



DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AQUIDAUANA, MS

Lidiane Perbelin Rodrigues^(a), Emerson Figueiredo Leite^(b),

^(a) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, lidiane_perbelin@hotmail.com

^(b) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, emerson.leite@ufms.br

Eixo: Uso e ocupação das terras e legislação ambiental

Resumo

A bacia hidrográfica do rio Aquidauana possui uma área de 21.000 km², drenando parte do território do Estado de Mato Grosso do Sul, envolvendo 14 municípios. O uso antrópico na bacia segue a tradição do estado, utilizando suas terras para práticas agropecuárias, alterando significativamente a paisagem local. Na atualidade, com o advento dos sensores imageadores orbitais esta dinâmica no uso e cobertura da terra é passível de detecção, mensuração e análise. Para isso aplica-se neste trabalho técnicas de sensoriamento remoto que incluem a operacionalização do software Spring/INPE para processamento digital, interpretação de imagens orbitais e determinação da dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Aquidauana. Aproveitando a disponibilidade gratuita de imagens de satélite de resolução espacial média desde a década de 1970, analisa-se as alterações na bacia até os dias atuais. Como resultado, apresenta-se o mapeamento desta dinâmica e sua análise quali-quantitativa e espaço-temporal.

Palavras chave: Bacia hidrográfica; Classificação de imagens; Sensoriamento remoto.

1. Introdução

Refletir sobre o ordenamento físico-territorial, planejamento e gestão do espaço na bacia hidrográfica do rio Aquidauana nos remete a analisar os padrões de alteração espacial e sua dinâmica temporal. A determinação do uso e cobertura da terra numa perspectiva espaço-temporal possibilita criar um histórico da área estudada em mapas temáticos, utilizando de um potencial da análise de imagens orbitais amplamente difundidas no Brasil pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e outras instituições de pesquisas.

A caracterização do uso e ocupação da Terra tem grande relevância pela necessidade de garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele relacionadas e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável. O avanço da tecnologia espacial colocou o momento da disponibilidade de produtos de satélites imageadores da Terra como marco de uma nova era dos estudos de Uso e ocupação da Terra, pois ao mesmo tempo em que lhe dá uma nova metodologia de pesquisa, revela a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do uso da Terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local (IBGE, 2006).



Compreendemos por Sensoriamento Remoto como a técnica que utiliza sensores, equipamentos para processamento e transmissão de dados, na captação e no registro da energia refletida ou emitida por elementos na superfície terrestre ou por outros astros, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro das interações entre a radiação eletromagnética e as componentes do planeta terra e suas diversas manifestações, conforme definições de Novo (1989), Rosa (1992) e Teixeira & Christofolletti (1997).

Desta forma, utiliza-se de um aporte teórico-metodológico de vanguarda, envolvendo métodos e processos científicos de ponta, com baixo custo, e que permeia as diretrizes curriculares do curso de Geografia. Além da determinação espacial, informações das proporções ocupadas pelas distintas classes temáticas de usos antrópicos ligados a agropecuária são cada vez mais suscitados por planejadores dada sua relevância social e ambiental. Muitos problemas ambientais são decorrentes das práticas agropecuárias, como erosão, assoreamento, desmatamento, incêndios, entre outros. A localização da bacia hidrográfica do Rio Aquidauana exalta a importância deste trabalho, por drenar área dos Planaltos e chapadas da bacia do Rio Paraná para a Planície e Pantanal-Mato Grossense, e envolver remanescentes florestais do Cerrado e do Pantanal.

2. Objetivo

Analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Aquidauana-MS a partir de imagens de satélites no período de 1970 a 2014.

3. Material e Métodos

Para a análise da dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Aquidauana-MS as etapas seguintes foram realizadas para a interpretação das imagens de satélite a partir do Método de Classificação Híbrido proposto em Moreira (2011). Interpretar uma imagem de satélite consiste em identificar determinados elementos ali presentes pela associação de uma classe temática às características espectrais, espaciais e radiométricas de cada pixel. Este método envolve etapas de classificação supervisionada (apoio na capacidade interpretativa do aluno) e não-supervisionada (o software estabelece os padrões de agrupamento) de imagens.

