

## Uso e ocupação do solo e regionalização da vazão do Córrego Pernilongo

Ronaldo Cintra Lima<sup>1</sup>  
Fernando Braz Tangerino Hernandez<sup>1</sup>  
Renato Alberto Momesso Franco<sup>1</sup>  
Gustavo Cavalari Barboza<sup>1</sup>  
Gilmar Oliveira Santos<sup>1</sup>  
Álvaro Lorenço Ortolan Salles Filho<sup>1</sup>  
Diego Gonçalves Feitosa<sup>1</sup>  
Juliana de Oliveira Damião<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Caixa Postal 34 - 15385-000 - Ilha Solteira - SP, Brasil  
{rclima, fbthtang}@agr.feis.unesp.br  
{bioramfranco, gilmar\_engambiental, diegogfeitosa}@yahoo.com.br  
gu.cbarbosa@gmail.com  
{sallesalvaro, jodamiao\_}@hotmail.com

**Abstract:** The use of geographical processing is considered by many researchers a important tool, with low cost, to proceed studies on watersheds. Because of that, this paper had the objective to characterize the watershed of the Pernilongo stream, municipality of Ilha Solteira - SP, offering subsidies for the better management of the natural resources. The software Ilwis 3.6 was used, and the images from the satellite CBERS, available without charge on-line. Was determined the area of the watershed, drainage network and use and occupation of the soil, all by vectorization by visual analysis and used the software System of Information for Managing the Resources for the calculus of the flow. The watershed has an area of 99,7 km<sup>2</sup> and a perimeter of 50,8 km. Characteristics obtained: Q<sub>7,10</sub> of 630 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> with predominance of pastures (59,88%), followed by sugar cane (14,77%), annual crops (10,17%), woods (3,53%) and lack of vegetated area with permanent preservation. Although the watershed is not of great hydro potential, if the resources are used in a rational way, the agricultural activities, with fruit crops and irrigated pastures for the production of milk can offer a higher aggregated value to the productive chain. The software SIG-ILWIS 3.6 proved to be precise and of easy interface on the exploration of the characteristics of the watershed.

**Key-Words:** Watershed, Geo-processing, irrigation, remote sensing

### 1. Introdução

A escassez e o uso inadequado dos recursos hídricos representam um risco crescente ao desenvolvimento sustentável e à proteção do meio ambiente. A saúde coletiva, a segurança alimentar, do bem-estar, do desenvolvimento industrial e dos ecossistemas, dos quais todos dependem, estão ameaçados, se os recursos hídricos e naturais não forem gerenciados de forma mais eficiente, no presente e no futuro.

Com isso, a ocupação humana nas bacias hidrográficas, de forma cada vez mais desordenada, através de atividades de desmatamentos, queimadas, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, ocupações urbanas generalizadas, gerando a impermeabilização dos solos, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, tem promovido uma deterioração da qualidade das águas naturais, com riscos de propagação de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano.

A caracterização do meio físico da bacia hidrográfica, com o intuito de levantar todas as áreas críticas do ponto de vista da manutenção da água, é condição básica para um planejamento bem sucedido da conservação e produção de água (COSTA et al., 2007).

Atualmente, por ser uma ferramenta usada em diversas aplicações, o geoprocessamento tem sido considerado um recurso tecnológico muito importante para o auxílio à pesquisa e na implantação de projetos em diversas áreas, seja na solução de problemas urbanos, unidade de produção agrícola ou ambiental (VANZELA, 2008).

Sem a ajuda da tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) todas as análises de natureza espacial tornam-se extremamente trabalhosas (MENDES e CIRILO, 2001). Portanto, o sensoriamento remoto se constitui em uma técnica fundamental para a manutenção de registros atualizados do uso da terra e as imagens de satélite constituem fontes essenciais para a obtenção de informações do dinamismo do meio físico frente às atividades antrópicas (NASCIMENTO et al., 2004). Manzano et al. (2007) ao estudarem a aplicabilidade do sensoriamento remoto na análise do uso das terras na microbacia do Córrego Três Barras, no município de Botucatu, comprovaram que o uso das imagens LANDSAT-5 permitiu o mapeamento do uso da terra da microbacia de maneira rápida e confiável, além de fornecer um excelente banco de dados para futuros planejamentos na área da microbacia.

