

**Influência do uso e ocupação do solo na qualidade de água para fins de irrigação no
Córrego do Ipê, noroeste do Estado de São Paulo**

Gilmar Oliveira Santos¹
Fernando Braz Tangerino Hernandez¹
Renato Alberto Momesso Franco¹
Diego Gonçalves Feitosa¹
Gustavo Cavalari Barbosa¹
Ronaldo Cintra Lima¹

¹Universidade Estadual Paulista - UNESP/Ilha Solteira
Caixa Postal 34 - 15.385-000 - Ilha Solteira - SP, Brasil
{gilmar_engambiental, bioramfranco, diegogfeitosa, rclima01}@yahoo.com.br
fbthtang@agr.feis.unesp.br
gu.cbarbosa@gmail.com

Abstract. Because of the constant changes in the use and management of the soil occurred in the last few decades, helped substantially the changes in quality and availability of water of the streams. So, this paper had as its main objective to determine the use and occupation and the influences on the water quality for means of irrigation in the watershed on the Córrego do Ipê, municipality of Ilha Solteira, northwest region of the state of São Paulo. Through analysis of satellite images from CEBRS 2B on September, 2008, in the false color composition (2 Blue, 3 Green, 4 Red) and with aid of the software Ilwis 3.7 were georeferenced four sampling points, done monthly. The analysis were done by the method of the Spectral Iron Colorimeter. The watershed presented more than 47,6% of its area occupied by sugar cane, followed by pasture (19,9%) and urban areas (8,1%) what characterized an area of relevance to environmental monitoring. On the four points analyzed the iron content was high because of the bad soil management, lack of woods and riparian woods and intensification of erosion and siltation processes. Therefore, through the determination of the use and occupation of the Córrego do Ipê watershed was possible to characterize and determine the class which occupied the higher use of the soil in the watershed and its influence on the quality and availability of water caused by the presence of total iron before the many uses of the soil inside of the studied area.

Palavras-chave: GIS, remote sensing, water resources, land use, environmental planning, geoprocessamento, sensoriamento remoto, recursos hídricos, uso do solo, planejamento ambiental.

1. Introdução

O desenvolvimento econômico tem sido caracterizado pelo constante uso dos recursos naturais sem a ausência de planejamento (VANZELA et al., 2010). Nas últimas décadas não somente a região noroeste paulista, mas, boa parte dos estados brasileiros mudou drasticamente as principais culturas agrícolas para dar lugar a produção de cana-de-açúcar, sendo que muitos municípios se aderiram ao novo sistema agrícola tomando o lugar de onde era composto por café, citrus, banana, milho, algodão, pecuária, entre outros (PINATTI, 2010).

No município de Ilha Solteira, especificamente na microbacia do Córrego do Ipê a mudança de cenário mais evidente foi de áreas de pastagens dando lugar a cultura da cana-de-açúcar. As constantes alterações ocorridas nos ecossistemas sem conhecimento prévio das conseqüências que podem ocorrer, gera uma série de danos que resultam na redução da quantidade e qualidade da água dos corpos hídricos.

Para Kira e Sazanami (1995) as alterações que ocorrem no meio ambiente provocado pelo crescimento urbano e populacional, podem afetar a quantidade e qualidade das características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água e o seu entorno. Segundo Franco (2008), a redução da qualidade e disponibilidade hídrica está relacionado a má conservação do solo e o uso irracional dos recursos naturais.

Diante de uma região onde a agricultura irrigada é uma realidade para atender a necessidade hídrica das mais diversas culturas, a má qualidade e redução da disponibilidade hídrica, pode comprometer o desenvolvimento regional.

Os fatores que mais influenciar na qualidade da água de uma microbacia dentre eles estão o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo de, o uso e o manejo do solo (DONADIO et al., 2005). A determinação do uso e ocupação de uma bacia hidrográfica permite a identificação dos diferentes usos do solo e favorece ao planejamento hidro-agrícola e ambiental da área.

Através das geotecnologias disponíveis é possível identificar e caracterizar uma determinada área de forma mais ágil, fácil e rápida (FITZ, 2008). As principais geotecnologias disponíveis para se determinar o uso e ocupação para o planejamento ambiental é o sensoriamento remoto com auxílio das ferramentas computacionais de geoprocessamento.

