

Quantificação da cobertura vegetal e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Miranda/MS

Jonas de Assis Cinquini¹
João dos Santos Vila da Silva¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515
12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
jonas@dsr.inpe.br

² Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041
13083-886 - Campinas, SP, Brasil
jvilla@cnptia.embrapa.br

Resumo. O intenso uso da terra, principalmente a pecuária, vem alertando órgãos governamentais e estudiosos quanto às alterações da cobertura vegetal do estado do Mato Grosso do Sul (MS). Técnicas de sensoriamento remoto têm auxiliado trabalhos de gerenciamento ambiental de extensas áreas, disponibilizando produtos e informações quase em tempo real para apoio à tomada de decisão de órgãos públicos e privados. Visando auxiliar projetos de proteção e gerenciamento ambiental do MS o trabalho tem como objetivo quantificar os tipos de cobertura vegetal e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Miranda (BHRM) e associá-los as classes de declividade. Para isso utilizou-se mapeamentos já existentes na escala 1:100.000. Os dados de uso da terra, cobertura vegetal e declividade foram recortados para a área da BHRM, mosaicados, para posteriormente realizar-se a quantificação do uso e cobertura e associá-los com as classes de declividade pelo método da tabulação cruzada. O resultado demonstra que aproximadamente metade do território da BHRM é ocupado pelas áreas antrópicas (53,73%) e o restante é coberto por áreas naturais (45,35%) e corpos d'água (0,93%). Onde a maior porcentagem da área antrópica (87%) é utilizada para pastagem, localizada principalmente em locais com declividade de 0 a 5°, e nas regiões com maior inclinação do terreno a cobertura vegetal com maior área proporcionalmente são as florestas, com cerca de 68% ocupando locais com declividade acima de 5°.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, GeoMS, declividade, CBERS/CCD

Abstract. The intensive land use, mainly the livestock, have been alerting the local government and researches about the vegetal land cover changes at the Mato Grosso State (MS). Remote sensing techniques has been aided works for environmental management of large areas, delivering products and information almost real-time to support decision making of private and public organs. Aim to help projects of environmental protections and management of MS the work has the objective to quantify the vegetal cover and land use of Miranda's river basin and match them with the classes slope. For this has been used existing mapping in the 1:100.000 scale. The land use data, vegetal cover and slope were cut for the Miranda basin area, mosaicking and late were quantified to associate with the slope classes by the cross tabulation method. The result show that about half of the Mirandas basin territory is occupied by antropic areas (53,73%) and the vegetal cover (45,35%) and waters body (0,93) completing the other half. Where the antropic areas (52,86%) is used for pasture, located mainly in places with slope between 0 and 5° and the regions with more accentuated inclination of the surface the vegetal cover with the proportionally bigger area are the forest, with about 68% occupying areas above 5° slope.

Key-words: remote sensing, GeoMS, slope, CBERS/CCD.

1. Introdução

O estado do Mato Grosso do Sul (MS) localiza-se na região Centro-Oeste do Brasil, limita-se a oeste com a Bolívia e o Paraguai, a norte com o Mato Grosso, a sul com o Paraguai e Paraná e a leste com São Paulo, estendendo-se sobre uma superfície de 358.159 km² (Silva et al., 2011a). Aproximadamente 53% da sua área já foi desmatado e o restante ainda são compostos de área de vegetação natural (46%) e água (1%). Do uso antrópico, a pecuária bovina de corte possui a maior extensão (cerca de 79%), sendo a principal atividade econômica do Mato Grosso do Sul, Silva, et al. (2011).

A rede de drenagem do estado do MS está contida nas bacias do alto do Paraguai (oeste) e rio Paraná (leste), onde são divididas em 15 sub-bacias. Dessas, a bacia hidrográfica do rio Miranda (BHRM) é parte da bacia do alto do Paraguai, Silva et al. (2011). A BHRM se situa em duas unidades geomorfológicas distintas, são elas o planalto e planície. A superfície no planalto se caracteriza pela variada declividade nas serras da Bodoquena (sudoeste) e Maracajú – Campo Grande (leste), Silva et al.(2011), enquanto que o Pantanal apresenta baixos gradientes topográficos, Assine (2003).

