



USO DO SOLO NA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DA PRATA, LENÇÓIS PAULISTA - SP

Victor Costa LEDA*, Donizeti Aparecido Pastori NICOLETE, José Carlos PEZZONI FILHO,
Anderson Antônio da Conceição SARTORI, Célia Regina Lopes ZIMBACK

¹Departamento de Solos e Recursos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

*E-mail: victorleda@gmail.com

Recebido em maio/2014; Aceito em setembro/2014.

RESUMO: O uso e cobertura do solo possui influência na quantidade e qualidade da água em bacias hidrográficas, com isso as técnicas de geoprocessamento possibilitam analisar os padrões de ocupação do solo. Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo identificar e quantificar os processos de mudanças no uso e ocupação do solo por meio de análise temporal, nos anos de 1984 e 2014. A área de estudo compreende a sub-bacia do Ribeirão da Prata, que está localizada no município de Lençóis Paulista, estado de São Paulo, para o mapeamento do uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. As análises de mudanças foram realizadas através do módulo Land Change Modeler - LCM, o qual possibilitou obter relações de ganho, perda e persistência da vegetação nativa. Os resultados obtidos mostraram que houve um incremento na área de vegetação nativa, e também o predomínio da cana-de-açúcar para o período analisado, indicando que apesar das atividades agrícolas serem intensas na região, houve uma melhora em termos de conservação ambiental na sub-bacia estudada.

Palavra-chave: Sensoriamento remoto, vegetação nativa, dinâmica espaço-temporal.

LAND USE IN SUBBASIN OF RIBEIRÃO DA PRATA, LENÇÓIS PAULISTA - SP

ABSTRACT: *The use and coating of soil influence the quantity and quality of water in watersheds. For this reason, the geo processing techniques allow analyses of soil occupation patterns to be made. This paper aims to identify and quantify, through temporal analysis, the change processes of soil use and occupation in the years of 1984 and 2014. The area of study comprises the subbasin of Ribeirão da Prata, which is located in Lençóis Paulista city, in São Paulo state. For mapping the soil's use and occupation, orbital images were utilized from the satellites Landsat 5 and Landsat 8. The change analyses were conducted through the "Land Change Modeler" module (LCM), which made it possible to obtain relationships of gain, loss and constancy of the native vegetation. The results show that there has been an increase on the area of native vegetation, as well as a predominance of sugar cane for the analyzed period. This suggests that despite the agricultural activities in the area, there has been an improvement in terms of environmental conservation in the referred subbasin.*

Keywords: *Remote sensing, native vegetation, spatial-temporal dynamic.*

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a mudança da cobertura vegetal e o uso do solo vem crescendo rapidamente, pois, como esses dois fatores estão sendo manipulados influenciam muito o modo de vida humano. A disponibilidade de água de uma bacia hidrográfica é fortemente influenciada pelo uso e manejo do solo, onde a quantidade e qualidade da água pode ser modificado pela presença ou não da cobertura florestal (TUCCI; CLARKE, 1997).

Para obtenção e análise da caracterização dos padrões de mudanças de uso e cobertura de solo, mostra-se importante conectar dados advindos de imagens obtidas por sensores remotos (BRANNSTROM et al., 2008). Esta tecnologia permite realizar medições da vegetação e cultivos e os dados provenientes de diferentes sensores (orbitais e aerotransportados) encontram-se disponíveis para pesquisas (SARTORI et al., 2013).

As técnicas de geoprocessamento, com destaque para os sistemas de informações geográficas (SIGs),

possibilitam o tratamento dos dados oriundos do sensoriamento remoto, permitindo a obtenção de mapas contendo padrões de uso e ocupação do solo e suas mudanças ao longo do tempo (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Diversos trabalhos foram realizados visando a análise do uso e cobertura do solo em bacias hidrográficas com uso do geoprocessamento (SARTORI et al., 2013; MOURA et al., 2011; BATISTELLA et al., 2009; PEDRON et al., 2006; FIORIO et al., 2000).

Jorge; Sartori, (2002), por meio de produtos de sensoriamento remoto, avaliaram a dinâmica da cobertura florestal em uma região de Cuesta e reverificaram o aumento nas áreas ocupadas por floresta, principalmente nas áreas com declividade acentuada e solos mais arenosos, como os Neossolos Quartzarênicos.

