

ANÁLISE PARAMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PÂNTANO – MS

PARAMETRIC ANALYSIS OF THE HIDROGRAPHIC BOWL OF PÂNTANO RIVER - MS

Erivelton Pereira Vick¹
Laís Coelho do Nascimento Silva²
Vitor Matheus Bacani³

RESUMO: A bacia hidrográfica do rio Pântano – MS apresenta uma área aproximada de 1.348,6 km², localizada nos municípios de Selvíria, Aparecida do Taboado e Inocência. Dentro de seu território localizam-se dois assentamentos, São Joaquim (35,14 km²) e Alecrim (15,30 km²). Foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para a elaboração e análise dos mapas de temáticos, que incluíram o uso e cobertura da terra, baseados em classificação supervisionada de uma imagem do satélite Sentinel-2 e avaliação paramétrica do terreno. A classificação supervisionada por regiões foi realizada através do algoritmo Bhattacharya. Os resultados de uso da terra e cobertura vegetal demonstram que a bacia é ocupada por Pastagem: 51%; Vegetação; Silvicultura: 23%; Arbórea: 21%; Água: 2,8; Cana: 1,5%; Solo Nu: 0,5%; Agricultura: 0,2%. Para o método paramétrico de classificação do terreno, a Hipsometria oscilou entre 300 e 549 metros, tendo sua média em 399 metros, a declividade média da área é de 5,72%, as vertentes apresentam uma orientação predominante na direção Sul com a angulação de 163, 17°. Os resultados permitiram ratificar a importância da utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto na identificação de uso da terra na bacia do rio Pântano.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Paramétrica, Sensoriamento Remoto, Bacia Hidrográfica, Bhattacharya, Uso e Cobertura da terra.

ABSTRACT: The hydrographic basin of the Pântano river, MS, presents an approximate area of 1,348.6 km², located in municipalities of Selvíria, Aparecida do

¹ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/Três Lagoas - (e.vick@hotmail.com)

² Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/Três Lagoas - (lais_cns@yahoo.com)

³ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/Três Lagoas - (vitorbacani@gmail.com)

Taboado and Inocência. Inside its territory are located two settlements, São Joaquim (35.14 km²) and Alecrim (15.30 km²). It was used remote sensing techniques and geoprocessing for the elaboration and analysis of thematic maps, which included land use and land cover, based on supervised classification of a Sentinel-2 satellite image and parametric evaluation of the terrain. The classification supervised by regions was performed using the algorithm Bhattacharya. The results of land use/land cover show that the basin is occupied by Grassland: 51%; Forestry: 23%; Woody Vegetation: 21%; Water bodies: 2.8%; Sugar Cane: 1.5%; Bare soil: 0.5%; Agriculture: 0,2%. For the parametric method of classification of the terrain, Hypsometry ranged between 300 and 549 meters, the average slope of the area is 5.72%, the slope present predominant orientation in the South direction with an angulation of 163.17°. The results allowed to ratify the importance of the use of remote sensing techniques in the identification of land use in the Pântano river basin.

KEYWORDS: Parametric Analysis; Remote Sensing; Hydrographic Basin; Bhattacharya; Land Use/Land Cover.

INTRODUÇÃO

A temática ambiental teve suas discussões intensificadas após a metade final do século XX, em uma tentativa de frear o marco desencadeador iniciado na I Revolução Industrial, fundando uma sociedade baseada no consumo, exercendo uma pressão crescente sobre os recursos naturais (BARBIERI, 2007).

Grandes transformações na paisagem foram acarretadas pela incessante ação antrópica sobre a natureza, provocando alterações sobre aspectos físicos, químicos e biológicos, desarticulando dinâmicas que favoreciam há processos de pedogênese/morfogênese, comprometendo assim as funções principais do solo, o impedindo de realizar sua principal serventia como meio básico para a sustentação da vida e habitats para pessoas, animais, plantas e demais organismos vivos. A temática ambiental se constitui ao enfoque de estudar-se a relação socioambiental, pautada no desenvolvimento da produção e o processo de desenvolvimento de uma sociedade, rompendo com a ideia de desenvolvimento como sinônimo de “dominação da natureza” (GONÇALVES, 2004).