As atividades como, a pecuária e a agricultura na área estuda, na maioria das vezes são praticadas em locais inadequados e mais, nem sempre são utilizadas práticas conservacionistas. Observam-se áreas que deveriam ser destinadas à preservação permanente (como, matas ciliares e nascentes), sendo utilizadas para agricultura e pecuária, o que pode comprometer a produtividade e a sustentabilidade sócio-ambiental da comunidade (CORSEUIL et al., 2009).

Dessa maneira, o presente estudo teve o objetivo por meio de técnicas de geoprocessamento, identificar as características do uso e ocupação do solo e a regionalização da vazão dentro da bacia hidrográfica do Córrego Pernilongo.

## **2. Metodologia de Trabalho**

Este trabalho foi conduzido na bacia hidrográfica do Córrego Pernilongo (Figura 1) entre as coordenadas 20°28'02,1" S e 51°24'14,3" O e 20°34'11,4" S e 51°16'18,13" O, inserida no perímetro rural do município de Ilha Solteira localizado no noroeste paulista, que pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, margem esquerda.

### **2.1. Caracterização da Bacia hidrográfica do Córrego do Pernilongo**

A bacia hidrográfica do Córrego Pernilongo faz parte do município de Ilha Solteira que está localizado no extremo noroeste do Estado de São Paulo, na Província Geomorfológica do Planalto Ocidental, na região das "zonas indivisas" (FREITAS LIMA, 1997), possui uma área total de 659 km<sup>2</sup> e uma população de 24.181 habitantes, (IBGE, 2007). Com sua renda agrícola vinda da agropecuária, o município possui um rebanho bovino de aproximadamente 45.000 cabeças e com área de pastagem de 25.105 ha, a agricultura conta com área de 13.931 ha de cana-de-açúcar, 3.349 ha de milho, 1296 ha de feijão, 310 ha de banana e 723,2 ha de outras culturas (CATI, 2008).

A bacia da hidrográfica do Córrego Pernilongo ocupa uma área de 9.970 ha, sendo esta, caracterizada por apresentar uma estação chuvosa no verão e seca no inverno, com médias anuais de temperatura, umidade relativa e precipitação, de 25,1° C, de 62,4% e de 1.225,83 mm respectivamente (BISPO et al., 2007).