Ambas condições do relevo influenciam no uso e cobertura do solo, segundo Silva et al. (2011) a declividade do terreno no MS é um dos principais condicionantes da capacidade de uso e ocupação da terra, servindo de informações importante para questões de licenciamento ambiental. Anderson et al.(1976), também enfatiza que o conhecimento sobre o uso e cobertura da terra é importante para o planejamento estatal referente à previsão de desastres ambientais, e através de um mapa de cobertura e uso do solo tem-se uma visão geral das formas de ocupação abrangendo aspectos físicos e antrópicos da região, Santos (2004)

Nesse contexto o monitoramento da superfície terrestre utilizando produtos de sensores orbitais favorece a discriminação de alvos (sensores multiespectrais) e acompanhamento da dinâmica espaço-temporal dos objetos (moderada e alta resolução temporal e espacial). Técnicas de interpretação e classificação digital em imagens de satélite vêm sendo utilizadas em mapeamentos visando auxiliar na implantação de medidas preventivas e/ou corretivas no uso da terra no Mato Grosso do Sul e Pantanal, Hernandez Filho et al.(1998); Abdon et al. (2008); Silva et al. (2005); Abdon et al. (2009); Silva et al. (2009).

O satélite CBERS demonstrou alto potencial na realização de mapeamentos de uso da terra, cobertura vegetal e estudos ambientais, Yamaguchi et al.(2005); Bezerra et al. (2007); Servello et al. (2007); Abdon et al. (2008); Silva et al. (2009) principalmente pela

disponibilidade gratuita de imagens, bandas multiespectrais na faixa do visível, resolução espacial de 20 metros nesses comprimentos de onda e banda pancromática com resolução espacial de 2,5 metros do sensor HRC, e como revés para algumas aplicações a literatura supracitada relata o demorado tempo de revisita (26 dias com visada no nadir).

2. Objetivo

O objetivo do trabalho é quantificar os tipos de cobertura vegetal e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Miranda (BHRM) utilizando produtos do sensor CBERS do ano de 2007 e associá-los as classes de declividade para fins ambientais.

3. Material e Métodos

A bacia hidrográfica do rio Miranda localiza-se no estado do Mato Grosso do Sul, cobrindo cerca de 12% do estado, está compreendida entre as latitudes $19^{\circ}18'24''$ e $22^{\circ}01'52''$ sul e longitudes $54^{\circ}18'13''$ e $57^{\circ}26'8''$ oeste, drenando uma área estimada de 43.007 km² (Silva et al., 2011b). Seus principais rios são Aquidauana (extensão aproximada de 653 km) e Miranda (extensão aproximada de 815 km), Oliveira e Ferreira (2003) que percorrem todo o relevo da bacia, nascendo na Serra de Maracaju (Planalto) e deságuam na planície de inundação do Pantanal (**Figura 1**).