A bacia hidrográfica é a região sobre a terra, que capta de forma natural a água de precipitação e que converge o escoamento superficial, em qualquer ponto de sua área para um ponto fixo, denominado “exutório”. A bacia hidrográfica compõem um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997). A bacia exerce papel fundamental recorrente ao planejamento ambiental de forma integrada, pois se trata de um sistema aberto, no qual a compreensão de forma sistêmica dos fenômenos que acontecem em seu interior, desenvolvendo sobre o seu território atividades humanas, sejam elas de áreas urbanas, industriais, agrícolas, ou de preservação, que estão representados todos em seu exutório. Portanto, são reproduzidas interações entre aspectos físicos, sociais e econômicos que derivam da forma de ocupação do território e das águas que por ele converge. (PORTO; PORTO, 2008).

A bacia Hidrográfica do rio Pântano está localizada entre os paralelos de 19°52'30" S a 20°21'30" S e os meridianos de 51°20'0" W a 51°50'0" W, ocupando parte dos municípios de Selvíria, Aparecida do Taboado e Inocência na região leste de Mato Grosso do Sul. A área da bacia tem aproximadamente 1.348,6 km², com suas nascentes encontrando-se entre as altitudes de 405 a 490 metros.

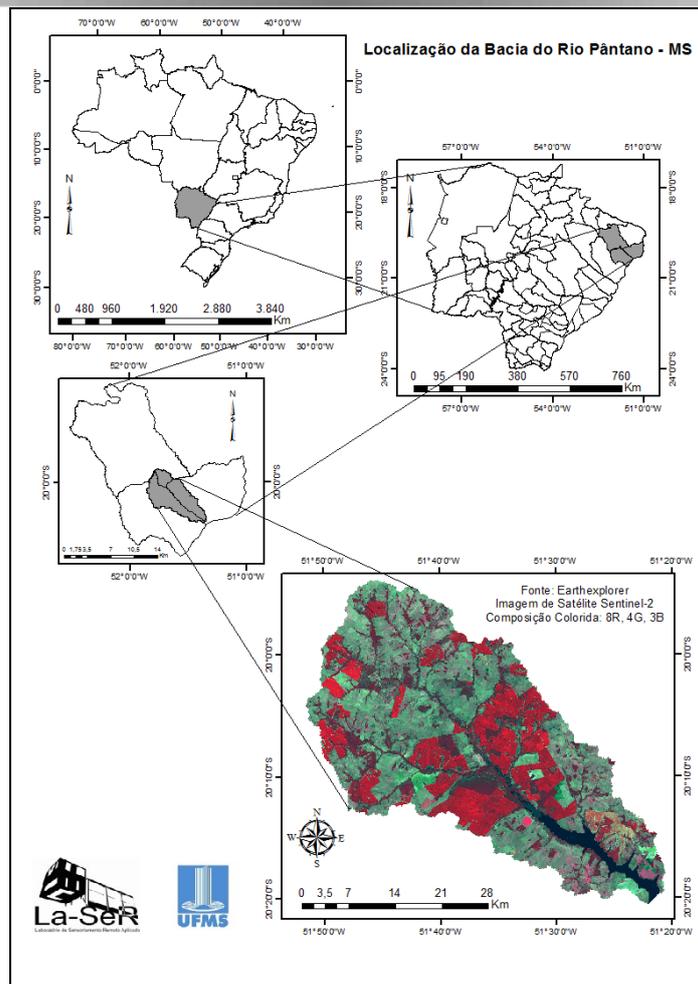


Figura 1 - Localização da bacia do Rio Pântano, Selvíria/Aparecida do Taboado, Mato Grosso do Sul.

Fonte: Imagem capturada pelo Satélite Sentinel-2/Composição: 8(R) 4(G) 3(B).

METODOLOGIA

O referencial teórico foi fundado nas propostas de: Oliveira (1984), Beltrame (1994), Debiase (1992), Mendonça (1999) e Barbosa (2011).

Inicialmente obteve-se duas imagens do RADAR ALOS/PALSAR, com a data de aquisição de 10 de Dezembro de 2010, disponibilizada gratuitamente no site da Universidade do Alasca Fairbanks (<https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#>) com os dados produzidos a partir da missão Alaska Satellite Facility (ASF). O radar de abertura sintética SAR pode “ver” através da noite, nuvens e chuva, possibilitando a detecção de mudanças de habitats por exemplo, pois apresenta uma resolução espacial de 12,5 metros (SANO, et al., 2009).

