

Geoprocessamento e SIG aplicado na identificação dos conflitos de uso da terra e legislação ambiental na bacia hidrográfica do córrego Indaiá, Aquidauana-MS

Elias Rodrigues da Cunha¹
Vitor Matheus Bacani¹

¹Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL
Av. Ranulpho Marques Leal, 3.484 Caixa Postal 210
CEP 79620-080. Três Lagoas – MS
eliasrodriguesdacunha@hotmail.com
vitor.bacani@ufms.br

Abstract. This study aimed to analyze the conflict between land use and environmental legislation in the watershed stream Indaiá- MS. In 2009 he was installed in the stream basin Indaiá the first complex of rural settlement in the municipality of Aquidauna, which has promoted a potential increase in anthropic pressure. The mapping of environmental legislation was based on spatial analysis. The mapping of land use and vegetation cover was drawn by the method of visual image analysis of high spatial resolution as described in Jensen (2009), Novo (2010), Moreira (2011) and Cunha et al., (2012) and divided into 19 (nineteen) classes. The main observed conflicts relate to permanent preservation areas occupied by pasture and inappropriate use. The use of inappropriate pastoral practices, construction of roads and small dams has favored the decharacterization of these areas.

Palavras chave. geotechnologies, brasilian forest code, Indaiá settlements, , geotecnologias, código florestal brasileiro, assentamento indaiá, APP, Lei nº 12.651.

1. Introdução

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e o Sensoriamento Remoto têm sido amplamente empregados no mapeamento e monitoramento dos recursos naturais terrestres. Estas técnicas têm sido aplicadas em estudos espaço-temporais relacionados ao uso e à ocupação da terra com variadas finalidades, dentre elas o subsídio a ações de recuperação de áreas degradadas, ordenação espacial e identificação de usos irregulares perante a legislação ambiental vigente (CAVALLAR et al., 2007; CATELANI e BATISTA, 2007.; BOLFE et al., 2008; SOARES et al., 2011; REIS et al., 2012; BARROS et al., 2013).

A delimitação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) foi uma das principais pautas de discussões no poder legislativo no ano de 2012. A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, instituiu o Código Florestal Brasileiro e definia a Área de Preservação Permanente (APP) como uma área protegida nos termos dos Arts. 2º e 3º que perdurou por mais de quatro décadas. A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, revogou a Lei de 1965 e manteve a definição estabelecida anteriormente.

Nos últimos anos muitos trabalhos foram realizados utilizando técnicas de geoprocessamento na elaboração de mapeamentos de legislação ambiental, mais especificamente para Áreas de Preservação Permanentes (HOTT et al. 2004; NASCIMENTO et al., 2005; PINTO et al., 2005; RIBEIRO et al., 2005; LOUZADA et al., 2009; EUGENIO et al., 2011; VIEIRA et al., 2011; BARBOSA et al., 2013; COUTINHO et al., 2013).

Para Coutinho et al., (2013) o processo histórico de ocupação do território brasileiro consistiu na substituição da cobertura florestal nativa por atividades agropecuárias, frequentemente baseando-se na exploração excessiva dos recursos naturais, desconsiderando sua importância ambiental e a sustentabilidade. Tal processo foi responsável por diversos problemas ambientais, destacando-se a significativa redução da qualidade dos solos e a intensificação da erosão hídrica, associados à diminuição da disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos.

Sendo assim, a delimitação de algumas porções do território e limitação de uso de seus recursos tem se tornado uma estratégia relevante de proteção do meio ambiente. Além disso, como produzem espaços de dinâmicas específicas e com uma administração diferenciada, a criação dessas é considerada importante estratégia de ordenamento territorial pelo Estado, na medida em que estabelecem limites e restrições para o uso e a ocupação do espaço (MEDEIROS, 2006; MEDEIROS e YOUNG, 2011).