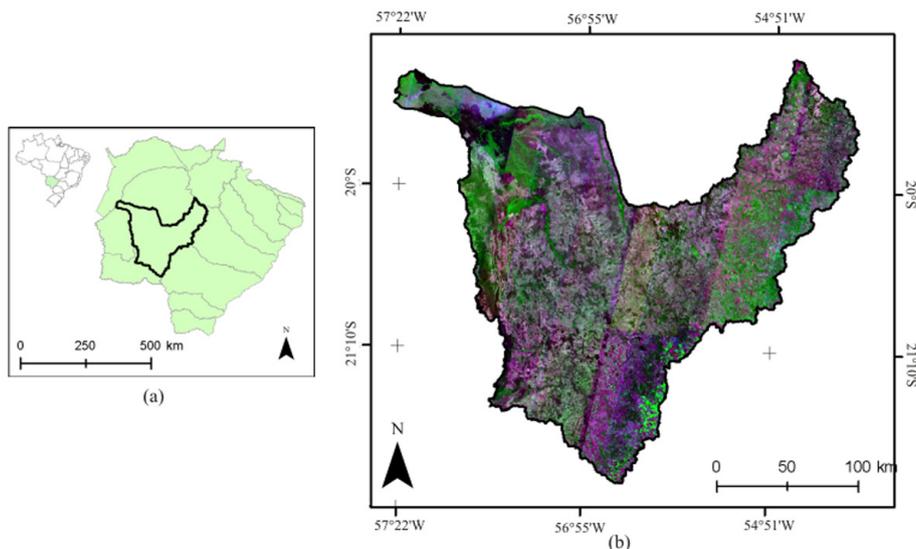


Figura 1. Localização da área de estudo no estado do MS (a) e seu limite sobre imagem CBERS/CCD do ano de 2007, composição RGB 342 (b) baseado em Silva *et al.* (2011b).

Foram utilizados mapas de cobertura vegetal e uso da terra na escala 1:100.000 do ano de 2007, Silva et al. (2011) e declividade, Silva et al. (2011) elaborados para o estado de Mato Grosso do Sul, além de imagens CBERS, sensor CCD do ano de 2007 e vetores do limite da bacia hidrográfica do rio Miranda e do estado de MS, Silva et al. (2011).

Os mapas de uso da terra e cobertura vegetal elaborados no Projeto GeoMS (Silva et al., 2011a) seguiram a seguinte metodologia: No SIG Spring (Sistema Interativo de Imagens Georreferenciadas) foi criado um banco de dados com sistema de projeção UTM, Datum SAD69, onde foram importados e manipulados os arquivos raster. As imagens CBERS/CCD foram registradas com base em uma imagem Geocover Landsat 7 ETM+ do ano

de 2000, cada banda foi realçada para melhorar a diferenciação dos padrões da imagem, segmentadas, interpretadas e por fim classificadas. Após classificação o mapeamento foi finalizado na escala 1:100.000, utilizando-se como base as informações obtidas em trabalhos de campos e da literatura.

As imagens de declividade também foram obtidas do projeto GeoMS, Silva et al. (2011) por meio do sítio digital do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (Sisla), Sisla (2012) no recorte das cartas 1:250.000 (**Figura 3**) e resolução espacial de 30X30 metros. As declividades foram calculadas com base nos Modelos Digitais de Elevação (MDE) adquiridos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (Topodata) contendo informação da inclinação do terreno, Silva et al. (2011).

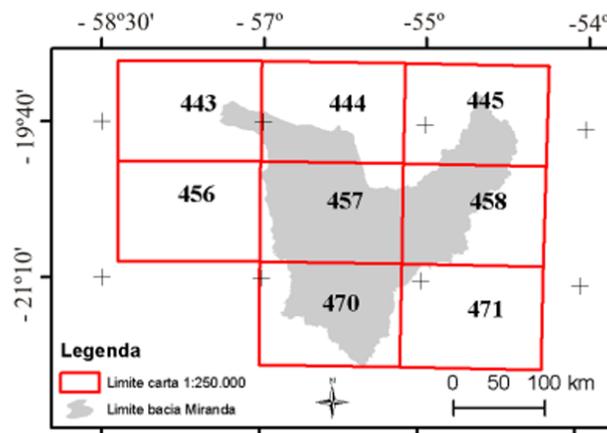


Figura 3. Grid das cartas na escala 1:250.000 que cobrem a BHRM. Adaptado de Silva *et al.*, 2011b.

O único dado utilizado que não foi obtido pelo sítio digital do SISLA, foram as cartas do mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal que ainda estão sendo incorporados ao banco do sistema, enquanto que o restante dos dados foram obtidos gratuitamente pelo sítio digital do sistema interativo.