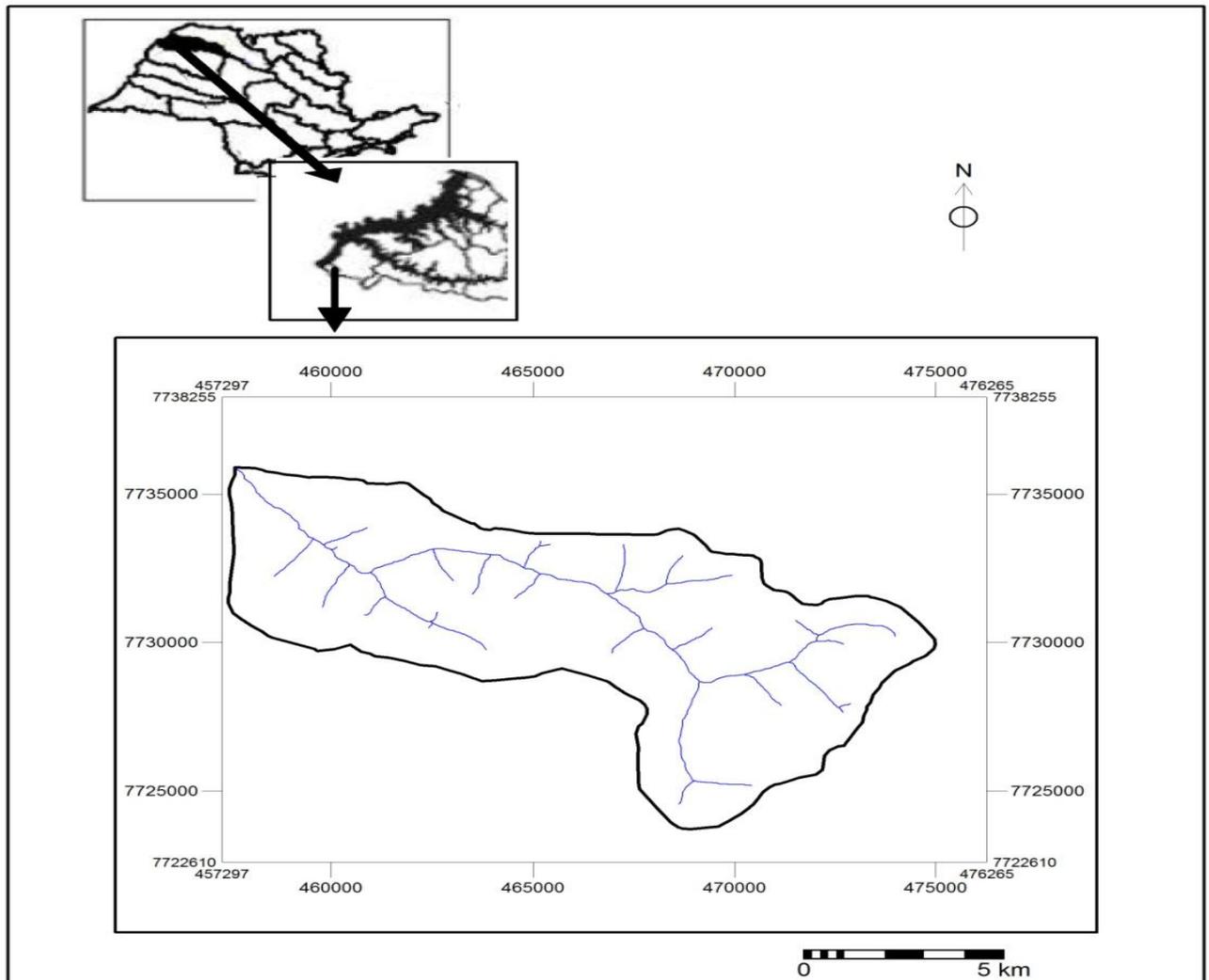


Figura 1. Localização da Bacia hidrográfica do Córrego Pernilongo.

Vale ressaltar que, parte das atividades agropecuárias citadas acima, depende direta ou indiretamente desta bacia, fazendo uso da sua água para dessedentação dos animais, das atividades agrícolas em geral e além, com a possibilidade de oferecer potencial para irrigação.

## 2.2. Material Utilizado

Para determinação do perímetro, área de drenagem, rede de drenagem e o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica Córrego Pernilongo, utilizou-se como ferramenta o SIG (Sistema de Informação Geográfica). A imagem de satélite utilizada foi a CBERS, do sensor HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução), com resolução espacial de 2,7 m, obtida a partir da fusão das imagens CBERS 2B CCD (*Couple Charged Device*), de composição 3(R), 4(G) e 2(B), com passagem datada de 09/08/2008, respectivamente.

O tratamento da imagem e aquisição dos dados foram feitos utilizando o software, *Integrated Land and Water Information System* (ILWIS 3.6), um sistema de informação geográfica (SIG) desenvolvido pelo *Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences* (ITC), da Holanda, que possui as funções básicas de um SIG e um módulo específicos para o tratamento de dados digitais obtidos por meio das técnicas de Sensoriamento Remoto (VAN WESTEN e FARIFTEH, 1997).

O processo de vetorização foi realizado diretamente na tela do computador, com as delimitações da rede hidrográfica, divisor da bacia e do uso e ocupação da microbacia. Para delimitar a bacia foi utilizado curvas de níveis de 10 metros obtidas através de modelos digitais de elevação, disponibilizado pela NASA dos dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM - <http://seamless.usgs.gov>) - uma rede de células quadradas de 90 m de lado contendo valores acurados de altimetria.

### 2.3. Caracterização do Uso e Ocupação do Solo

O uso inadequado dos solos pode provocar aumentos consideráveis nas perdas de solos por erosão (ARAÚJO et al, 2007). O aporte de sedimentos provoca o aumento da concentração de sólidos e da descarga sólida dos mananciais, e com o tempo, o assoreamento, que além modificar ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora, provoca o decréscimo da velocidade da água, resultando, também, em redução da disponibilidade hídrica (VANZELA, 2008). Para Tucci (2003) um dos motivos para que ocorram alterações da vazão média de um rio é a alteração no uso do solo da bacia.