Em uma definição global, Colwell (1984) *apud* Jensen (2009), define sensoriamento remoto como a aquisição de dados sobre o objeto sem tocá-lo. Através do sensoriamento remoto, é possível identificar e caracterizar as áreas que favorecem a melhorias na qualidade e disponibilidade hídrica como a presença de mata ciliar e conservação do solo e em outro cenário a identificação de ausência de mata ciliar e pastagens degradadas, além da expansão das áreas urbanas, agricultáveis, áreas degradadas por queimadas, redução de áreas de matas, entre outros.

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar o uso e ocupação e as influências na qualidade de água para fins de irrigação na microbacia do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira, região noroeste do Estado de São Paulo.

2. Metodologia de Trabalho

Este trabalho foi realizado na microbacia do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira, região noroeste do Estado de São Paulo. Localizado na zona 22 K, com coordenadas 20°25'58'' S e 51°20'33'' O SAD/UTM 69 e altitude de 335 metros acima do nível do mar.

A população do município é de 25.144 habitantes e área de 659,4 Km² (IBGE, 2010). Segunda a classificação climática de Köppen, o clima é classificado como subtropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM et al., 2007).

De acordo Santos et al., (2009), a região noroeste paulista caracteriza-se com precipitação média de 1.111 mm/ano, porém, com má distribuição temporal, concentrando-se nos meses de novembro a março e apresenta deficiência hídrica no período de abril a novembro (490 mm).

O uso e ocupação foram determinados a partir de imagem de satélite disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) sendo imagem CBERS 2B, sensor HRC, órbita 160, ponto 123_2, com resolução espacial de 2,7 metros de 08 de setembro de 2008 em composição colorida (2B3G4R). O registro, a composição de cor e a determinação do uso e ocupação foi através do *software* de sensoriamento remoto e SIG, Ilwis 3.7 (*Integrated Land and Water Information System*), de origem holandesa.

O registro da imagem foi realizado a partir de polinômio de primeiro grau e interpolação por vizinho mais próximo, com base no mosaico de imagens ETM+/Landsat-7 obtidos da NASA (GeoCover). A composição de cor *Blue*, *Green* e *Red* (falsa cor) foi aplicada com a finalidade de favorecer a visualização do olho humano e interpretação da imagem nas bandas do espectro do infravermelho próximo e/ou médio, os quais não são perceptíveis ao olho nú.

A digitalização em tela para cada classe de uso e ocupação foi através de um segmento, posteriormente transformado em polígono onde se possibilita a obtenção da área específica. Através da segmentação multi temporal e interpretação dos alvos, se obtiveram a classificação e quantificação das classes de uso e ocupação.

A microbacia foi delimitada através de curvas em níveis espaçadas de dez metros. Considerou-se a foz da microbacia um ponto conhecido (20°26'54.8'' 51°28'40'') de uma dissertação de mestrado que realiza mensalmente análise quantitativo e qualitativo da área e as interferências do uso e ocupação. A malha hidrográfica foi determinada a partir da interpretação da imagem criando segmento no meio do manancial.

Foram determinadas onze classes de usos da terra, sendo elas: área urbana (município de Ilha Solteira), assentamento familiar (pequenos posseiros de terras), cana-de-açúcar (com auxílio dos mapas temáticos disponibilizados pelo CANASAT, 2010), culturas perenes (seringueira e laranja), horticulturas (aglomerado de pequenos agricultores), matas (fragmentos vegetais originais fora das áreas de preservação permanente e/ou da várzea), pastagens (áreas sem cobertura vegetal em diversos estados de degradação destinada a criação de gado), rodovias (principais vias de acesso que liga o município de Ilha Solteira aos demais), área rural (pequenos sítios próximo a área urbana), várzea (área úmida) e área de proteção permanente (vegetação marginal aos sistemas aquáticos considerando 30 metros para percurso do manancial de 50 metros para nascentes). A Figura 1 apresenta as formas de interpretação das imagens para cada classe de uso e ocupação do solo.