Após a aquisição das imagens, foi realizado o procedimento de delimitação da bacia hidrográfica do Rio Pântano, sendo realizada a delimitação automática no aplicativo Global Mapper 13.2 (64-Bits), através da ferramenta “*generate watershed*”.

Posteriormente, utilizou-se para a confecção do mapa hipsométrico a imagem do RADAR com o modelo DEM (Digital Elevation Model), com o fatiamento em 16 classes ao qual foram atribuídas através do método de classificação do Algoritmo de Jankes (quebras naturais). Este método busca minimizar a variância intra e inter classes, agrupando os dados com menor variação (ZUCHERATO; FREITAS, 2011).

Apoiando-se na proposta de DeBiase (1992), a imagem de radar foi utilizada como base para a elaboração da carta clinográfica. As classes de declividades foram definidas a partir de uma adaptação da proposta descrita por Ross (1994), neste caso gerando quatro classes para uma melhor análise dos resultados.

A carta de orientação das vertentes foi elaborada segundo a proposta de Mendonça (1999) afim de mostrar a exposição das vertentes a radiação solar, sendo divididas em quatro classes: 315° a 45° (N), 45° a 135° (E), 135° a 225° (S), 225° a 315° (W).

Para a construção do mapa de Uso e Cobertura da Terra para o ano de 2017, foi utilizada a imagem do Satélite Sentinel-2, com uma resolução espacial de 10 metros, datada de 22/03/2017, realizado o download de maneira gratuita pelo órgão USGS (US Geological Survey) em seu site (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), em formato digital, utilizando as bandas 8R, 4G e 3B no software SPING 5.3 (CÂMARA et al., 1996).

O processamento digital de imagem seguiu as rotinas descritas em Jensen (2009) e Novo (2010) que se resumem em pré-processamento, realce e classificação.

O pré-processamento não foi realizado, pois a cena já foi disponibilizada corrigida geometricamente. O realce aplicado foi o contraste linear na composição colorida falsa cor 8R, 4G e 3B, de modo de facilitar a interpretação visual dos alvos.

Em seguida foi realizada a classificação supervisionada por regiões sobre a imagem. Inicialmente realizou-se o processo de segmentação da imagem, na qual consiste no agrupamento de pixels que possuem características semelhantes. Os valores adotados de similaridade e área foram 4 e 12 respectivamente. MENESES,

et al. (2012) apresentam que no processo de segmentação, o contexto ao qual o pixel está inserido seja considerado na classificação, levando em consideração as características das regiões e não única e exclusivamente os valores espectrais de cada pixel. As técnicas de classificação por regiões podem ser subdivididas em supervisionadas e não-supervisionadas, onde se incluem vários tipos de classificadores como Isoseg, Bhattacharya e ClaTex.

Para o processo de classificação das imagens foi utilizado o algoritmo Bhattacharya. Este algoritmo necessita do treinamento das classes, adquirindo-se variadas amostras de uma mesma classe, medindo a probabilidade média entre a distribuição das classes espectrais. O método Bhattacharya é calculado pela seguinte expressão:

$$B(pi, pj) = \frac{1}{2} (m1 - m2)^t \sum (mi - mj) + \frac{1}{2} \ln \frac{|\sum (mi - mj)|}{|\sum i|^{1/2} |\sum j|^{1/2}}$$

sendo:

B = distância de Bhattacharya

pi e pj = pixels na classe i e j

mi e mj = médias das classes i e j

T = matriz transposta

ln = Logaritmo neperiano

i e j = classes dentro do contexto

Após a utilização do algoritmo de classificação, a edição e criação do layout foram realizadas no *software* ArcGIS 10.2. O mapeamento de uso da terra atual, teve as classes classificadas de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2015) desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As redes de drenagens utilizadas nos mapas foram obtidas a partir do mapeamento realizado pelo Projeto GeoMS (SILVA, et al. 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação paramétrica da Bacia Hidrográfica do Rio Pântano contou com os seguintes produtos cartográficos: carta de hipsometria, clinografia e orientação das vertentes (Figuras 2).