Os dados utilizados foram manipulados no Spring, projetados para o sistema Albers, Datum SAD69. Após importação dos dados no SIG, as cartas de uso da terra e cobertura vegetal, as imagens de declividade e imagens CBERS foram recortadas com base no plano de informação do limite da BHRM e posteriormente mosaicadas. No entanto as cartas de cobertura vegetal e uso da terra receberam tratamento na edição vetorial, pois quando foram unidas, percebeu-se que suas bordas se sobrepunham, com isso foram recortadas as áreas de sobreposição, realizado o mosaico e nos limites onde foi realizado o recorte verificou-se a perda ou não de informação.

Com as cartas de uso da terra e cobertura vegetal recortada para a área de estudo, a quantificação foi obtida pela ferramenta “medida de classes” do Spring e posteriormente seus dados foram manipulados em um editor de planilhas. Como as imagens de declividade já continham informações das cinco classes de declividade adotadas pelo projeto GeoMS, Silva et al. (2011), após o recorte e mosaico com base no limite da bacia do Miranda, essa pode ser cruzada com as informações de uso da terra e cobertura vegetal.

O cruzamento dos planos de informação uso da terra e cobertura vegetal com a declividade foi realizado pelo método da tabulação cruzada, no qual permite calcular a área das intersecções entre as classes de dois planos de informações temáticos, Spring

(1996). Para efetuar a operação ambos arquivos precisam estar no formato matricial, mesma resolução espacial e retângulo envolvente. Com isso o mosaico das cartas de uso da terra e cobertura vegetal foi convertido para raster e as imagens de declividade foram reamostradas para 20x20 metros de resolução espacial.

4. Resultados e Discussão

As classes de cobertura vegetal e uso da terra presentes na bacia hidrográfica do rio Miranda são apresentadas na **Tabela 1** com suas respectivas áreas e porcentagem da área total da bacia.

Pela **Tabela 1**, verifica-se que o território da BHRM é recoberto quase que pela metade por uso antrópico (53,73%) e o restante por áreas naturais (45,35%). Onde a pastagem plantada (47,64%) é o uso principal da primeira classe mencionada, e o Cerrado (20,39%) maior classe não antropizada.

Tabela 1. Classes de uso da terra e cobertura vegetal da BHRM.

Classe	Código	Area (km ²)	Porcentagem (%)
ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	VN	19.502,82	45,35
Vegetação Ciliar	Fa	4.145,35	9,64
Floresta Estacional Decidual	C	1.312,92	3,05
Savana (Cerrado)	S	8.770,92	20,39
Savana Estépica (Chaco)	T	710,33	1,65
Formações Pioneiras	P	144,46	0,34
Áreas de Tensão Ecológica ou Contatos Florísticos	SN		
Ecótono		1.448,44	3,37
Enclave		2.970,41	6,91
ÁREAS ANTRÓPICAS	AA	23.105,91	53,73
Vegetação Secundária	Vs	366,25	0,85
Agricultura anual	Ac	1.190,24	2,77
Agropecuária	Ag	687,91	1,60
Agricultura Semi-perene		244,77	0,57
Silvicultura	R	17,52	0,04
Pecuária (Pastagem plantada)	Ap	20.487,51	47,64
Outras áreas antrópicas	OA	111,72	0,26
MASSAS D' ÁGUA	Agua	397,92	0,93
ÁREA TOTAL DA BHRM		43.006,65	100%

A pastagem possui 87% (**Figura 4**) da área ocupada pelo uso antrópico da bacia do Miranda, enquanto que a agropecuária, vegetação secundária, cana-de-açúcar, agricultura anual e outros usos ocupam o restante do território (13%). Onde a classe “Outros” repre-

senta os usos de reflorestamento, influência urbana, áreas degradadas por mineração, Várzeas ocupadas e corpos d'água.