Pessoa et al. (2013) utilizaram imagens Landsat para avaliação multitemporal do uso do solo na região do Pantanal Mato-Grossense e verificaram redução da

vegetação nativa devido à expansão das atividades agropecuárias. Os mesmos autores concluíram que as imagens utilizadas são adequadas para a atividade proposta e possibilitam a identificação de diferentes classes de uso do solo.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo identificar e quantificar os processos de mudanças no uso e ocupação do solo por meio de análise temporal, nos anos de 1984 e 2014.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A sub-bacia do Ribeirão da Prata está localizada no município de Lençóis Paulista, estado de São Paulo, tendo o Rio Lençóis como seu principal curso d'água, sendo o manancial de abastecimento para uma população de aproximadamente 61428 habitantes. A sub-bacia do Ribeirão da Prata está situada entre as coordenadas de latitudes $22^{\circ}35'46,54''S$ e $22^{\circ}45'0,48''S$ e longitudes $48^{\circ}53'42,29''O$ e $48^{\circ}46'29,51''O$, conforme Figura 1.

Possui área total de 6400 hectares, sendo o ponto mais baixo a foz com o Rio Lençóis, compreendendo altitude de 525 m e o ponto mais alto está a 675 m de altitude, definindo assim um desnível aproximado de 150 m. O curso principal tem o comprimento da nascente até sua foz de 18,70 km e a soma total dos cursos d'água é de

72,63 km e o solo predominante na bacia é o Latossolo Vermelho Eutro/Distroférico.

O clima local, de acordo com a classificação de Köppen, é Aw, denominado clima tropical com estação seca, com temperaturas médias mínimas de $15,4^{\circ}C$ e máximas de $28,3^{\circ}C$ e pluviosidade média anual de 1313,9 mm (CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS APLICADAS A AGRICULTURA – CEPAGRI, 2014).

2.2. Uso e ocupação do solo

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, com datas de passagem de 10/01/1984 e 21/01/2014, respectivamente. Ambas foram adquiridas no portal GLOVIS: The USGS Global Visualization Viewer, onde as imagens foram localizadas tomando como referência a órbita 221 e ponto 076. Com relação ao Landsat 5, foram adquiridas as imagens correspondentes as bandas 3, 4 e 5 do sensor Thematic Mapper – TM, estas correspondem as faixas espectrais do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente. Já para o Landsat 8, as bandas correspondentes às mesmas faixas espectrais citadas anteriormente são a 4, 5 e 6, respectivamente, obtidas do sensor Operational Land Imager - OLI.