A confecção do mapa de uso e ocupação do solo foi feito usando as imagens já citas acima, onde se utilizou o tipo “Temático” para digitalização dos alvos.

A delimitação das classes de uso e ocupação do solo foi realizada por digitalização manual na edição vetorial a medida em que as classes foram sendo identificadas pelo processo de interpretação visual. Neste processo, as características mais importantes na interpretação do uso e ocupação do solo foram tonalidade, cor, textura, padrão, forma e sombra.

Após o término da digitalização os polígonos foram classificados de acordo com a ocupação, sendo encontradas e definidas as seguintes classes: APP, Área Úmida, Mata, Cultura Anual, Pastagem, Cana-de-açúcar, Represa e Edificações.

### 2.4. Regionalização da vazão

O conhecimento da disponibilidade hídrica no âmbito de uma bacia hidrográfica é parte fundamental dos estudos hidrológicos (RIBEIRO et al., 2005). Devido aos altos custos de implantação, operação e manutenção de uma rede hidrométrica, torna-se importante a otimização das informações disponíveis na região em estudo. Para isto, a técnica de regionalização de vazões tem sido bastante utilizada na espacialização dessas informações (RIBEIRO et al., 2005).

Para realizar a regionalização dos dados foi utilizado o programa disponível no Sistema de Informações para Gerenciamento dos Recursos Hídricos (São Paulo, 2007), no qual é inseridas a coordenada da foz do manancial, a área e a precipitação média anual, que de acordo com Bispo et al. (2007) é uma média de 1.255,83 mm, do município de Ilha Solteira, SP, metodologia utilizada por Moura et al. (2006).

## 3. Resultado e Discussão

Na Tabela 1 e Figura 2 estão apresentadas as distribuições do uso e ocupação do solo para bacia do Córrego do Pernilongo. Analisando esta figura foi possível verificar que a maior ocupação esta sendo utilizado por pastagem, com 5.970,54 ha o que representa 59,88% da área total. Seguido pela cultura da cana-de-açúcar, com 1.472,13 ha, representando 14,77% da área total, devido a recente instalação de uma unidade sucroalcooleira no domínio da bacia.

Observa se que a área ocupada com culturas anuais representa um total de 1014,22 ha, sendo 10,17%, distribuída entre milho, feijão e demais culturas (CATI, 2008). Verifica se que na bacia há ocorrência de apenas 5,73% de mata e 3,53% Área de Preservação Permanente (APP), evidenciando

assim, que ações antrópicas ocorridas nas décadas passadas afetaram diretamente na preservação dos recursos naturais.

Tabela 1. Resultado do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica Córrego Pernilongo.

Descrição	Área		
	km <sup>2</sup>	ha	(%)
<i>APP</i>	3.52	351.89	3.53
Área Úmida	4.76	476.11	4.78
Mata	5.71	571.07	5.73
Cultura Anual	10.14	1014.22	10.17
Pastagem	59.71	5970.54	59.88
Cana-de-açúcar	14.72	1472.13	14.77
Represa	0.17	16.82	0.17
Edificações	0.97	96.53	0.97
<b>Total</b>	<b>99.69</b>	<b>9.969,32</b>	<b>100</b>