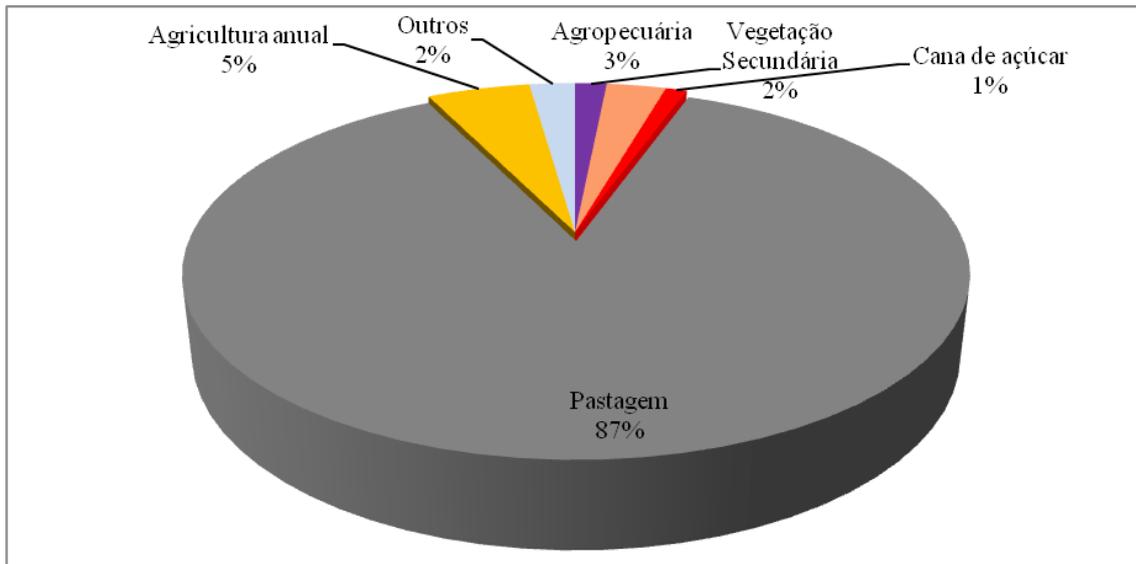


Figura 4. Gráfico apresentando a proporção dos usos da terra presentes na BHRM.

As formações florísticas localizadas na BHRM são distribuídas quantitativamente de acordo com a **Figura 5**, destacando-se 45% da cobertura vegetal para a formação da Savana (Cerrado), 22% para os contatos florísticos e vegetação ciliar e os 11% restantes para Floresta Decidual (7%), Chaco (3%) e formações pioneiras (1%).

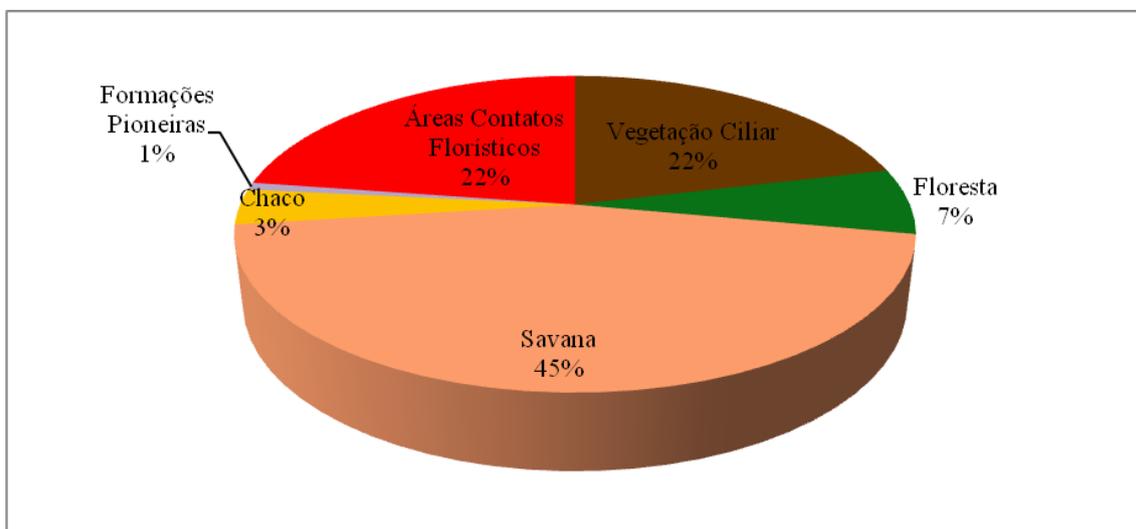


Figura 5. Gráfico apresentando a proporção da cobertura vegetal presentes na BHRM.