Foram realizados *downloads* de imagens de satélites da série Landsat disponíveis no site do INPE (www.inpe.br). O intervalo temporal de análise pretendido foi de aproximadamente 10 (dez) anos,



iniciando com imagens obtidas na década de 1970 até os dias atuais. Este procedimento levou em consideração a disponibilidade das imagens, podendo o intervalo de análise variar de um ano para outro.

Foram obtidas e analisadas as seguintes imagens:

- Landsat 1 (órbita/ponto 241/74 e 241/75, de 14 de março de 1973; e órbita/ponto 242/74, de 15 de Março de 1973);
- Landsat 5 (órbita/ponto 225/73, de 26 de junho de 1985; órbita/ponto 225/74, de 12 de julho de 1985; órbita/ponto 225/75 de 10 de Junho de 1985; órbita/ponto 226/74, de 17 de Junho de 1985);
- Landsat 5 (órbita/ponto 225/73 e 225/75, de 25 de agosto de 1995; órbita/ponto 225/74, de 06 de agosto de 1995; órbita/ponto 226/74, de 10 de julho de 1995);
- Landsat 5 (órbita/ponto 225/73, de 05 de setembro de 2005; órbita/ponto 225/75, de 04 de agosto de 2005; órbita/ponto 225/74, de 04 de Agosto de 2005; órbita/ponto 226/74, de 10 de Julho de 2005);
- Landsat 8 (órbita/ponto 225/73, de 12 de julho de 2015; órbita/ponto 225/74 e 225/75, de 01 de setembro de 2015; órbita/ponto 226/74, de 19 de julho de 2015);

Foi criado um banco de dados geográfico com as imagens obtidas e aplicado técnicas de processamento digital de imagens (PDI), envolvendo a (1) correção geométrica utilizando software Spring, tendo como referência o mosaico georreferenciado Geocover-NASA. Este procedimento foi necessário para ajuste nas posições dos alvos analisados; e o (2) realce de contraste, para melhor visualização dos alvos imageados; (3) mosaico das imagens componentes da cena integral a área a bacia hidrográfica do Rio Aquidauana.

Foi realizado o registro (georreferenciamento) pelo modo de aquisição por Tela. A equalização seguiu a metodologia de Rossetti (2007) para equalização das Imagens: Utilizando-se a ferramenta Estatísticas do SPRING 5.3 obteve-se a média e a variância dos níveis de cinza cada imagem. Esses valores foram aplicados nas formulas:

$$\text{ganho} = (VR/VE)^{1/2}$$

$$\text{Offset} = MR - (\text{ganho} * ME)$$

Onde: VR: variância da imagem de referência (R)

VE: variância da imagem a ser equalizada (E)

MR: média da imagem de referência (R)

ME: média da imagem a ser equalizada (E)

Após a realização desses cálculos em cada uma das bandas da imagem a ser equalizada, utilizou-se a ferramenta Operações Aritméticas para aplicar a seguinte formula:



$$C = \text{ganho} * A + \text{offset}$$

Onde: A = imagem a ser modificada

C = imagem equalizada resultante

A partir desse procedimento gerou-se novos Planos de Informações Matriciais, igualou-se os parâmetros de tons de cinza nas imagens.

Preparadas as imagens, passou a definição das classes temáticas a serem analisadas e confecção de uma chave de interpretação. A chave de interpretação consiste numa legenda para as classes a serem analisadas nas imagens orbitais, e traz ao interprete o nome da classe temática (pastagem, cultura temporária, solo exposto, cerrado) e suas características, p.ex., espectrais, cor, tamanho, padrão, forma, auxiliando-o no processo de identificação das respectivas classes.

Foram definidas as classes de Área Urbanizada, Vegetação Natural, Área antrópica, Área descoberta, Corpos Hídricos e Área Úmida. Para determinação destas classes sob as imagens de satélites foi executada a operação de segmentação por regiões em todas as imagens com o software Spring. Este procedimento é destacado por Oliveira e Silva (2005) como uma importante etapa na análise de imagens de sensoriamento remoto e consiste numa subdivisão da imagem em regiões homogêneas, considerando algumas de suas características intrínsecas, como, por exemplo, o nível de cinza dos pixels e a textura, que melhor representam os objetos presentes na cena. O resultado deste processo está diretamente relacionado com os limiares de similaridade e área que serão definidos a partir de testes, e na proposta de pesquisa foram aplicados os limiares de Similaridade 6, e área 25.