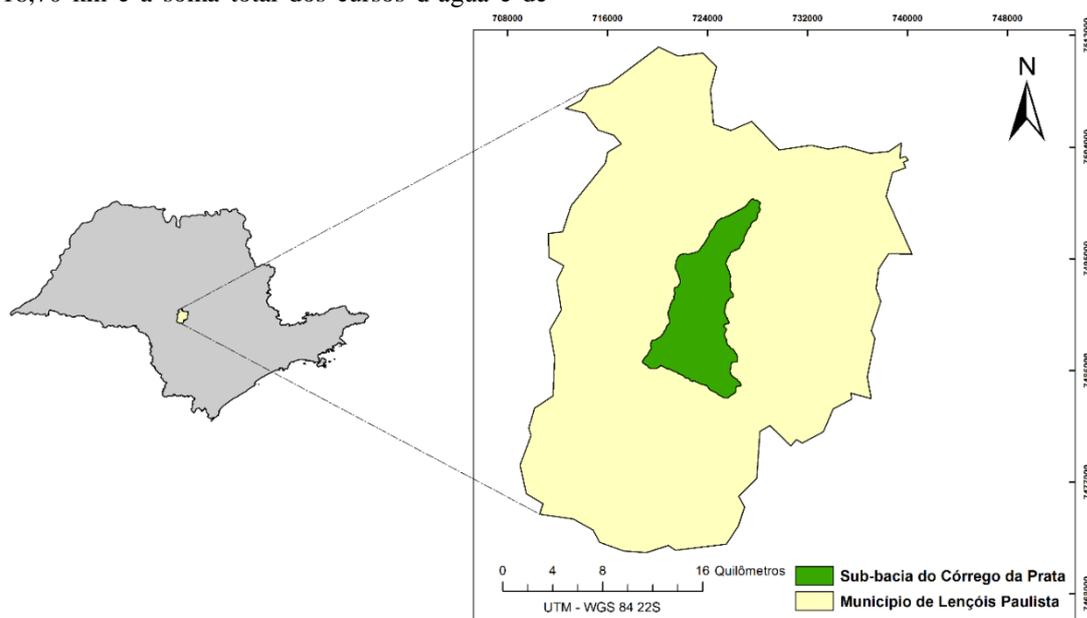


Figura 1. Localização da área de estudo.

O principal critério utilizado para a seleção das imagens foi a cobertura de nuvens, uma vez que a presença destas comprometem a identificação dos alvos na superfície. Ambas as imagens são do mês de janeiro, que corresponde ao período chuvoso, com isso a vegetação tende a apresentar maior vigor, sendo mais fácil a sua identificação. De posse das bandas de cada satélite, as mesmas foram inseridas no programa ArcGIS 10.2.1 e passaram por um processo de composição, resultando em imagens falsa cor RGB, sendo R5G4B3 para o Landsat 5 e R6G5B4 para o Landsat 8. Essa composição evidencia a vegetação em tons de verde, solo exposto e área urbana em tons de vermelho, facilitando a interpretação das imagens. Após a obtenção das composições, realizou-se o georreferenciamento das mesmas, relacionado às

coordenadas da imagem com as coordenadas do sistema de referência em uso, neste estudo, o Datum Horizontal WGS - 84 e o sistema de coordenadas métricas Universal Transverse Mercator (UTM). Adotou-se, para o processo de georreferenciamento os pontos de controle obtidos de uma imagem do satélite Landsat 5, de mesma localização já georreferenciada, disponível no portal landsat.org.

Para a identificação de cada classe de uso do solo, foram utilizadas técnicas de fotointerpretação, estas consistem em identificar nas imagens padrões: formas geométricas, rugosidade da superfície, tom de cor, posição na imagem e sombra, que possibilitam a diferenciação de cada classe de uso (LOCH, 2001). Em seguida cada uso identificado foi vetorizado, ou seja, construído um polígono sobre a imagem, caracterizando o

método de classificação em tela. Após esse processo obteve-se os mapas temáticos e uso do solo de 1984 e 2014. Os mapas gerados em formato vetorial foram importados para o programa Idrisi Selva, e para as análises posteriores foi preciso realizar a conversão de vetor para raster, e através do módulo Land Change Modeler - LCM, pode-se obter as relações de ganho, perda e persistência da vegetação nativa entre as épocas estudadas, mapas do uso e ocupação do solo no período considerado e também o mapa de transição entre a vegetação nativa e outras classes, que permitiu identificar as mudanças no uso e ocupação do solo, com ênfase na quantidade e distribuição espacial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas temáticos de uso e ocupação do solo, foram utilizados para comparar as mudanças ocorridas entre os anos de 1984 e 2014 na sub-bacia do Ribeirão da Prata (Figura 2). Em ambos os períodos, foram identificados como classes de uso: área urbana, cana de açúcar, vegetação nativa, corpos d'água, pastagem e silvicultura.

Conforme apresentado na Tabela 1, no período de trinta anos houve um declínio de áreas com pastagem, silvicultura e corpos d'água. A área composta por cana de açúcar em 1984 foi de 4178,49 ha, passando para 4407,53 ha em 2014, representando um aumento de 229,04 ha. Houve um acréscimo da área urbana de 312,31 ha, onde em 1984 ocupava 236,63 ha e em 2014 essa área passou para 548,94 ha e observa-se também um ganho significativo nas áreas de vegetação nativa. Em contrapartida, as áreas com pastagem perderam 439,53 ha e as áreas destinadas a silvicultura perderam 443,86 ha, fazendo com que essas classes passassem a ser pouco significativas em termos de área ocupada no ano de 2014.