Dentro dessa perspectiva este trabalho teve como objetivo identificar as áreas de conflito de uso da terra e legislação ambiental na bacia hidrográfica do córrego Indaiá.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do córrego Indaiá localiza-se no Estado de Mato Grosso do Sul, na região sudoeste do município de Aquidauana, entre as latitudes 20°09'00" S e 20°16'00" S e longitudes 55° 29'30" W e 55° 39' 00" W, cuja área é de aproximadamente 94,6467 km² (Figura 1). O córrego Indaiá está inserido no bioma Cerrado e na Bacia do Alto Rio Paraguai (BAP), é afluente do rio Taboco, que por consequência adentra a Planície Pantaneira.

O cerrado é caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos, um clima predominantemente como Aw de Köppen (tropical chuvoso). A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres.

Historicamente a região foi ocupada predominantemente por pecuária extensiva, atualmente o uso e ocupação do solo no córrego Indaiá têm passado por uma expressiva transformação em função da instalação do primeiro complexo de assentamento rural do município de Aquidauana- MS. Em 15 de dezembro de 2009, o INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) realizou o lançamento simultâneo dos quatro primeiros projetos de

reforma agrária em Aquidauana- MS. Ao todo, são 252 famílias beneficiadas pelo complexo de 6,4 mil hectares formado pelos assentamentos Indaiá I, II, III e IV (INCRA, 2009).

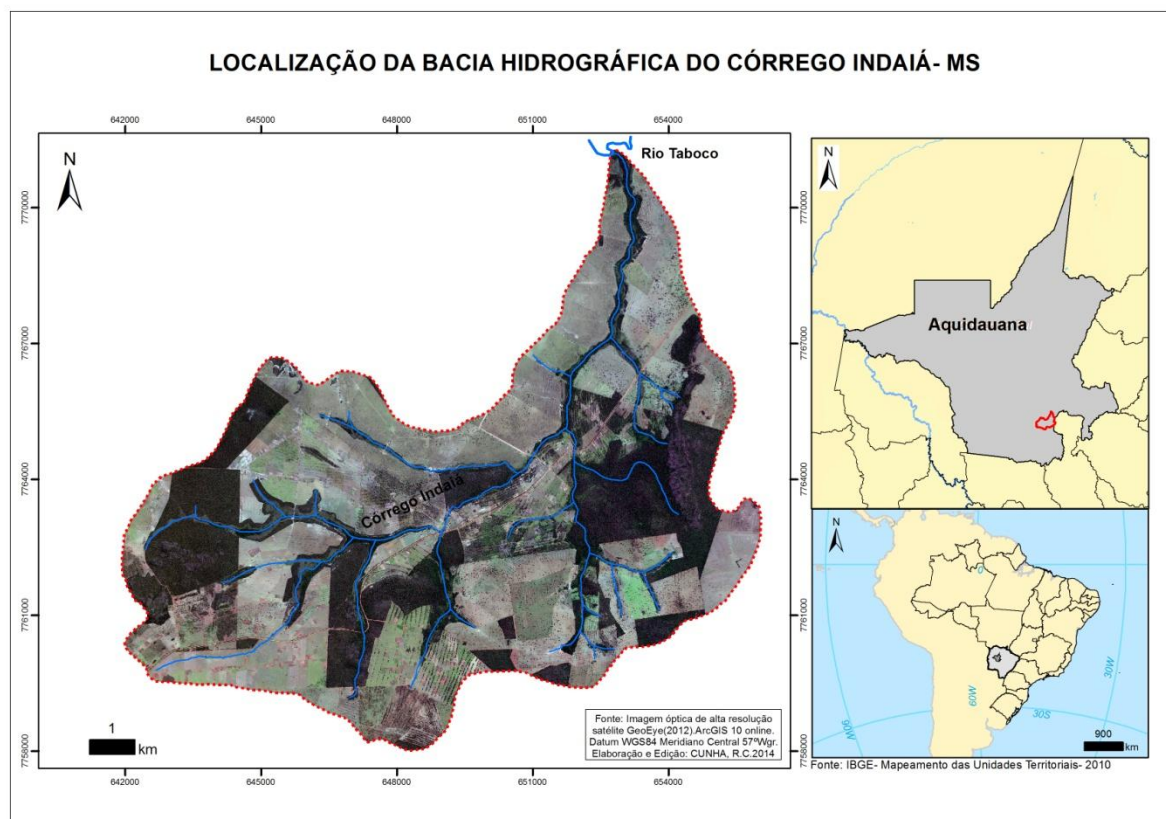


Figura 1. Localização da área de estudo.