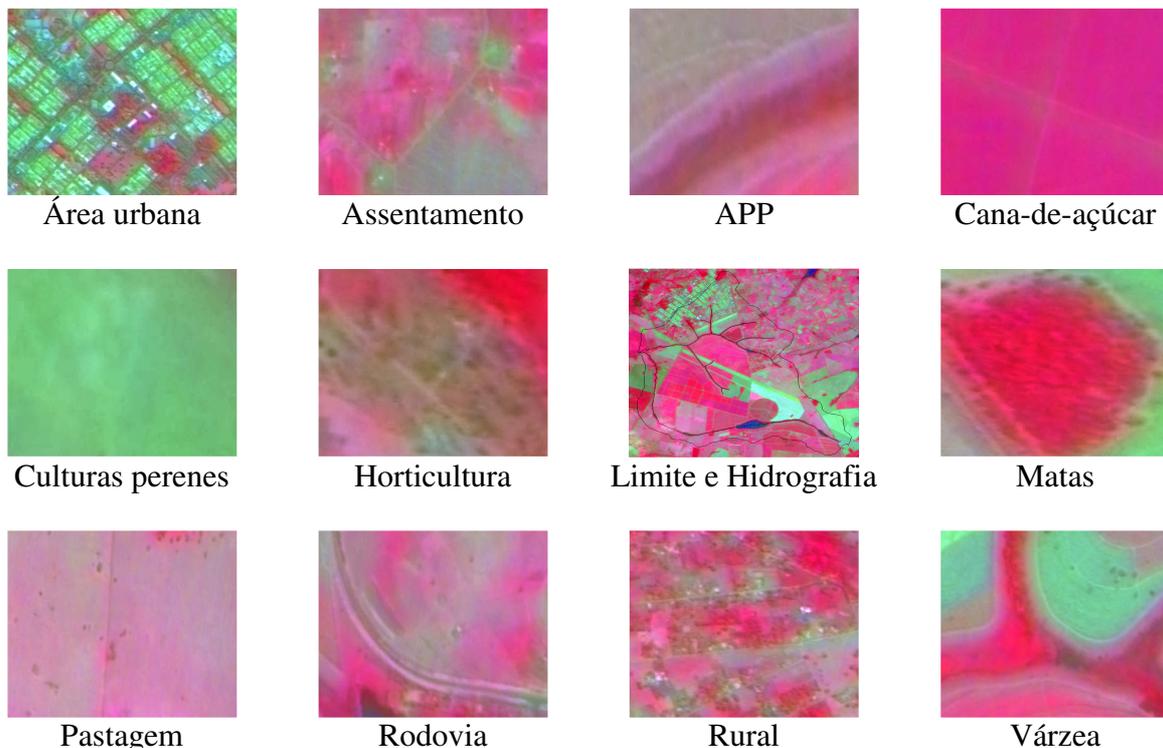


Figura 1. Classes de uso da terra na microbacia do Córrego do Ipê; Imagem CBERS 2B HRC de setembro de 2008 em composição colorida (2B3G4R).

Os alvos que apresentaram dificuldades na interpretação da imagem devido a resolução espacial foram levantados através de visitas de campo com auxílio de GPS (*Global Positioning System*) de navegação.

As coletas para análise da presença de ferro total na água foi realizada em quatro pontos distintos da microbacia sendo caracterizados por ponto 1 (20°27'27'' 51°18'34,7''), ponto 2 (20°27'5,6'' 51°19'13,3''), ponto 3 (20°26'53,2 51°20'37'') e ponto 4 (20°26'54.8'' 51°28'40''). Os dados são de 2006 a 2010, exceto o ano de 2008. As coletas foram realizadas em garrafas de polietileno higienizadas e lavadas com água ionizada. As análises foram realizadas no Laboratório de Hidráulica e Irrigação UNESP Ilha Solteira. Para análise de ferro total foi utilizado método do Colorímetro ferro espectral (mg.L^{-1}) da marca Hach. Para

determinação da qualidade da água para irrigação, utilizou-se a classificação proposta por Nakayama e Bucks (1986).

3. Resultados e Discussão

A área de estudo da microbacia do Córrego do Ipê compreende uma área de 48,21 Km². E a microbacia recebe influência de duas condições distintas, sendo parte de área urbana do município de Ilha Solteira e a maior parte de influência rural onde se tem agricultura com predomínio de cultura de cana-de-açúcar e agropecuária. Foram determinadas onze classes de uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Ipê conforme apresentado na Figura 2.