O predomínio da cana-de-açúcar nas duas datas analisadas bem como sua expansão sobre outros usos do solo no período analisado condiz com o observado pelo projeto LUPA (Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo) e evidencia a cultura canavieira como a prática agrícola predominante no município de Lençóis Paulista e região.

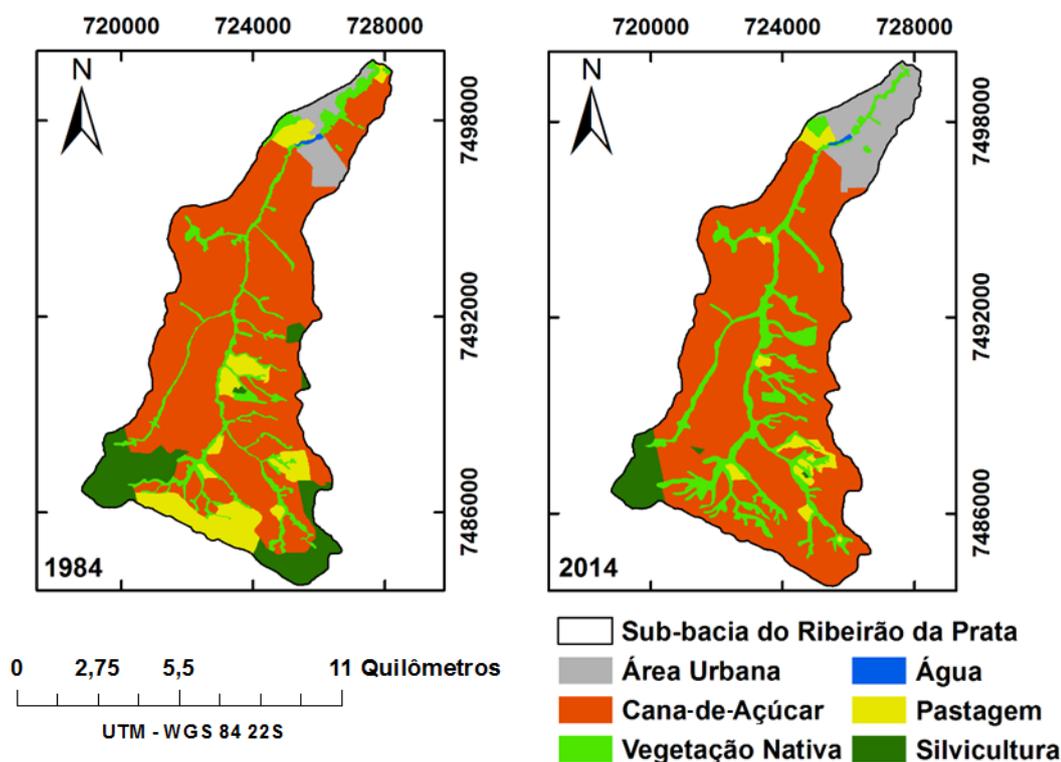


Figura 2. Uso e ocupação do solo nos anos de 1984 e 2014 da Sub-bacia.

Tabela 1. Uso e ocupação do solo na sub-bacia do Ribeirão da Prata.

Classes de uso	1984		2014	
	Área (ha)	% Total	Área (ha)	% Total
Área Urbana	236,63	3,70	548,94	8,57
Cana de Açúcar	4178,49	65,29	4407,53	68,81
Vegetação Nativa	678,15	10,60	1028,24	16,05
Corpos d'água	9,81	0,15	7,19	0,11
Pastagem	612,12	9,57	172,59	2,69
Silvicultura	684,35	10,69	240,49	3,75

A cultura da cana-de-açúcar, por ser altamente exigente quanto ao uso de agrotóxicos e fertilizantes, deve receber atenção especial para o fato de comprometimento dos recursos hídricos disponíveis na sub-bacia. O uso de agrotóxicos no meio rural possui alto potencial de

contaminação, tanto de águas subterrâneas como de águas superficiais, onde a lixiviação e o carreamento superficial podem comprometer drasticamente os corpos d'água (GOMES et al., 2002). Os mesmos autores destacam ainda a necessidade de atenção quanto ao uso de

fertilizantes nitrogenados devido ao fato destes poderem gerar compostos nocivos ao meio ambiente.