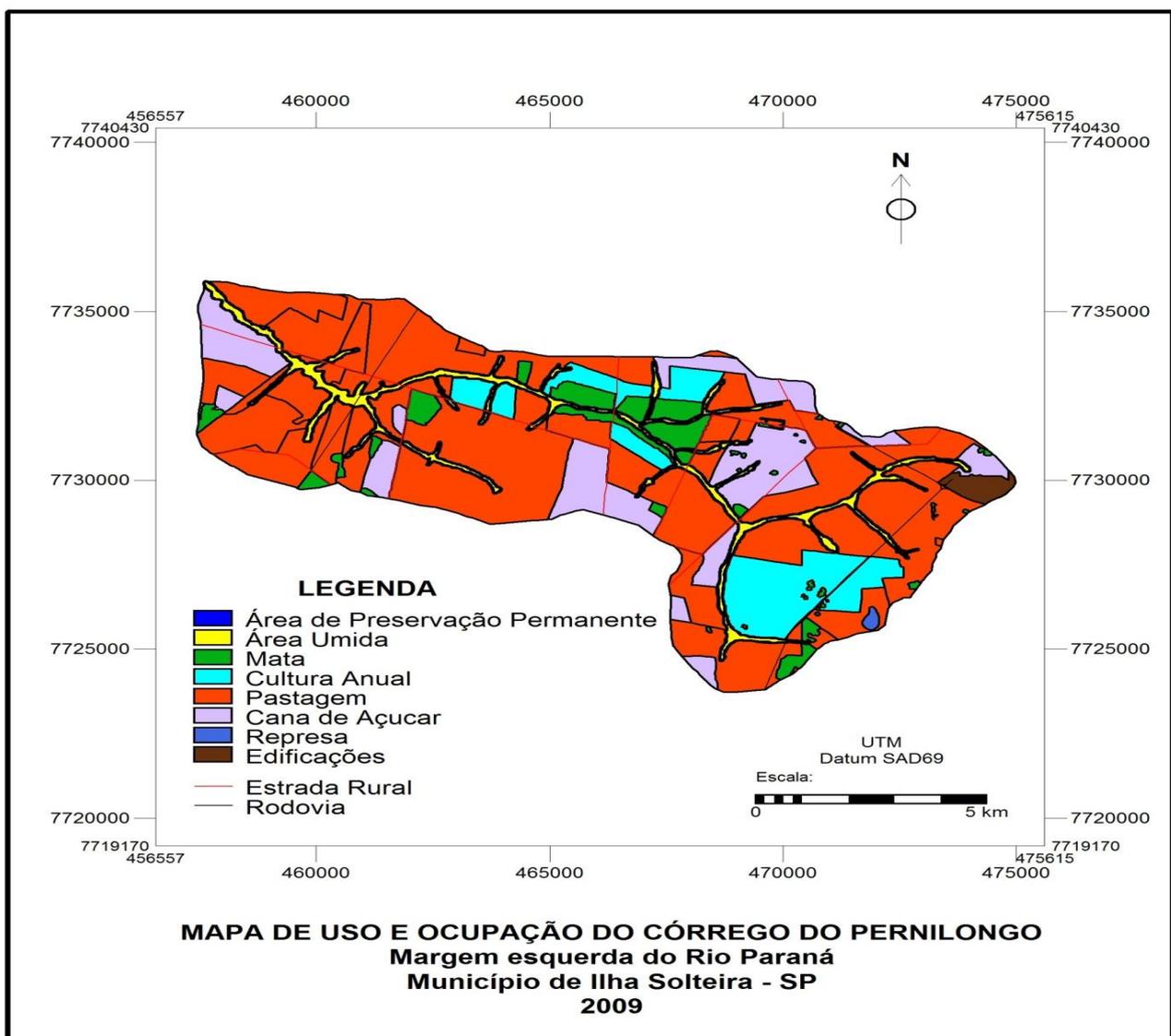


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Pernilongo.

Uma análise visual de toda a bacia hidrográfica do Córrego Pernilongo podemos constatar que as áreas de preservação permanente estão desprovidas de vegetação natural, além do mais, permite concluir que, com o uso inadequado da pecuária extensiva desde a sua implantação provocou a ocupação indevida das áreas da zona ripária, provocando com isso grandes danos ambientais para as mesmas.

As atividades humanas podem ser evidenciadas pelas ocorrências de instalações de edificações e construções de represas (açudes), apresentando 96,53 e 16,82 ha, respectivamente.

As áreas ocupadas por represas são alternativas importantes para incrementar possíveis áreas irrigadas no sistema produtivo desta bacia. Vale salientar que, com a instalação da unidade sucroalcooleira no interior da bacia e, somada ao grau de degradação das pastagens, a tendência é o incremento dessas áreas na produção de açúcar e álcool, potencializado pelas proximidades das áreas da unidade anteriormente.

O uso da irrigação em conjunto com a preservação sustentável é um importante potencial quando se pretende promover o desenvolvimento sócio-econômico para região, além de oferecer opções na diversificação de novas culturas irrigadas, como: fruticultura, hortaliças, culturas anuais e pastagens.

No presente trabalho o cálculo da regionalização de vazão foi obtido uma  $Q_{7,10}$  de  $630 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e considerando por lei que o valor permitido a ser outorgada é de apenas 50% da  $Q_{7,10}$ , ( $315 \text{ m}^3/\text{h}$ ). No entanto, com esse valor e considerando uma evapotranspiração média de 4,6 mm/dia para cidade de Ilha Solteira, Bispo et al., (2007), há possibilidade de irrigar 164 ha por dia.