2.2 Procedimentos metodológicos

O mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal foi elaborado segundo o método de interpretação visual de imagens de alta resolução espacial, conforme procedimentos metodológicos descritos por Jensen (2009), Novo (2010), Moreira (2011) e Cunha et al., (2012). Os procedimentos consistiram em 5 etapas: 1ª captura das imagens ópticas de alta resolução (satélite *GeoEye*, agosto de 2012) no *ArcGIS 10® Online*, foram necessárias 119 cenas com resolução espacial de 0,63m, salvas no formato *GeoTIFF*, na escala de 1:5.000; 2ª Mosaico das cenas no *Global Mapper 13.2®*; 3ª Elaboração da chave de interpretação (Quadro 1), 4ª Análise, interpretação, vetorização e identificação das classes de uso e cobertura vegetal em ambiente *ArcGIS 10*.

A vetorização, diferenciação dos objetos e a extração das informações foram realizadas por meio da utilização de métodos que se apoiaram no processo de extração de informações pelo método da interpretação visual utilizando como base a chave de interpretação.

5ª A validação do mapeamento foi realizada através de trabalho de campo (verdade terrestre) por meio da observação local com registro fotográfico do uso e cobertura da terra e registro das coordenadas via sistema global de navegação por satélite modelo *Mobile Mapper 120* (resolução horizontal de aproximadamente 1 metro).

Os procedimentos operacionais para a confecção dos mapas foram realizados em ambiente *ArcGis 10®*. O mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal foi elaborado na escala de 1:5.000 e publicado na escala 1:55.000.

A espacialização da legislação ambiental foi elaborada com base no Código Florestal Brasileiro lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. As áreas de APPs (Áreas de Preservação Permanentes) foram delimitadas a partir de uma ferramenta de operação de criação de um *buffer* ou distância, que gera a partir da entrada de um vetor (linha, ponto ou polígono) uma

zona de influência em torno das geometrias dos elementos vetoriais de um *layer* de entrada, no caso representado pelas drenagens (linhas) e nascentes (pontos).

A bacia hidrográfica do córrego Indaiá apresenta uma rede de drenagem com largura inferior a 10 metros, sendo assim a faixa de APP ao longo do canal apresenta largura de 30 metros a partir da borda da calha do leito. Identificou-se 24 nascentes, a partir dos pontos foram gerados raios de 50 metros referentes à faixa de proteção. Os vetores das Áreas de Reserva Legal e Áreas de Reserva Remanescentes (Remanescentes Florestais) foram extraídas da Planta Geral do Projeto de Assentamentos Indaiá (INCRA, 2009), que inicialmente estavam em formato (.DWG), posteriormente foram convertidas para o formato *Shape* (.SHP).

3. Resultados e Discussão

O mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal (Figura 2) foi dividido em 19 classes. A Tabela 1 apresenta as classes mapeadas e quantificação de área total e em conflito com a legislação ambiental.

Tabela 1. Classes de uso da terra e quantificação em hectares em áreas de conflito com a legislação ambiental.

Uso da terra e cobertura vegetal	Área total (ha)	%	Áreas de conflito (ha)	%
Uso terra (antrópico)				
Pastagem com terraço	2.832,6568	29,918	22,8224	5.822
Pasto sujo (degradado)	2.687,8503	28,388	14,7546	3.764
Solo exposto (estradas e outras áreas)	71,1129	0,751	1,4152	0.361
Solo exposto (áreas agrícolas)	240,0032	2,535	0,1912	0.050
Processos erosivos	9,3057	0,098	9,1440	2.333
Corpos d'água	3,5529	0,038	2,0361	0.519
Agricultura de subsistência	10,2151	0,108		
Silvicultura	2,9115	0,031		
Área construída	1,9394	0,020		
Área queimada	10,0871	0,107		
Vegetação Nativa em áreas de APP				
Cerradão	553,0154	5,841	2,4005	0.612
Mata ciliar	415,3118	4,387	69,1235	17.634
Mata galeria	26,4187	0,279	7,4541	1.902
Cerrado sentido restrito (<i>stricto sensu</i>)	182,5476	1,928	0,0112	0.003
Floresta estacional semi-decidual	917,7753	9,694	49,0173	12.505
Floresta estacional decidual	510,0277	5,387	3,0774	0.785
Veredas	361,1395	3,814	152,4970	38.904
Campos gramíneos úmidos	222,1097	2,346	55,0457	14.043
Vegetação secundária	409,9316	4,330	2,9919	0.763
Total	9467,9122	100	391,9821	100