Ainda de acordo com a Tabela 1, houve um balanço positivo na área de vegetação nativa no período de 30 anos, representando um acréscimo de 350,09 ha, com uma variação percentual de 10,60 % para 16,05 % em relação à área total da sub-bacia, indicando a prática de reflorestamentos e/ou ocorrência de regeneração natural, principalmente sobre áreas antes ocupadas por cana de açúcar e pastagem.

O aumento da vegetação nativa pode estar condicionado ao estabelecimento da legislação florestal, onde de acordo com a lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012 deve-se manter uma faixa de vegetação nativa protegida ao longo dos cursos d'água e ao redor de nascentes, sendo que a metragem estabelecida para essas áreas são de 30 m de cada lado das margens do rio e 50m de raio em relação às nascentes. Com o uso do módulo Land Change Modeler foi possível uma análise detalhada da dinâmica do uso e ocupação do solo, com foco nas áreas de vegetação nativa, uma vez que a presença desta contribui para a manutenção de serviços ecossistêmicos na bacia hidrográfica.

Observa-se na Figura 3 um aumento na área de vegetação nativa, principalmente na região das nascentes e ao redor da rede de drenagem. De acordo com Lima; Zakia, (2000), a presença dessa vegetação condiciona melhorias na preservação da sub-bacia, o que favorece muitas funções ecológicas para o equilíbrio ambiental, protegendo os solos do impacto de águas pluviais e escoamento de águas superficiais, evitando processos erosivos.

Arcova; Cicco (1999) compararam a qualidade da água de bacias florestadas com bacias onde as atividades agropecuárias eram predominantes, os resultados encontrados pelos autores mostraram que a presença da vegetação nativa colaborou para que a água apresentasse menor temperatura, menor turbidez e cor aparente. Os autores ainda destacam a presença de estradas rurais em bacias agrícolas como um importante fator na alteração da qualidade da água. Donadio et al, (2005) avaliaram a qualidade da água de nascentes com e sem a presença de remanescentes florestais e verificaram uma redução nas concentrações de nitrogênio total e fosforo na água, indicando a importância da vegetação ciliar como barreira à entrada de fertilizantes agrícolas nos corpos d'água.

Verifica-se a diminuição na vegetação nativa localizada próxima a foz, devido à expansão da área urbana, onde se encontra o município de Lençóis Paulista. A expansão urbana em bacias hidrográficas causa alterações significativas no regime hidrológico, pois com a retirada da vegetação e impermeabilização do solo, diminui-se os processos de interceptação e infiltração e por consequência ocorrem aumentos de escoamento superficial, o que contribui para aumentar a vazão na calha do rio, elevando as chances de inundações, principalmente em condições de chuvas intensas (FELIPPE et al., 2011).

Os valores de persistência, ganhos e perdas, de vegetação nativa para o período analisado, estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que houve uma persistência na vegetação nativa de 551,90 ha, um ganho de 476,34 ha e as perdas representaram 126,25 ha. Esses

valores ressaltam alterações positivas em termos de conservação, principalmente dos recursos hídricos, uma vez que a persistência e os ganhos, ocorreram próximos aos cursos d'água, sendo que os ganhos deram-se, principalmente, sobre os usos de pastagem e cana-de-açúcar. Já as perdas foram ocasionadas principalmente pela expansão urbana, sendo que as práticas agrícolas contribuíram de forma secundária nesse processo. Assim como constatou Barros et al. (2013) em seu estudo, onde as áreas produtivas tiveram comportamento inverso a vegetação nativa, indicando uma influência antrópica sobre a cobertura vegetal, coincidindo com o aumento de outras classes, principalmente a área urbana.