#### 4. Conclusões

A bacia hidrográfica do Córrego Pernilongo apresentou uso e ocupação com maior parte sob pastagens em estado degradado o que pode vir a ser uma opção para o incremento de área na implantação da cultura da cana-de-açúcar.

Pelos valores obtidos pela regionalização de vazão a bacia hidrográfica Córrego Pernilongo não apresenta grande disponibilidade hídrica, podendo se tornar crítica devido a ausência de mata ciliar e conservação de solo.

Embora a bacia não sendo de grande potencial hídrico, porém utilizada os recursos hídricos de forma racional, ou seja, métodos e manejos de irrigação adequados, as atividades agrícolas como fruticultura e pastagem irrigada para produção de leite podem ter maior valor agregado na cadeia produtiva.

O programa computacional SIG-ILWIS 3.6 mostrou ser preciso e de fácil manuseio quando si quer fazer a exploração das características de uma bacia hidrográfica.

#### Referências Bibliográficas

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 320p.

BISPO, E. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; COSTA, J. C. G. Caracterização agroclimatológico na região de Ilha Solteira, estado de São Paulo. **Anais...**, Ilha Solteira, 2007.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E INTEGRAL - CATI. **Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo: Ilha Solteira**. 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais/pdf/t233.pdf>>. Acessado em 22/06/09.

CORSEUIL, C. W.; CAMPOS, S.; RIBEIRO, F. L.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado na determinação da aptidão agrícola de uma microbacia. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 12-22, 2009.

COSTA, C. A. G.; COSTA, A. C.; TEIXEIRA, A. dos S.; ALVES, N. N. de L.; ANDRADE, E. M. de; SOUSA, B. F. S.; LEÃO, A. de O. Comparação do uso do SRTM para delimitação e caracterização fisiográfica de uma micro-bacia hidrográfica. **Anais...** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4833-4840.

FREITAS LIMA, E. A. C. **Estudo da paisagem do Município de Ilha Solteira - SP: subsídios para o planejamento físico-ambiental.** 1997. 107 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2006.** Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: acessado em 22 junho 2009.

MANZANO, L. M.; CAMPOS, S.; CAVASINI, R.; GRANATO, M.; ARAÚJO, D. M. **Espacialização das classes de capacidade de uso do solo da microbacia do Córrego Três Barras - Botucatu (SP).** 16º Siicusp. 2007.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação.** Porto Alegre: ABRH, 2001. 533p.

MOURA, R.S.; MOLINA, P.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S. Caracterização fisiográfica da microbacia do Córrego Água da Bomba no município de Regente Feijó - SP. **Anais...** XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Goiânia, Brasil, 25-30 julho 2006.

NASCIMENTO, P. C., GIASSON, E., INDA JÚNIOR, A. V. Aptidão de uso dos solos e meio ambiente. In. AZEVEDO, A. C., DALMOLIN, R. S. D., PEDRON F. A. (Editores). **Solos & ambiente: I fórum solos & ambiente.** Santa Maria: Pallotti, 2004, p. 41-57.

RIBEIRO, C. B. de M.; MARQUES, F. de A.; SILVA, D. D. da. Estimativa e regionalização de vazões mínimas de referência para a Bacia do rio doce. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13, n. 2, p. 103-117, abr./jun. 2005.

SÃO PAULO (Estado). **Sistema de informações para o gerenciamento dos recursos hídricos do Estado de São Paulo.** São Paulo: Secretária do Meio Ambiente 2007. Disponível em <[www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh\\_index.exe?lwgactw=771.8270432582617](http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_index.exe?lwgactw=771.8270432582617)>. Acesso em 25 fev. 2009.

TUCCI, C. E. M. Vazões médias. In: PAVA, J. B. D; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.** Porto Alegre: ABRH, 2003. cap.1, p.113-124.

VAN WESTEN, C.; FARIFTEH, J. **ILWIS: user's guide.** Enschede, ITC. 510p.

VANZELA, L. S. **Planejamento integrado dos recursos hídricos na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis - SP.** 2008. 213 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2008.