A distribuição espacial dos principais usos identificados na bacia hidrográfica do rio Miranda é verificado na **Figura 6a**. Devido à grande quantidade de classes presentes na BHRM houve um agrupamento das mesmas para melhor visualização e representação gráfica no mapa (**Figura 6a e 6b**).

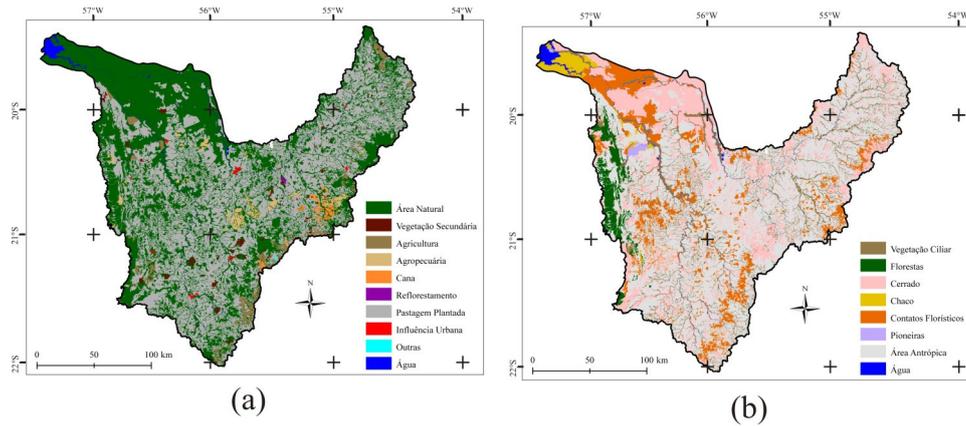


Figura 6. Mapa dos principais tipos de uso da terra (a) e cobertura vegetal (b) da bacia hidrográfica do rio Miranda para o ano de 2007.

Uma breve análise dos usos demonstra que a maior parte das áreas naturais se localiza na porção noroeste da bacia, onde se situa a planície pantaneira, e maior classe antrópica (pastagem) se estende pelo Planalto.

A distribuição da cobertura vegetal presente na bacia do Miranda (**Figura 6b**) demonstra maior presença de Cerrado, Contatos Florísticos e Chaco na região do Pantanal (noroeste), as Florestas aparecem com grande significância na serra de Maracajuá (oeste) e as principais drenagens da BHRM podem ser verificadas pela presença da vegetação ciliar em suas margens.

O uso da terra e cobertura vegetal é influenciado pelo relevo da bacia do Miranda (Figura 7). Verifica-se maior quantidade de pastagens em áreas na classe de baixo declive (0 a 5°), pela facilidade de ocupação desse uso em áreas planas, e as florestas em regiões onde o relevo é mais acentuado (declividade entre 16,9662 a 45°), que pode ser explicado pela dificuldade da ocupação antrópica nessas áreas e os fatores ambientais (clima, relevo, localização geográfica) determinantes para ocorrência dessa formação vegetal. Ressalta-se que a classificação de declividade do trabalho utilizou as mesmas classes do projeto GeoMS (Silva, *et al.*, 2001b) que se baseou na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 303 do ano de 2002.