Aplicou-se sobre as imagens segmentadas a operação de classificação das imagens. O software spring oferece alguns classificadores, mas adotamos aqui o classificador ISOSEG. O classificador Iseg, explica Câmara et. al. (1996), é o algoritmo disponível no Spring para classificar regiões de uma imagem segmentada. É um algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado, aplicado sobre o conjunto de regiões, que por sua vez são caracterizadas por seus atributos estatísticos de média e matriz de covariância, e também pela área.

Após as classificações de imagens, realizou-se a edição matricial a partir das chaves de interpretação, o mapeamento e mensuração das áreas ocupadas pelas classes, determinar suas proporções em relação a área da bacia hidrográfica do Rio Aquidauana, e analisar sua dinâmica no espaço e no tempo proposto;



4. Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica do Rio Aquidauana está localizada entre os paralelos $19^{\circ} 19' 01''$ e $21^{\circ} 13' 49''$ de Latitude Sul e os meridianos de $56^{\circ} 49' 01''$ e $54^{\circ} 16' 44''$ a oeste de Greenwich (Figura 1). Tributária do Rio Miranda-MS, sua área física conta com aproximadamente 21 000 Km² e compreende cerca de 46,83% da área total da Bacia do Rio Miranda-MS. Abrange área territorial de 14 municípios, entre eles, o município de Aquidauana que empresta o nome ao Rio principal e batiza a bacia, e o município de São Gabriel do Oeste, onde as cabeceiras estão situadas (Pereira et al, 2004).

Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana

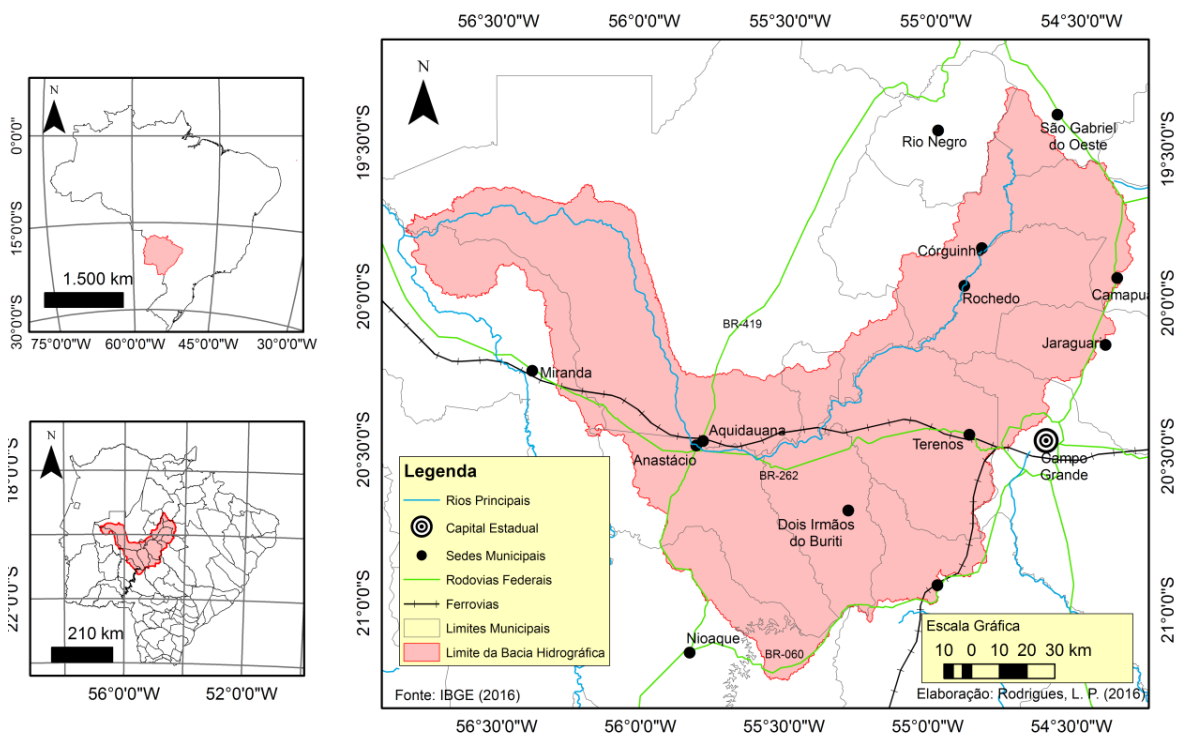


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana-MS

Ao analisarmos os dados encontrados e apresentados na Figura 2, Tabela 1 e Gráfico 1, verifica-se a atual dinâmica das classes de ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana-MS.

Destaca-se a supressão da vegetação natural que ocorreu intensamente ao longo do período analisado, considerando em paralelo o avanço na conversão destas áreas em pastagens plantadas da classe Uso antrópico.