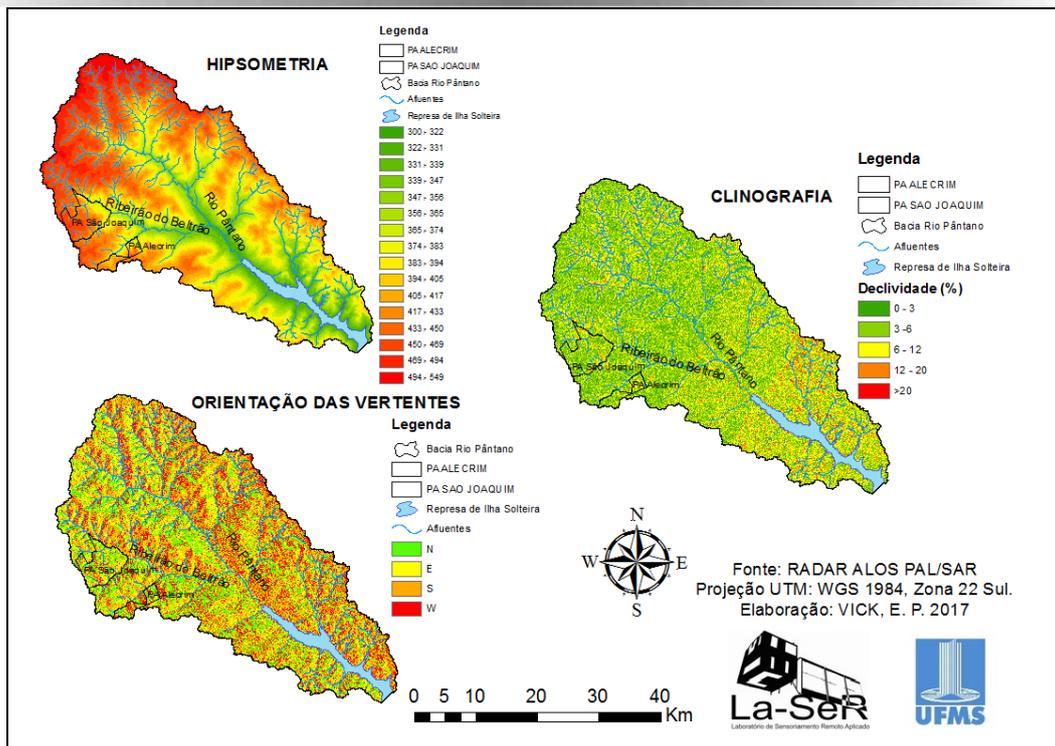


Figura 2 – Avaliação paramétrica da bacia do Rio Pântano – MS.

Fonte: Imagem do RADAR ALOS PAL/SAR datada de 10 de Dezembro de 2010

A carta Hipsométrica é a representação da topografia do terreno através de cores. É possível notar no mapa em que os assentamentos rurais São Joaquim (35,14 km²) e Alecrim (15,30 km²), ambos localizados no município de Selvíria encontram-se em altitudes mais elevadas estando definidos entre 380 a 490 metros. Essas áreas são ocupadas predominantemente pelo uso da terra por pastagens, silvicultura e mata ciliar. Os assentamentos ocupam nove compartimentos altimétricos, com as seguintes variações: a) 365 a 374; b) 374 a 383; c) 383 a 394; d) 394 a 405; e) 405 a 417; f) 417 a 433; g) 433 a 450; h) 450 a 469; i) 469 a 494. No assentamento São Joaquim, ocorre uma variabilidade altimétrica de 138 metros, enquanto no assentamento Alecrim essa variação é de 68 metros apresentando, um terreno menos acidentado.

Como retratado na Figura 2, a declividade é fator implícito a conservação do solo. O grau de inclinação do terreno influencia a concentração, dispersão e velocidade da enxurrada, implicando em uma maior ou menor arrastamento superficial de partículas do solo. Em terrenos planos, a água escoar com pequena velocidade possuindo mais tempo para infiltrar-se, ao contrário de terrenos muito

inclinados, pois apresentam uma resistência menor ao escoamento das águas, sendo mais susceptíveis a erosão hídrica (LEPSCH, 2002).