A partir dos resultados da interpretação visual e quantificação das classes mapeadas identificou o predomínio de pastagem em 58,251% da área total da bacia, dos quais 22,8224 hectares (5,8%) de pastagem com terraço e 14,7546 hectares (3,7%) de pasto sujo estão em conflito com Áreas de Preservação Permanente (APP).

A classe pastagem com terraço (29,918 %) encontra-se distribuída desde as nascentes do córrego Água Limpa e Cabeceira Comprida (assentamentos Indaiá I e II) até próximo à foz do córrego Indaiá com o rio Taboco, onde se localiza a fazenda Rancho Grande propriedade que tem como atividade econômica a pecuária.

A prática do terraço foi implementada pelo proprietário da antiga fazenda Indaiá (área onde se localiza atualmente o complexo de assentamento) como medida mitigadora com objetivo de reduzir a velocidade do escoamento superficial e facilitar na infiltração das águas pluviais, na busca de diminuir o avanço dos processos erosivos principalmente no córrego Água limpa, outra medida foi à construção de cercas ao longo das APP para evitar o pisoteio do gado nessas áreas.

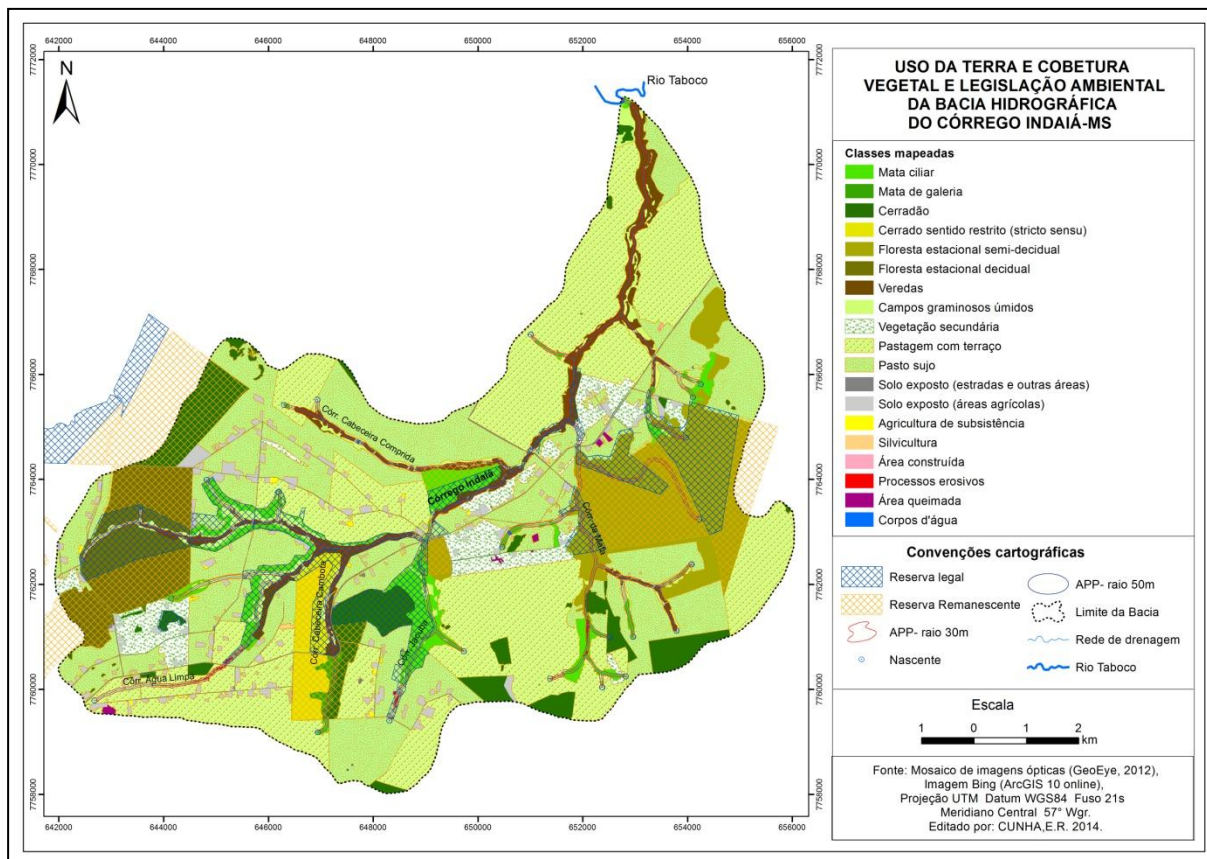


Figura 2. Mapa uso da terra e cobertura vegetal e legislação ambiental.

A introdução da pastagem ao longo das margens do córrego Água Limpa (Figura 3a facilitou a contaminação por sedimento e assoreamento canal (Figura 3b), visto que fisicamente (geologia, relevo, solo) a região é naturalmente susceptível à erosão. Áreas que deveriam ser ocupadas por formações vegetais nativas, que segundo o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) é associada como Área de Preservação Permanente (APP) esta atua como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e desenvolvendo condições propícias à infiltração (KAGEYAMA, 1986; LIMA, 1989).



Figura 3. (a) Introdução da pastagem nas margens do córrego Água Limpa (b) Processos erosivos no canal.

Fato preocupante é que o avanço da pastagem e a ocorrência de processos erosivos (9,1440 hectares) não se limitam apenas no córrego Água Limpa, encontra presente nas margens e nascentes do córrego Indaiá e seus afluentes (Cabeceira Comprida, córrego Jacuba e córrego da Mata).