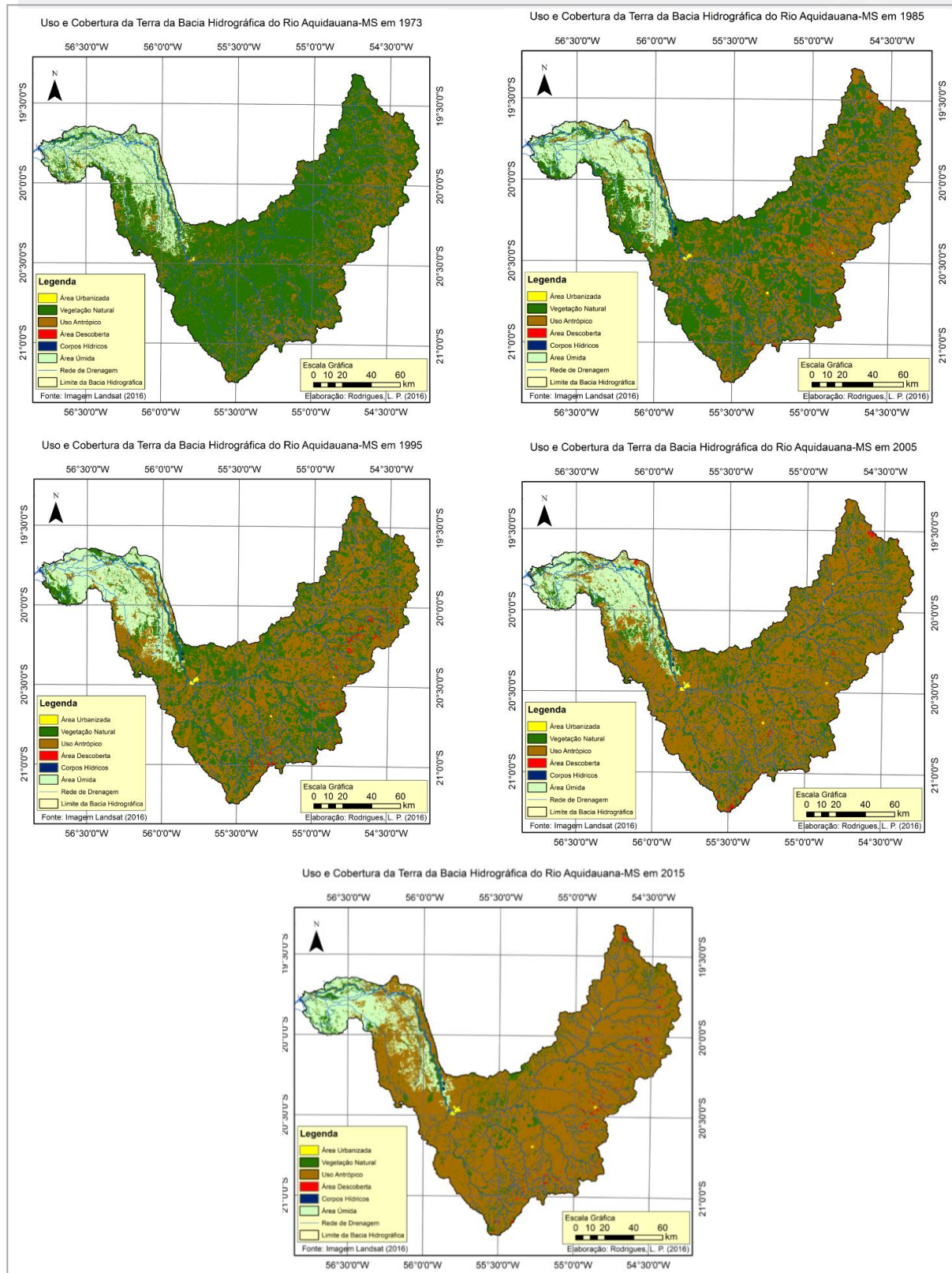


Figura 2. Evolução temporal do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana-MS



Tabela I - Área ocupada pelas classes e suas alterações no período analisado

Classe	1973		1985		1995		2005		2015	
	(km ²)	%	(km ²)	%	(km ²)	%	(km ²)	%	(km ²)	%
Vegetação Natural	14.201,51	66,44	10.047,35	47,02	7.604,77	35,59	4.883,13	22,85	2.597,57	12,16
Uso Antrópico	4.449,24	20,82	8.509,55	39,81	10.887,80	50,94	13.886,01	64,96	16.429,95	76,87
Área Úmida	2.631,25	12,31	2.576,13	12,05	2.637,81	12,34	2.374,81	11,11	2.084,06	9,75
Corpos Hídricos	46,09	0,21	74,32	0,34	45,95	0,21	48,52	0,23	21,89	0,11
Solo Exposto	35,67	0,17	146,28	0,69	168	0,78	146,84	0,68	198,58	0,92
Área Urbanizada	9,86	0,05	20,02	0,09	29,32	0,14	34,35	0,17	41,6	0,19
Total	21.373,65	100	21.373,65	100	21.373,65	100	21.373,65	100	21.373,65	100

Ocupando em 1973 uma área de 14.201,51 km², a classe vegetação natural, no período analisado apresentou uma redução de 82%, compreendendo apenas 2.597,57 km² no ano de 2015, o que corresponde a 18% da área total da bacia analisada (Figura 3).

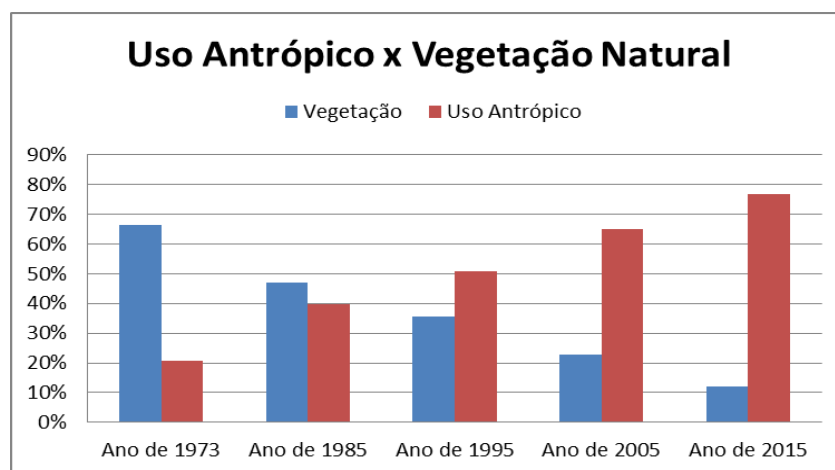


Gráfico 1. Evolução do uso e cobertura da terra nos anos analisados

Essa supressão de vegetação natural ocorre devido o avanço da ocupação de áreas para implantação de pastagens na classe de Uso antrópico. Verifica-se que no ano de 1973 ocupava apenas 4.449,24 km²



(20,82%), e passados 42 anos apresentou um aumento de 369% de sua área, o que representa na análise atual uma área de 146.429,95 km².