De acordo com a proposta desenvolvida por Ross (1994) onde se pode gerar estudos que deem subsídios relacionados à avaliação de potencialidade agrícola e fragilidade do ambiente face a relações antrópicas baseando-se no relevo, solo, subsolo, uso da terra e clima. Os valores que utilizamos foram adaptados de modo a melhor representar declividade local para a bacia, divididas em: 1) 0 + 3 %; 2) 3 + 6%; 3) 6 + 12%; 4) 12 + 20%; 5) > 20%.

Portanto, os arranjos dessas classes ficam definido conforme a tabela 1

Tabela 1 – Classes de declividade (%)

CLASSES	DECLIVIDADE (%)
Muito Fraca	0 - 3
Fraca	3 - 6
Média	6 – 12
Forte	12 – 20
Muito Forte	>20

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Segundo RAMALHO FILHO e BECK (1995), solos em relevos planos ou quase planos (0 – 3 % de declive) não apresentam suscetibilidade a processos erosivos, apresentam pouca suscetibilidade solos que estejam entre 3 – 8% de declive, moderada suscetibilidade concentrariam os solos entre 8 – 13% de declive, a partir de 13 – 20% as terras apresentam forte suscetibilidade a erosão e declives entre 20 – 45% são terras com suscetibilidade muito forte a erosão.

Predominantemente, as vertentes da bacia do Rio Pântano estão voltadas no sentido Sul, onde segundo Neves (1989) *apud* BARBOSA (2011) trata-se de áreas que apresentam um beneficiamento se relacionadas ao conforto térmico, pois recebem a insolação direta pelo período da manhã onde as temperaturas são mais amenas, apresentando-se como áreas que sejam utilizadas para a implantação de projetos visando à restauração da floresta. Assim, o mapa de orientação de vertentes, subsidiou-se como um importante documento a fim de apoiar ocupações futuras, como por exemplo, práticas de recuperação ambiental.

A distribuição das classes mapeadas de uso e cobertura do solo para o ano de 2017 na bacia do rio Pântano está apresentado na tabela 2, tendo aproximadamente 91% da área total da bacia com predominância de Pastagem, Silvicultura e Vegetação Arbórea.

Tabela 2 – Área ocupada por classe de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Pântano.

CULTURA	Km ²	PORCENTAGEM
Silvicultura	309	23%
Pastagem	690,1	51%
Vegetação arbórea	283,2	21%
Solo nu	5,4	0,5%
Água	37,4	2,8%
Cana	21,2	1,5%
Agricultura	2,3	0,2%

Através do mapeamento realizado, foi possível observar um predomínio da utilização de terras para a pecuária, ocupando 51% da área total, seguido pela silvicultura com 23%; manutenção da vegetação com 21%; corpos d'água com 2,8%; cana com 1,5% e por último, a área de agricultura com apenas 0,2%, apresentados na figura 5. A presença ressaltada da área de pastagem é reflexo da ação antrópica sobre o ambiente, substituindo áreas de mata por áreas propícias ao desenvolvimento da pecuária.

Representado na figura 4, nota-se a espacialização e predominância das classes de Vegetação Arbórea, Pastagem e Silvicultura. LALUCE (2012) trabalha a organização da produção camponesa no assentamento Alecrim apontando que de maneira geral as famílias assentadas apresentavam uma baixa renda, sendo incapazes de sanar a suas necessidades. Cerca de 74% das famílias que se encontravam assentadas e responderam um questionário socioeconômico aplicado pelo mesmo autor, deram indicativos que procurariam desenvolver a atividade de produção de leite. A supressão de cobertura vegetal, sendo ela retirada mesmo que seja antes da ocupação dos lotes, impacta diretamente na perda de solo e em sua degradação. Segundo LEPSCH (2002) existem uma série de precauções que devem

ser observada para a proteção do solo, visto que se perdem por ano cerca de 700kg/ha de solo em áreas de pastagem.