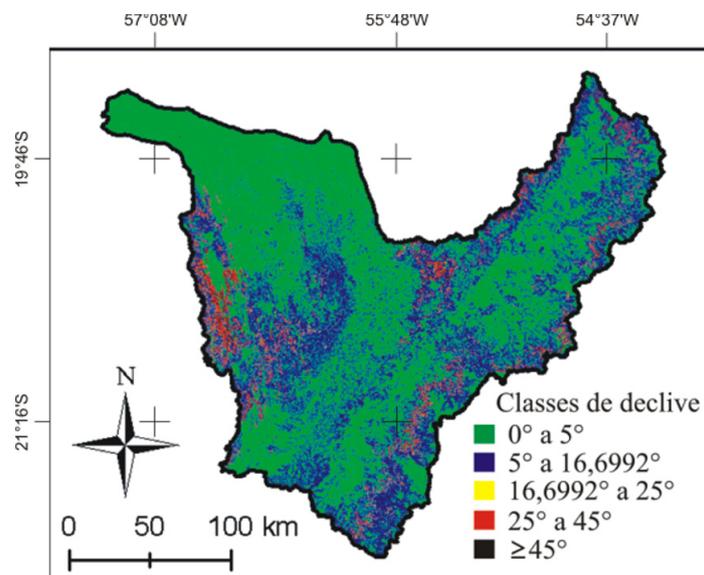


Figura 7. Declividade da bacia hidrográfica do rio Miranda, adaptado de Silva *et al.* (2011b).

Analisando quantitativamente a relação entre as classes de declividade com as classes de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Miranda (**Tabela 2**), nota-se em destaque as afirmações dos parágrafos anteriores, onde aproximadamente 89% da área ocupada por pastagem localiza-se em locais com declividade entre 0 a 5°, e aproximadamente 68% das áreas de florestas situam-se em relevos com inclinação superior a 5°.

Tabela 2. Tabulação cruzada entre classes de uso da terra e cobertura vegetal (linhas) e classes de declive (colunas) da bacia hidrográfica do rio Miranda em km².

	0 a 5°	5 a 16,6992°	16,6992 a 25°	25 a 45°	> 45°
Ciliar	3.620,11	501,08	17,85	3,45	0,03
Florestas	420,70	660,75	165,15	65,99	0,19
Cerrado	6.964,85	1.538,99	185,77	76,31	2,70
Chaco	700,82	8,31	0,83	0,26	0,00
Pioneiras	143,57	0,86	0,00	0,00	0,00
Contatos Florísticos	2.959,40	1.229,13	176,63	48,31	0,51
Vegetação Secundária	329,67	35,98	0,46	0,11	0,00
Agricultura anual	1.084,22	95,60	7,20	1,82	0,00
Agropecuária	606,24	70,40	8,73	2,45	0,01
Cana	232,79	11,85	0,08	0,01	0,00
Reflorestamento	17,10	0,41	0,00	0,00	0,00
Pastagem	18.204,27	2.189,18	60,93	15,73	0,06
Outras áreas antrópicas	105,69	5,93	0,03	0,00	0,00
Água	389,21	8,06	0,08	0,00	0,00

5. Conclusões e Sugestões

A utilização de sistemas de informações geográficas e sensoriamento remoto para monitoramento do território, buscando-se auxiliar o governo em tomadas de decisão na implantação de projetos estratégicos tem-se consolidado cada vez mais. Nesse contexto compreensão da cobertura, uso da terra e relevo são informações fundamentais para uso e manejo adequado do solo. No enfoque das bacias hidrográficas essas informações também auxiliam projetos de pesquisas na área da hidrologia e projetos de gerenciamento de recursos hídricos.

A quantificação do uso da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Miranda e sua relação com a declividade gerou resultados que facilitam na identificação de áreas que estão sendo utilizadas inadequadamente. Nesse sentido o estudo não pode ser tido como finalizado, sendo importante a continuação de sua exploração e análises, tendo em vista que o banco de dados gerado pode ser utilizado em estudos que envolvem os elementos físicos (clima, relevo, pedologia) e sociais (economia, demografia, saúde, etc.).

