágio em que há a possibilidade de reversão, visto que, ainda possui em diversos trechos vegetação natural de grande porte, que são propícias à produção de sementes e posterior utilização na recuperação da cobertura vegetal.

6. Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

7. Referências Bibliográficas

- Ab ' Saber, A. N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares) In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. de F.(Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2ª ed, 2ª reimpressão. São Paulo: Fapesp, 2009. Pag. 15 - 26.
- Brasil. **Ministério de Minas e Energia Secretaria Geral Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF 21 Campo Grande; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.
- Brasil. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Código florestal brasileiro**: promulgado em 25 de maio de 2012.
- Botelho, R. G. M.; Silva, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. Pag. 153 – 192.
- Cardoso, J. A.; Aquino, C. M. S. de. Mapeamento dos conflitos de uso das áreas de preservação permanente (APPs) da bacia do riacho do roncador, Timon (MA). **Boletim Goiano de Geografia (Online)**. v. 33, n. 3. P 477-482. 2013.
- Campos, S.; Silveira, G. R. P. da.; Pissarra, T. C. T.; Felipe, A. C. Diagnóstico do uso do solo em APP na microbacia do córrego Santo Antonio – São Manuel (SP) em função da legislação ambiental. **Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. v. 3, n. 2, p. 198-2010. 2013.
- Costa, T. A.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Gleriani, J. M. Conflitos de uso da terra na microbacia do São Bartolomeu – Viçosa, MG. **Rev. Floresta e Ambiente**. V. 20, n. 3. p. 281-295, 2013.
- Coutinho, L. M.; Zanetti, S. S.; Cecílio, R. A.; Garcia, G. de O.; Xavier, A. C. Usos da terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. **Rev. Floresta e Ambiente**. V. 20, n. 4. p. 425-434. 2013.
- ESRI. **ArcGIS 10.6 for Desktop Advanced**. Copyright 1999-2014 Esri Inc. All Rights Reserved, New York Street Redlands, 92373, USA, 2017.
- Eugênio, F. C.; Santos, A. R. dos.; Fieldler, N. C.; Ribeiro, G. A.; Silva, A. G. da.; Soares, P. V.; Gleriani, J. M. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes do Estado do Espírito Santo, Brasil. **Rev. Ciência Florestal**. V. 27, n. 3. p. 897-906, 2017.
- EXELIS. **ENVI versão 5.1**. Exelis Visual Information Solutions, Boulder, CO 80301 USA, 2013.
- Freitas, E. P.; Moraes, J. F. L. de.; Peche Filho, A.; Storino, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 17, n. 4. p. 443-449, 2013.
- Fitz, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 160p.
- Guerra, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Pag. 149 - 209.
- IBGE. Mapeamento das Unidades Territoriais. 2015.
- Martins, S. V. **Recuperação de Matas ciliares**. 2ª ed. Viçosa, MG: CPT, 2007. 255 p.
- Medeiros, J. S. de.; Câmara, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. Pag. 1 – 6.
- Mendonça, F.; Marques, G. S. Degradação ambiental e qualidade da água em bacia hidrográfica de abastecimento público: rio Timbú – PR. **Entre Lugar**. v.2, n. 3, p. 111-136, 2011.
- Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª ed 1ª reimp. Ed. da UFV, 2007. 320p
- Peluzio, T. M. de. O.; Santos, A. R. dos.; Fiedler, N. C. **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ArcGIS 9.3**. CAUFES, 2010. 58p.
- Pinto, C. T. **Uncertainty evaluation for in-flight radiometric calibration of earth observation sensors**. Dissertação Mestrado 135f. INPE. 2016.
- Pinto, C. E. T.; Rossete, A. N. Mapeamento dos conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente na microbacia hidrográfica do córrego Capitão Décio, Nova Xavantina – MT. **Ciência e Natureza**. v. 34, n. 2. p. 139-155, 2012.

Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. de F.(Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2ª ed, 2ª reimpressão. São Paulo: Fapesp, 2009. Pag. 235 – 247.

Shimabukuro, Y. E.; Smith, J.A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 29, n. 1, p. 16-20, Jan. 1991

Silva, L. Y.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. Uso da análise por componentes principais na avaliação da mudança da cobertura florestal da Floresta Nacional do Tapajós. **ANAIS... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba, 2011. p. 6696-6702.

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

Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: oficina de textos, 2011. 328p.

<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>