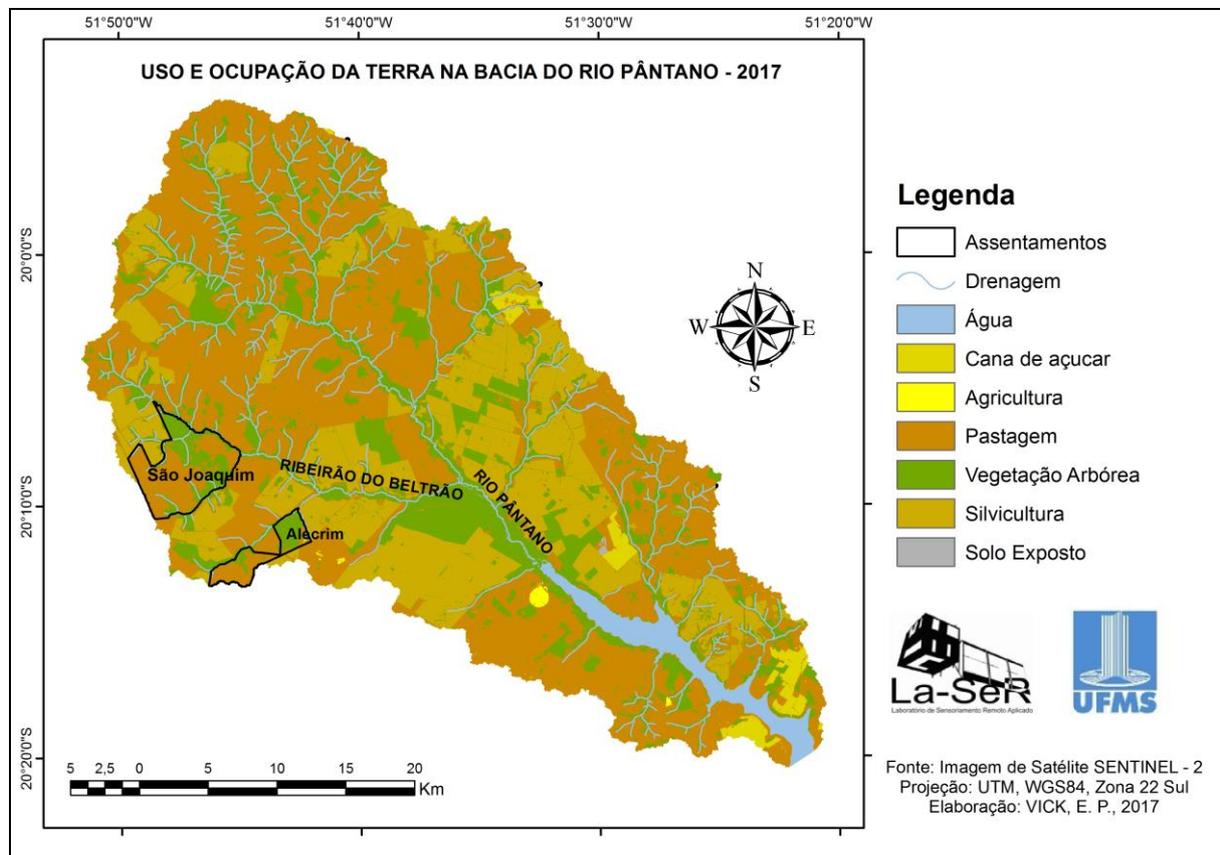


Figura 4 - Uso e cobertura da terra na bacia do Rio Pântano.
Fonte: Imagem do Satélite Sentinel-2.

A região Leste do Mato Grosso do Sul, região ao qual encontra-se nossa bacia de estudo, vêm se consolidando nos últimos anos como uma grande área de expansão do monocultivo de Eucalipto, devido principalmente a instalação de duas fábricas de papel e celulose (Fibria e Eldorado) localizadas no município de Três Lagoas. Segundo FONSECA & THOMAZ (2014) a partir dos anos 2000 houve um aumento significativo nas área plantadas de eucalipto, acarretando no cercamento dos assentamentos por essa cultura, inviabilizando a produção camponesa de alimentos devido ao uso de agrotóxicos, a diminuição de águas superficiais e o ataque de animais as plantações.

Segundo FONSECA & THOMAZ (2011), grande parte das famílias que moram no assentamento São Joaquim, um dos assentamentos que estão dentro da bacia do rio Pântano, o trabalho realizado fora do lote se torna uma necessidade

para a manutenção no assentamento. Cerca de 23% da área total da bacia é ocupada por Silvicultura, ou seja, plantio de eucaliptos. Assim, as empresas que fazem o serviço de plantio e manutenção das áreas de eucaliptos apropriam-se da mão de obra barata fornecida pela precariedade financeiras das famílias assentadas.