6. Referências

- Abdon, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária.** (Tese de doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos: EESC/USP, 274 p., mar. 2004.
- Abdon, M.M.; Luciano, A.C. S.; Silva, J. S. V.; Oliveira, M. S. Classificação de pastagens degradadas nos municípios de Corguinho e Rio Negro, MS, utilizando fusão de imagens CBERS. **Geografia**, Rio Claro, v. 34, número especial, p. 709-720, 2009.
- Abdon, M. M.; Silva, J. S. V.; Triveloni, D. E.; Cezar, R. M. Mapas municipais de cobertura vegetal e uso da terra para planejamento em Mato Grosso do Sul. **In: Semana de Geografia da Unemat**, 9. (SEMAGEO), 2008, Cáceres/MT. **Anais...** Cáceres/MT: Unemat, 2008. P.01. CD-ROM. ISBN 978-85-89898-88-1.
- Anderson, J. R.; Hardy, E. T.; Roach, J. T.; Witmer, R. E. **A land use and land cover classification system for use with remote sensing data.** U. S. Geological Survey, Washington, D. C. Professional Paper, 964p. 1976.
- Assine, M. L. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-grossense, Centro Oeste do Brasil.** Tese de Livre Docência. Instituto de Geociências e Exatas, UNESP. Rio Claro. P. 106, 2003.
- Bezerra, H. S.; Sano, E. E.; Ferreira, L. G.; Desempenho do satélite sino-brasileiro de recursos terrestres CBERS-2 no mapeamento da cobertura da terra no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, n.2, p. 171-185, 2007.
- Hernandez Filho, P.; Ponzoni, F. J.; Pereira, M. N. Mapeamento da fitofisionomia e do uso da terra de parte da Bacia do Alto Taquari mediante do uso de imagens TM/Landsat e HRV/SPOT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. especial, p. 1755-1762, 1998.
- Oliveira, M. D.; Ferreira, C. J. Estudos limnológicos para o monitoramento da bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal sul. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 54. Corumbá, Embrapa Pantanal, 2003. 61 p.
- Santos, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina dos textos, 2004. 184 p.
- Servello, E. L.; Disperati, A. A.; Lopes, A. L. B.; Santos, J. R.; Filho, P. C. O. Mapeamento de uso da terra na região Centro-Sul do Paraná com imagens CBERS a partir da técnica de modelo linear de mistura espectral. **In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. P. 1125-1132.
- SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. Camara, G., Souza R. C. M., Freitas U. M., Garrido J. **Computer e Graphics**, 20: (3) 395-403. Maio –Junho 1996.
- Silva, J. S. V.; Abdon, M. M.; Silva, M. P.; Romero, H. R. Mapeamento e quantificação de áreas desmatadas no Pantanal brasileiro, utilizando dados TM. **In: Encontro sobre sensoriamento remoto aplicado a estudos no Pantanal**, 1., 9-12, 1995, Corumbá. São José dos Campos: INPE, 2005. Resumo, p. 31-32.
- Silva, J. S. V.; Abdon, M. M.; Rossi, M. Identificação de padrões de vegetação ciliar em imagens CBERS e respectivo estado de conservação. **Geografia**, Rio Claro, v.34, número especial, p.629-641, dez. 2009.
- 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, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2011a. 64 p. ISBN: 978-85-86168-05-5.
- Silva, J. S. V.; Speranza, E. A.; Vendrusculo, L. G.; Esquerdo, J. C. D. M.; Mauro, R. A.; Bianchini, S. L.; Florence, R. O. **Projeto GeoMS: Melhorando o Sistema de Licenciamento Ambiental do Estado do Mato Grosso do Sul.** Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2011b. 64 p. ISBN: 978-85-86168-06-2.
- SISLA – Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental. Disponível em: <<http://sisla.imasul.ms.gov.br>>. Acesso em jun 2012.
- Yamaguchi, F. Y.; Silva, G. B.; Sokolonski, H. H.; Vilas Boas, J. H.; Silva, M. L. P.; Gonçalves, R. N. Mapeamento de uso da terra através de utilização de imagens CBERS. **In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 12 (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. P. 1143-1148. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8.