A classe de solo exposto (áreas agrícolas) localiza-se na margem esquerda do córrego Água Limpa. Nota-se que na criação do complexo de assentamento, ocorreu um na distribuição dos lotes, uma vez que foi identificado através da interpretação visual de imagem de satélite de alta resolução que a nascente do córrego Água Limpa localiza-se a aproximadamente 1 km à montante da área onde possivelmente foi definida como nascente (área represada).

Essa área de conflito ocorre devido à ação antrópica remanescente da antiga fazenda Indaiá, caracterizada pela retirada da cobertura vegetal do entorno da nascente para a introdução de pastagem, compactação do solo (pisoteio do gado) e a construção uma represa ao longo do córrego Água Limpa, que vem refletindo diretamente no recuo da nascente.

As áreas de vegetações nativas estão relacionadas às formações fitofisionômicas do bioma Cerrado caracterizadas por cerradão, mata ciliar, mata de galeria, cerrado sentido restrito (*stricto sensu*), floresta estacional semi-decidual, floresta estacional decidual, veredas, campos gramíneos úmidos.

As formações do tipo cerradão, cerrado sentido restrito, floresta estacional semi-decidual e floresta estacional decidual compreendem aproximadamente 22,85% da área total da bacia, e encontram-se nas áreas definidas segundo o INCRA (2009) como de reserva legal e reserva remanescente, situadas de leste a oeste da bacia. O relevo dessas áreas varia de ondulado (colinas convexas com declividades até 20%) à fortemente ondulado caracterizado pela presença de morro e morrote (CUNHA et al., 2013).

A cobertura vegetal dessas áreas tem uma importante função de estabilização dessas vertentes. De acordo com Bertoni e Lombardi (2008) a cobertura vegetal contribui como a defesa de um terreno contra a erosão, tal efeito da cobertura vegetal pode ser assim enumerado: 1) proteção direta contra o impacto das gotas das chuvas, 2) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo, 3) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água, 4) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim a sua capacidade de retenção de água, 5) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

As fitofisionomias como mata de galeria, mata ciliar, veredas e campos gramíneos úmidos (formação campestre) predominam no entorno das nascentes e ao longo das margens do córrego Indaiá e seus tributários, áreas que são definidas segundo código florestal brasileiro (lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012) como áreas de preservação permanente (APP).