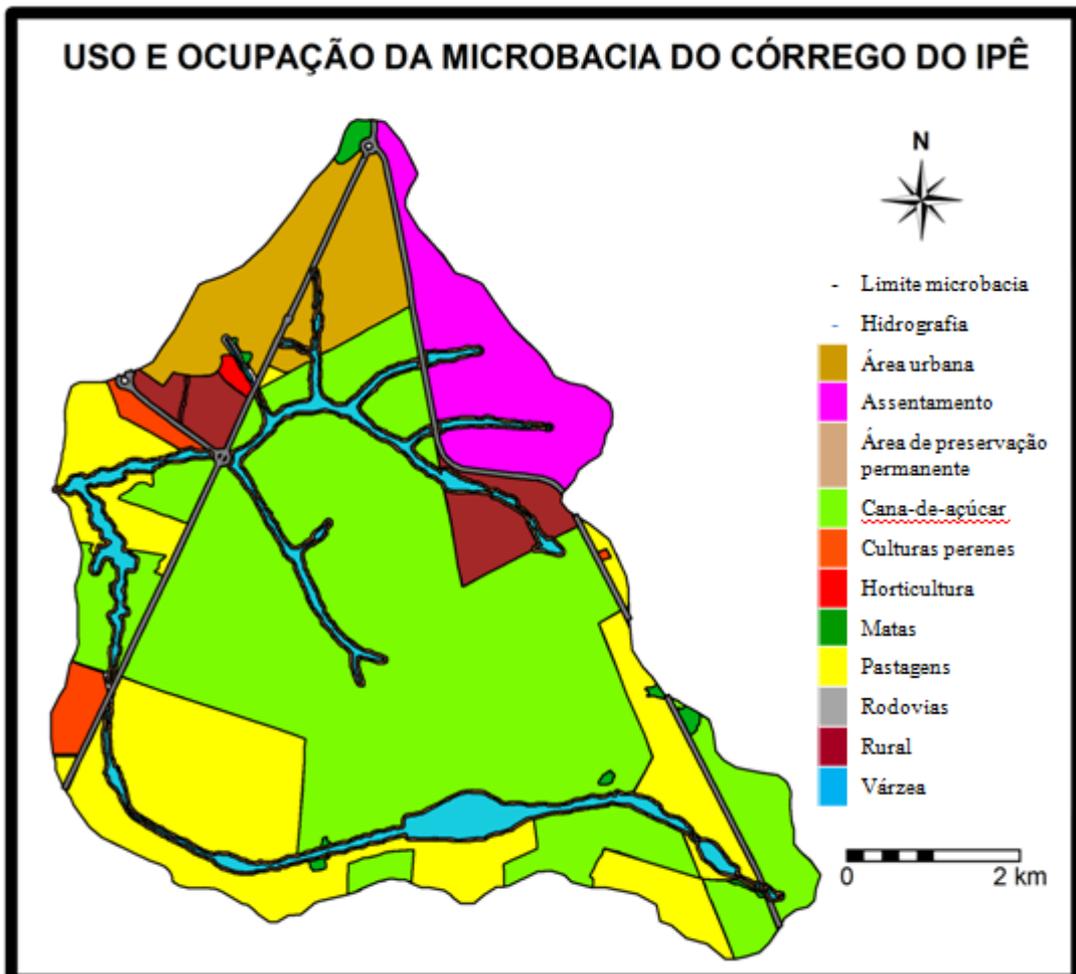


Figura 2. Determinação do uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Ipê

A microbacia do Córrego do Ipê se caracterizou com maior parte com agricultura com predomínio da cultura de cana-de-açúcar seguida de agropecuária, o qual se constitui de pequenas propriedades e área urbanizada (Tabela 1).

Com chegada da cana-de-açúcar na região em 2006, reduziram-se as áreas de pastagens na microbacia do Córrego do Ipê. Sendo o maior uso do solo na microbacia, a cultura da cana-de-açúcar com 47,69% da área total.

Apesar do constante revolvimento do solo o que favorece ao processo erosivo e carreamento de partículas sólidas aos mananciais, a cultura da cana-de-açúcar realiza constantemente reforma de terraços e a conservação das áreas de preservação permanente.

Tabela 1. Classes de uso e ocupação do solo na microbacia do Córrego do Ipê.

Classes de uso de solo	Área (ha)	Área (Km ²)	%
Cana-de-açúcar	2299,43	22,99	47,69
Pastagem	961,56	9,61	19,93
Área urbana	393,87	3,94	8,17
Assentamento	353,91	3,54	7,34
Várzea	238,15	2,38	4,94
Área rural	174,73	1,75	3,63
Área de preservação permanente	160,88	1,61	3,34
Rodovia	121,65	1,22	2,53
Culturas perenes	72,90	0,73	1,51
Matas	33,92	0,34	0,71
Horticultura	9,94	0,1	0,21
Área total	4820,94	48,21	100

Dentre os 48,21 Km² de cana-de-açúcar, parte deste é cultivado se utiliza sistema de irrigação e parte é através de sequeiro, assim, apresentando a importância da caracterização da área para possível planejamento hidro-agrícola e ambiental.