Aspectos físicos analisados da bacia rio Pântano como Hipsometria, Clinografia e orientação das vertentes dão um indicativo de possíveis áreas susceptíveis a serem degradadas pelos seus próprios limitantes físicos, por se tratarem de um processo natural e se contrapostas a práticas de uso e manejo que são inseridas ao dia-a-dia do camponês, do latifundiário e do poder do capital na produção e manejo do eucalipto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento possibilitaram a análise preliminar de aspectos físicos e naturais na bacia do Rio Pântano, podendo se ter um carácter inicial para a uma possível avaliação ambiental na bacia.

A avaliação paramétrica configurou-se como um importante instrumento para analisar aspectos relacionados ao uso e ocupação da terra e a morfologia do terreno na bacia.

Mesmo realizado como um ensaio, o presente trabalho buscou contemplar de maneira integrada aspectos físicos e naturais presentes na bacia, relacionando-os entre si, através da utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG, possibilitando um olhar holístico não apenas ao emprego dessas técnicas, mas a análise de seus resultados, auxiliando a identificação de áreas com maior susceptibilidade a degradação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o suporte financeiro da CAPES pela concessão de bolsa de mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFMS, Campus de Três Lagoas.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BARBIERI, J.C. **Gestão Ambiental empresarial**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Saraiva, 2007.

BARBOSA, E. H. B.; BACANI, V. M. **Avaliação paramétrica de terreno e uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego João Dias, Aquidauana – MS**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, Paraná, 30 de abril a 5 de maio de 2011, INPE, p. 1208.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: Modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J.; LI, M. F. **SPRING: integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modeling**. Computers and Graphics, Amsterdam, v. 15, p. 13-22, 1996.

DeBIASE, Mario. **A Carta Clinográfica. Os métodos de representação e elaboração**. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: FFLCH/USP. n.6, 1992. p.45-61.

FONSECA, S. R.; THOMAZ, A. J. **Trabalho assalariado e resistência camponesa no assentamento São Joaquim em Selvíria – MS**. Revista Pegada – vol. 15, n.2 , julho de 2011.

_____. **A consolidação do complexo celulose e papel na região leste do Mato Grosso do Sul: Estudo de caso da região de Selvíria**. Revista eletrônica da associação de geógrafos brasileiros – Seção Três Lagoas/MS – nº19, 2014.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **O desafio ambiental**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Record, 2016.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

LALUCE, C. R. H. **A organização na unidade de produção camponesa de Chayanov na reforma agrária: o caso do assentamento Alecrim no município de Selviria – MS.** Revista Eletrônica da Associação de Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS – nº 16 – Ano 9, Novembro de 2012.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 178 p. 2002.

Manual Técnico de Uso da Terra. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.** 3ª edição, Rio de Janeiro, 2013

MENDONÇA, Francisco. **Diagnostico e análise ambiental de microbacia hidrográfica – Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental.** RA'EGA – O espaço geográfico em análise. Paraná, Nº. 3. Ano III, 1999.

MENESES, *et al.* **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília, 2012.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: Princípios e aplicações.** Ed. Blucher, 2010.

OLIVEIRA, M. C. **Construção de uma carta para determinação de orientação de vertentes.** Revista IG, São Paulo, 47-50, 1984.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. **Gestão de bacias hidrográficas.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, jan. 2008. ISSN 1806-9592.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74, 1994.

SANO, E. E.; SANTOS, E. M.; MENESES, P. R. **Análise de imagens do satélite Alos Palsar para o mapeamento de uso e cobertura da terra do Distrito Federal.** São Paulo, UNESP, Geociências, v.28, n. 4. p. 441-451, 2009.

SILVA, J. S. V.; et al. **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul.** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. Ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABHR de Recursos Hídricos, v.4)

ZUCHERATO, B.; FREITAS, M. I. C. **A determinação de um método de classificação para a elaboração de um atlas escolar “Atlas Ambiental do Estado de São Paulo”.** COLÓQUIO DE CARTOGRAFIA PARA CRIANÇAS E ESCOLARES, 7, 2011. Vitória. Anais... Vitória, 2011. p. 66-83 Recebido em:

23/03/2017

Aceito para publicação em: 29/11/2017