Figura 4. a) Pisoteio do gado nas áreas de vereda. b) Construção de estradas ao longo das veredas.

Dentre toda essa formação citada acima, a vereda é a que mais sofre com a ação antrópica. A utilização de práticas pastoris inadequadas (Figura 4a), construção de estradas (Figura 4b), e pequenas represas, têm favorecido a descaracterização dessas áreas. Para Guimarães (2001) o simples pisoteio do gado pode causar processos erosivos e compactação

do solo que afetam a taxa de infiltração de água que vai alimentar os aquíferos subterrâneos (MEIRELLES, et al., 2004).

Segundo Araujo et al., (2002) as veredas, que também são APPs, devem ser consideradas um complexo vegetacional devido suas características peculiares (circundadas por campos típico, geralmente úmidos, agrupamentos mais ou menos denso de espécies arbustivo-herbáceas e buritis não formam dossel como ocorre no buritizal). Essas áreas exercem um papel fundamental no sistema hidrológico, na manutenção da fauna do Cerrado, funcionando como local de pouso para avifauna, atuando como refúgio, abrigo, fonte de alimento e local de reprodução também para a fauna terrestre e aquática (BRANDÃO et al., 1991; CARVALHO, 1991).

4. Conclusões

A partir do mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal e espacialização das áreas de proteção verificou-se que as disposições definidas pelo novo Código Florestal Brasileiro não estão sendo cumpridas, haja vista que as essas áreas restritas a uso e ocupação estão sendo modificadas decorrentes de ações antrópicas, tais como: retirada da vegetação nativa das margens e nascentes do córrego Indaiá e seus tributários, represamento e captação de água do córrego Água Limpa, áreas de veredas desprotegidas e utilizadas para dessedentação do gado.

A utilização de SIG e técnicas de geoprocessamento no mapeamento da legislação ambiental e uso da terra atenderam com eficiência os objetivos do trabalho.

O uso das geotecnologias apresentou como uma poderosa ferramenta na análise dos conflitos de uso da terra com as áreas protegidas pela legislação ambiental, devido à rapidez na manipulação, análise e modelagem dos dados espacial e geração de informações fidedignas que servem de subsídio para um planejamento ambiental adequado e uso e ocupação do solo ordenado.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, projeto nº 400691/2011-6.

Referências Bibliográficas

- Araújo, G. M.; Barbosa, A. A. A.; Arantes, A. A.; AMARAL, A. F. Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.4,p.475-493, 2002
- Brandão, M.; Carvalho, P. G.S.;
- Barbosa, E. H.; Silva, L. F.; Cunha, E. R.; Bacani, V. M.; Oliveira, T. C. M. B.; Sakamoto, A. Y.; Pereira, Z. V. Caracterização da fragilidade potencial da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal das Nascentes do Rio Apa: uma adaptação metodológica **In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 16. 2012. Foz do Iguaçu, Brasil.
- Barros, K. O. et. al. Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, caderno I, p. 43-54, ago. 2013.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. **Conservação do Solo**. São Paulo. Ícone. P.355.2008.
- Bolfe, E. L.; Bolfe, A. P. F.; Siqueira, E. R. Dinâmica do uso e ocupação do solo: subsídio à recuperação de áreas degradadas em Japarutuba, SE. **Geomática**, v. 2, n. 2, p. 13-29, 2008
- Brasil, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1982. Folha SE. 21. Campo Grande.
- Brasil. **Código Florestal Brasileiro**. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, Diário Oficial da União, 2012.
- Brasil. **Plano de conservação da bacia do alto Paraguai: Análise Integrada e Prognóstico da Bacia do Alto Paraguai**. Brasília: PNMA, 1997.
- Carvalho, P. G. S. As veredas e sua importância no município dos cerrados. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 54-56, 1991.
- Catelani, C. de S.; Batista, G. T. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente do município de Santo Antonio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. **Revista Ambi-Água**, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007.
- Cavallari, R. L.; Tamae, R. Y.; Rosa, A. J. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, ano 6, n. 11, jun. 2007.
- Coutinho, L. M. et al. Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo- ES. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 425-434, 2013.