A área urbana também apresentou aumento no período de 422%, passando de 9,86 km² em 1973 para 41,6 km² em 2015. Espíndola *et al.* (2000) ressalta que o estabelecimento e a expansão da área urbana constituem fatores fundamentais para qualquer processo de desenvolvimento social, econômico e cultural, e, dependendo do seu direcionamento, obtêm-se, contrariando a ideia de desenvolvimento, o aumento da degradação ambiental, em decorrência de impactos diretos e indiretos gerados pelas atividades humanas na bacia hidrográfica.

O conhecimento de uso da Terra é um pré-requisito importante no planejamento integral de uma microbacia hidrográfica. Quando essa informação é apresentada em forma cartográfica, torna-se um material indispensável na definição do grau de proteção do solo pela cobertura vegetal original, do uso racional da terra, auxiliando também na definição da aptidão do uso agrícola (BELTRAME, 1991).

5. Conclusões

Conforme a consolidação da ocupação antrópica na área da bacia hidrográfica do Rio Aquidauana, verificou-se o avanço sobre as áreas de vegetação natural no período analisado. O software Spring utilizada nas análises, atendeu nossas expectativas quanto ao processamento de imagens, as rotinas de classificação por segmentação, proporcionando uma maior confiabilidade e agilidade na confecção do mapa temático de uso da terra. Os estudos de uso e ocupação da terra numa dada região, explica Rosa (2007), tornou-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Assim, há uma necessidade de se atualizar constantemente os diferentes usos que se dão em uma determinada área, de forma que suas tendências sejam analisadas.

6. Bibliografia

ANDREOZZI, Sylvio Luiz & VIADANA, Adler Guilherme. A bacia hidrográfica como unidade espacial de análise. **Anais...** I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro. De 05 a 07 de Outubro de 2010. Rio Claro - SP.

ASSA'D, Eduardo Delgado; Sano, Edson Eyji. **Sistema de Informações Geográficas., Aplicações na Agricultura.** 2ª Edição. Brasília: EMBRAPA-SGI/EMBRAPA-CPAC, 1998. 434p.

BATISTA, Getulio Teixeira & DIAS, Nelson Wellausen. **Introdução ao Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005-04-02 (INPE ePrint sid.inpe.br/ePrint@80/2005/04.01.14.06)

CÂMARA, G; Souza, R.C.M.; FREITAS, U.M.; Garrido, J. "Spring: Integrating remote sensing and GIS by object oriented data modelling". **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.



- CCRS, A. Canada Centre for Remote Sensing. **Remote Sensing Tutorial**. Fundamentals of Remote Sensing. (2004).
- ESPÍNDOLA, Evaldo L. G.; SILVA, João S. V.; MARINELLI, Carlos E.; ABDON, Myriam M.. **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar**. São Carlos: Rima Editora, 2000. 188p.
- FLORENZANO, Tereza Gallotti. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.
- FONSECA, Ana Duarte & FERNANDES, João Cordeiro. **Deteção remota. Radiação Electromagnética. Sensores Orbitais. Processamento de imagens**. Aplicações. Ed. Lidel: Lisboa, 2004.
- HARRIS, Ray. Satellite Remote Sensing. An Introduction. **Routledge & Kegan Paul**: London and New York, 1987. 220 pg.
- MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. – 4. Ed. Atual. E ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.
- NOVO, Evelyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2ª edição- São Paulo: Edgard Blucher, 1992.
- OLIVEIRA, Julio Cesar de & SILVA, Joiceany Moreira Ferreira da. **Influência da segmentação no processo de classificação por região**. In.: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, Inpe, p. 4209-4216.
- PEREIRA, M. C. B.; MENDES, C. A. B.; GREHS, S. A.; Barreto, S. R.; Becker, M.; Lange, M. B. R.; Dias, F. A. **Bacia Hidrográfica do rio Miranda: estado da arte**. Campo Grande: UCDB, 2004.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: Editora UFU, 2007.
- ROSSETTI, L.A.F.G. **Geotecnologias aplicadas à caracterização e mapeamento das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade Rio Claro (SP)**. 115 F. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista/ Rio Claro. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2007
- SEMAG – Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. **Diagnóstico Socioeconômico de Mato Grosso do Sul**. 2011. 137 pg.