O segundo maior uso e ocupação existente é a área de pastagem (19,93%). Nesta classe consideraram-se pastagens conservadas e em estados de degradação. Observou-se através de visitas de campo a maior parte dos agropecuaristas não respeitam as áreas de preservação permanente, o que influencia significativamente na redução da qualidade e quantidade de água de um recurso hídrico devido a desencadeamento do processo erosivo e na maioria dos casos má conservação do solo e ausência de mata ciliar (VANZELA et al., 2010).

O divisor de água da microbacia do Córrego do Ipê dividiu a área urbana na avenida principal. A área urbana (8,17%) determinada a partir do mapa de disponibilizado a partir do Plano Diretor elaborado pela Prefeitura Municipal de Ilha Solteira. O mesmo documento descreve a área da microbacia do Córrego do Ipê como locais prioritários para a expansão urbana do município.

As respectivas áreas classificadas como área de assentamento (7,34%) e área rural (3,63%) compreendem locais caracterizados por pequenos lotes rurais e áreas de recreação, onde se tem uso da agricultura irrigada (pastagem) e do sistema de molhamento familiar.

As áreas de várzeas (4,94%) consideraram-se toda a área úmida existente na microbacia do Córrego do Ipê com ou sem vegetação e em qualquer estado de degradação.

A área de estudo apresentou 3,34% do uso do solo classificado como área de preservação permanente, porém, o que pouco se viu foi a presença de mata ciliar. De acordo com Vanzela et al., (2010), a ausência das matas ciliares é o fator que mais se agrava a qualidade e a disponibilidade hídrica.

A classificação rodovia (2,53%) considerou-se o as principais vias de acesso que liga o município. No entanto considerou-se a faixa de segurança do Departamento de Estradas e Rodagens (DER) de 30 metros.

As culturas perenes (1,51%) existente na microbacia tiveram como predomínio de seringueira e citrus.

As áreas de matas (0,71%) foram a classe de uso do solo que mais surpreendeu devido o baixo valor registrado. Nesta classe não se considerou matas existentes dentro das áreas de preservação permanente. Essa escassez de matas ciliares na microbacia influencia nos picos de vazão no momento da precipitação e drástica redução no período de estiagem, além de desencadear o processo erosivo tendo como consequência a redução da qualidade e disponibilidade hídrica. Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira et al., (2006) no mesmo município de estudo, onde se determinaram o uso e ocupação da área de influencia do reservatório do município de Ilha Solteira, e determinou que a área coberta com vegetação

natural é de apenas 0,67% do total contabilizado, sendo que esta se encontra em estado de degradação e em pequenos fragmentos isolados.

O município de Ilha Solteira possui diversas áreas com pequenos agricultores, porém, na microbacia do Córrego do Ipê possui uma área com uso predominante da horticultura (0,21%), com produção significativa para abastecer o mercado municipal.

Devido à mudança de uso do solo na microbacia do Córrego do Ipê nos últimos anos, sentiu-se a necessidade de analisar a influência destes na qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos. Para isso foram realizadas análises da quantidade de ferro total existente em quatro pontos distintos, ou seja, com interferências agrícola (ponto 1 e 2), agrícola e urbana (ponto 3), agrícola, urbana e rural (ponto 4).

As análises de água realizadas nos pontos 1, 2, 3 e 4, apresentaram concentração média de ferro total de 1,6, 0,6, 2,3 e 2 mg.L^{-1} , respectivamente. De acordo com Nakayama e Bucks (1986) valores superior a 0,2 mg.L^{-1} apresentam de média a alto potencial de causar danos aos sistemas de irrigação. Para Hernandez e Pertinari (1998), valores acima de 0,5 mg.L^{-1} merece atenção especial quando o recurso for utilizado por sistema de irrigação.

Segundo Hernandez et al., (2001) os fatores que mais interferem no aumento da quantidade de ferro na água dos mananciais é a má conservação do solo e intensificação do processo erosivo e assoreamento formado por solos a base de sesquióxido de ferro.

Através das visitas de campo para identificar alvo e realizar as coletas de água, pode-se observar que o uso do solo classificado como pastagens, se caracterizavam na maior parte com por ausência de mata ciliar, conservação do solo e delimitação das áreas de preservação permanente. Estes fatores induzem ao processo erosivo que por sua vez favorece ao aumento de ferro total presente na água.