- Cunha, E. R.; Silva, L. F.; Ayach, L. R.; Bacani, V. M. Imagens de Alta Resolução do Google Earth como Base para o Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Indaiá- MS. **Revista Pantaneira**, v. 14, p. 60-68, 2012.
- Cunha, e. R. da ;Bacani, v. M.; Facincani, e. M.; Sakamoto, a. Y. ; Luchiari, a. Remote sensing and gis applied to geomorphological mapping of the watershed stream Indaia, MS, Brazil. **In: 8th IAG International Conference on Geomorphology**, 2013, Paris-France. 8th IAG International Conference on Geomorphology, 2013.
- Eugenio, F. C.; Santos, A. R.; Louzada, F. L. R. O.; Pimentel, L. B.; Moulin, J. V. Identificação de áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne** 17(4): 563-571. 2011.
- Guimarães, A. J. M. **Características do solo e comunidade vegetal em área natural e antropizada de uma vereda na região de Uberlândia, MG**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais do Solo)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Hott, M.C.; Guimarães, M.; Miranda, E. E. **Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélites; 2004.
- Incra, **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária**. Disponível em <<http://www.incra.gov.br/index.php/noticias-sala-de-imprensa/noticias/9946-incra-lanca-complexo-de-assentamentos-em-aquidauana>> Acesso, 29, julho, 2014.
- Jensen, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução da 2ed. por (pesquisadores do INPE): José Carlos N. Epiphany (coordenador); Antonio R. Formaggio; Athos R. Santos; Bernardo F. T. Rudorff; Cláudia M. Almeida; Lênio S. Galvão. São José dos Campos: Parêntese. 2009. 672p.
- Kageyama, P.Y. **Estudo para implantação de matas de galeria na bacia hidrográfica do Passa Cindo visando a utilização para abastecimento público**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1986.236. Relatório de Pesquisa.
- Lima, W. P. Função da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1.,1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1989. P.25-42.
- Louzada, F. L. R. O.; Santos, a. R.; Sattler, M. A. Análise das áreas de preservação permanentes da bacia hidrográfica do ribeirão Estrela do Norte, ES. **Revista de Biologia e Saúde**, 3(2): 128-141. 2009.
- Medeiros, R. Evolução das tipologias e categorias de Áreas Protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, n. 1, jan./jun., 2006, p. 41-64.
- Medeiros, R.; Young, C. E. F. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: **Relatório Final**. Brasília: UNEP-WCMC, 120 p. 2011.
- Meirelles, M. L.; Guimarães, A. J. M.; Oliveira, R. C. de; Araújo, G.M. de; Ribeiro, J. F. Impactos sobre o estrato herbáceo de áreas úmidas do Cerrado. In: Aguiar, L. M. de S.; Camargo, A. J. A. de (ed). Cerrado: ecologia e caracterização. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.p. 41-68.
- Moreira, A. M. Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitch map e do TM/Landsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras – nova abordagem metodológica In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011. Curitiba. **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2011.p. 481- 488.
- Nascimento, M.; C, Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Silva, e. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, 15(2): 207-220. 2005
- Novo, E. L. de M. **Sensoriamento Remoto**. Princípios e Aplicações. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2010.
- Pinto, L. V. A.; Ferreira, E.; Botelho, A. S.; Davide, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão santa cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne** 11(1): 49-60. 2005.
- Reis, A. A. et al. Land use and occupation analysis of Permanent Preservation Areas in Lavras County, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, mai./jun. 2012.
- Ribeiro, C. A. A. S.; Soares, V. P.; Oliveira, M. A. S.; Gleriani, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**; 29(2): 203-212. 2005.
- Vieira, M. V.; Peluzio, T. M. O.; Saito, N. S.; Souza, S. M.; Louzada, F. L. R. O.; Santos, A. R. Delimitação das áreas de preservação permanente do terço superior de topo de morro, para as microrregiões sudoeste serrana, litoral norte e extremo norte do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 6(2): 142-151. 2011.