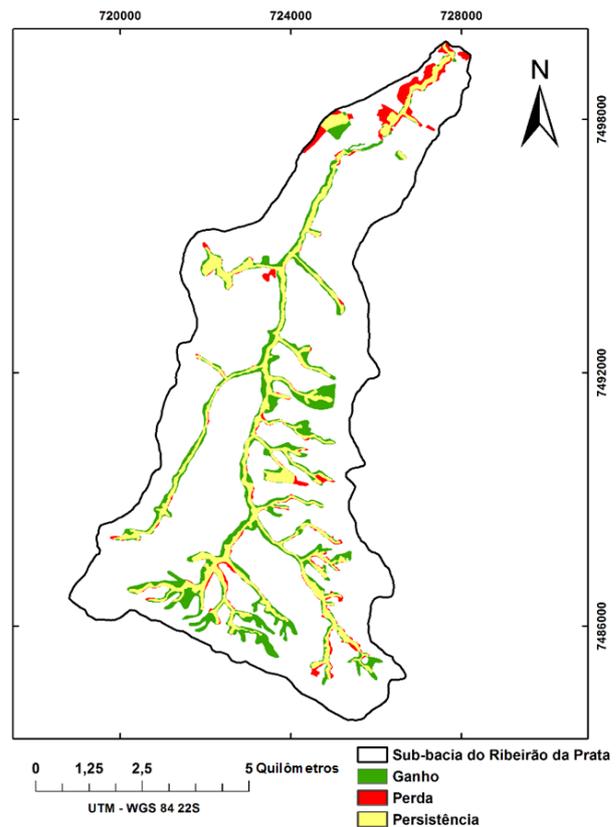


Figura 3. Evolução do ganho, perda e persistência da Mata Nativa.

Tabela 2. Evolução da área composta por vegetação nativa entre 1984 e 2014

Mata Nativa	Área (ha)
Persistência	551,90
Ganho	476,34
Perda	126,25

4. CONCLUSÕES

A cana-de-açúcar manteve-se como principal atividade agrícola, englobando áreas de outras culturas no período analisado. Ocorreram perdas significativas em classes de uso do solo como pastagem e silvicultura.

A expansão da área urbana foi o principal vetor de redução de área de vegetação nativa; De maneira geral, houve um acréscimo na vegetação nativa junto aos cursos d'água e ao redor das nascentes, porém observou-se uma redução próxima à área urbana.

6. REFERÊNCIAS

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p.125-134, dez. 1999.
- 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. **Agrogeo ambiental**, Pouso Alegre, v.5, n.2, p.43-54, ago. 2013.
- BATISTELLA, M.; VALADARES, G. S. Farming expansion and land degradation in Western Bahia, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v.3, n.9, p.61-76, set. 2009.
- BRANNSTROM, C. et al. Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986-2002: Comparative analysis and implications for land-use policy. **Land Use Policy**, Kidlington, v.4, n.25, p.576-595, out. 2008.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de informações geográficas: Aplicações na agricultura**. 2.ed. Brasília: Serviços de Produção de Informação - SPI, 1998. Cap. 1. p. 3-12.
- CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS APLICADAS A AGRICULTURA (CEPAGRI). **Clima dos Municípios Paulistas**. Campinas: Unicamp, 2013.
- DONADIO, N. M. M. et al. qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia. Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.
- FELIPPE, M. F. et al. Evolução da ocupação urbana das zonas preferenciais de recarga de aquíferos de Belo Horizonte - MG. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v.2, n.1, p.1-9, jan. 2011.
- FIORIO, P. R. et al. Cronologia e impacto do uso da terra na Microbacia Hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.4, n.35, p.671-679, abr. 2000.
- GOMES, M. A. F. et al. Avaliação da vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas: subsídio à avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.12, n.1, p.169-179, 2002.
- JORGE, L. A. B.; SARTORI, M. S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na Fazenda Experimental Edgárdia, em Botucatu-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.582-592, set./out. 2002.
- LIMA, W. P. et al. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. 320p.
- LOCH, C. **A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2008. 103p.
- PEDRON, F. A. et al. Análise da dinâmica espacial da ocupação das terras e seus conflitos de uso no perímetro urbano de Santa Maria - RS (1975-2002). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1756-1764, dez. 2006.
- PESSOA, S. P. M. et al. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.1, p.119-128, jan./fev. 2013.
- SARTORI, A. A. C. et al. Modelagem da dinâmica do uso e ocupação do solo (1985-2011) na sub-bacia hidrográfica do Rio Novo - SP: Land Change Modeler-LCM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais...** São José dos Campos: SBSR, 2013. p.6.222-6.229.
- TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.135-152, jan./jun. 1997.