Quando se tem altas concentrações de ferro total na água, representa indícios de que outros fatores como presença de sólidos dissolvidos, suspenso e totais também podem estar presente na água, devido a origem dos parâmetros serem os mesmos.

A presença de sedimentos na água favorece também ao aumento da turbidez. Assim, essa seqüência de fatores além de interferir na qualidade da água, influencia também na disponibilidade hídrica devido ao arraste e sedimentação de partículas sólidas no manancial. Este fato é classificado como assoreamento.

A oscilação dos valores obtidos das análises de ferro total, sendo que no ponto 1 a influencia do manejo da cultura da cana-de-açúcar, sendo que o ponto 2 o valor é inferior ao primeiro ponto, o que demonstra a sedimentação durante o percurso do manancial reduzindo assim a qualidade e disponibilidade hídrica. No ponto 3 e 4 os valores são mais constantes, porém, superiores aos ponto 1 e 2. O ponto 3 recebe influencia da área urbana e resíduos gerados, sendo que até o ponto 4, parte deste ferro total se sedimenta. Além dos resíduos oriundos dos pontos 1, 2 e 3, o ponto 4 é caracterizado pela ausência de conservação do solo, da mata ciliar e sua delimitação.

Além dos danos gerados na qualidade e disponibilidade hídrica, outro fato que merece atenção são os sistemas de irrigação devido a quantidade de ferro total existente no manancial. Desde que se constituí de uma área tipicamente agrícola voltada para o uso da agricultura irrigada.

Diante desta promissora perspectiva de expansão de áreas urbanas e agricultáveis e as constantes mudanças de uso e ocupação, nos deixa um cenário preocupante de qual a forma de os recursos naturais e qual o retorno que estamos ou que planejamos dar ao meio ambiente diante de um cenário com crescimento urbano e populacional de forma contínua e produção de alimentos e bens duráveis. Uma das alternativas é a busca por um modelo de exploração racional de forma de que não acarrete em danos aos recursos naturais.

4. Conclusões

Através da determinação do uso e ocupação da microbacia do Córrego do Ipê foi possível caracterizá-la e determinar a classe de maior uso do solo na microbacia e as influências da qualidade e disponibilidade hídrica causada pela presença de ferro total diante dos diversos usos do solo que compreende a área de estudo.

O monitoramento da expansão das áreas com o cultivo de cana-de-açúcar é de extrema importância a fim de evitar a monocultura na microbacia, o que pode reduzir ou aumentar as consequências causadas na qualidade e disponibilidade hídrica.

O conhecimento do uso do solo na microbacia fornece subsídios para o planejamento hidro-agrícola e ambiental da área uma vez que se conhece todos os fatores que a envolve.

Referências Bibliográficas

- CANASAT. Inicializar mapas. Disponível em: <<http://150.163.3.3/canasat/>> . Acesso em: 28 de out. 2010.
- DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. DE; Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.25
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de texto. 160 p. 2008
- FRANCO, R. A. M. **Qualidade da água para irrigação na microbacia do córrego do Coqueiro no noroeste paulista**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista - UNESP Campus Ilha Solteira. 103 p. 2008.
- HERNANDEZ, F. B. T.; PERTINARI, R. A. Qualidade de água para irrigação localizada. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas. **Anais...** 1998. (CD-ROM).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 out. 2010.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva de em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.
- KIRA, T.; SAZANAMI, H. Utilização dos recursos hídricos e problemas de gerenciamento de lagos. In: HISHIMOTO, M. (Ed.) **Diretrizes para o gerenciamento de lagos: aspectos sócio-econômicos do gerenciamento de lagos**. São Carlos, ILEC/UNEP/PNUMA. Vol 3. 1995.
- NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. St. Joseph: ASAE, 1986. 383p.
- PINATTI, E. **Atividade pecuária no Pólo Noroeste Paulista**. Instituto de Economia Agrícola - IEA. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso: 10 jul 2010.
- PEREIRA, A. O. MATSUMOTO, T.; XAVIER, G. A. G.; RAMOS, M.; SANTOS, M. P.; PAULA, D. R. LEITE, M. A. **Caracterização do uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira**. XIV Encontro Anual de Pesquisadores - SBPN 2006. Globalização - Efeitos da Tecnologia, Ciências, Educação e Economia. Curitiba - PR. 2006.
- ROLIM, G. S. CAMARGO, M. B. P. LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo**. *Bragantia - Revista de ciências agronômicas*. Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.4, n.º.3, p.142-149, 2010.
- VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.14, n.1, p.55-64, 2010.