

## Uso do sensoriamento remoto aplicado ao estudo das áreas de preservação permanente (APP's) do município de Cerquilha, SP Brasil

Fabiola Magalhães Andrade<sup>1</sup>  
Edson Luís Piroli<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Campus Experimental – Curso de Geografia  
CEP: 19906-210 - Ourinhos - SP, Brasil  
fa.paulasancta@gmail.com<sup>1</sup>  
elp@ourinhos.unesp.br<sup>2</sup>

**Abstract:** The object of this study intend to construct an analyze about permanent protection areas (APP's) conditions in municipality of Cerquilha, located in Center-East region of São Paulo State, served by Sorocaba river. From geoprocessing instruments was made study using topographic charts, satellite images of Landsat 5 TM and acquired information with area's population and responsible technical of city. This jointed information were inserted, analyze, and processed in a GIS. Will be intend to create cartographic bases that should be supply development information for planning projects of area expansion, creating good conditions at the preservation pratics in green zones of riparian vegetation, by thematic maps, with knowledge practices of environmental awareness. The absence of planning and the incoherent destruction of water resources by wrong idea that no empty, stimulate the period call "disorderly development", without compromise with future generation. The elimination forest that occurs at a higher intensity in economic regions with a more development results in environmental problems accumulation with extinction of several species of fauna and flora, local impacts of climate change, soil erosion, and siltation of situation.

**Palavras-chave:** geoprocessing, satellite image, municipality of Cerquilha, geoprocessamento, imagens de satélite, município de Cerquilha.

### 1. Introdução

O objetivo deste trabalho consistiu na construção de uma análise sobre o estado das áreas de preservação permanente (APP's) do município de Cerquilha, localizado na região Centro-Leste do Estado de São Paulo, banhado pelo Rio Sorocaba; a área utilizada para a realização do processo de mapeamento do presente trabalho constituiu-se de 128 km<sup>2</sup> de superfície territorial (IBGE, 2010), enquadrando-se como um dos menores municípios do Estado de São Paulo. Já a densidade demográfica encontra-se em 316,16 hab/km<sup>2</sup> com taxa geométrica de crescimento anual de 3,23% (SEADE, 2010). Atualmente, Cerquilha possui uma população estimada, no ano de 2009, de 38.199 habitantes (IBGE, 2010).

Situa-se no paralelo 23° 10' 49'' de latitude Sul, e, no meridiano 47° 44' 07'' de longitude oeste de Greenwich. Possui como municípios limítrofes, Tietê ao Norte, Boituva a Sudeste, Tatuí a Sudoeste, Cesário Lange a Oeste e Laranjal Paulista a Noroeste; a distância da capital paulista pode ser medida por três parâmetros: em linha reta (126km), pela rodovia Castelo Branco (aproximadamente 143km) ou por ferrovia (aproximadamente 164km).

O clima predominante da área estudada, segundo o sistema de Koeppen é do tipo Cwa (clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno), com uma média anual de temperatura em torno de 21.3°C, sendo que a temperatura média dos meses mais quentes chega a 24.3°C e dos meses mais frios atinge 17.5°C. Por sua vez a precipitação média anual está em torno de 1212.1 mm, ocorrendo uma precipitação média no mês mais chuvoso e mais seco, respectivamente, de 205.1 mm e 30.4 mm. (CEPAGRI/UNICAMP, 2010).

O município está contido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Tietê/Sorocaba (UGRHI- 10), faz-se válido lembrar ainda, que como aponta o Relatório Zero (2000), o relevo de colinas aplainadas na região da Bacia do Médio Tietê favoreceu a ocupação do território por atividades agrícolas como cana, citrus, pastagens e reflorestamento. Nesta região, verifica-se que alguns municípios possuem apenas 1,43% de sua área total ocupada pelos ecossistemas das Florestas Estacionais Semidecíduas. Dentre os municípios com poucas porções de vegetação nativa, destaca-se Cerquilha, onde os remanescentes de vegetação são porções de mata ciliar e fragmentos florestais isolados.

A cidade de Cerquilha possui como base da economia local primeiramente a indústria, seguida do setor de serviços e por fim, a agricultura distribuída entre cultivares de cana-de-açúcar (usinas), milho, soja, feijão e sorgo (IBGE, 2010). A maior expressão de área cultivada com cana-de-açúcar ocorreu após 1977, para produção de álcool, e chegou a alcançar uma produção de 240 mil litros de álcool hidratado por dia (MARTINS, 2004).



Figura 01: Localização do município de Cerquilha (SP).

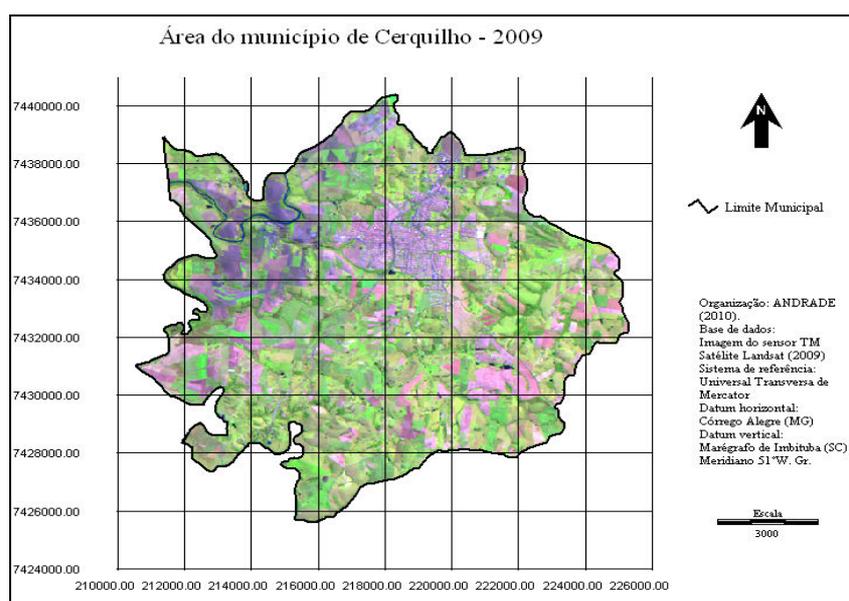


Figura 02: Área do município de Cerquilha – SP (Composição 543 – LANDSAT 5, Sensor TM).

## 2. Metodologia de Trabalho

Os procedimentos metodológicos adotados consistiram de atividades relacionadas à aquisição da imagem do satélite Landsat-5, órbita/ponto 220/076, tomada no dia 28-08-2009 e

tendo sido obtida a partir do *site* do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), georreferência das referidas imagens digitais, vetorização da rede hidrográfica e do limite do município de Cerquilha – SP (tendo como base informações vetoriais da carta topográfica), bem como o uso de operadores de distância (*buffers*) e álgebra entre mapas.

Foram utilizados nos trabalhos computadores com capacidade superior a 2 Gb de memória RAM e superior a 2 GHz de velocidade de processamento, com capacidade de armazenamento superior a 500 Gb e placas de vídeo compatíveis. Além disso, foi utilizado o SIG (sistema de informações geográficas) Idrisi Taiga.

Os dados levantados foram inseridos no SIG-Idrisi e analisados através de modelos matemáticos com o objetivo de espacializar, delimitar e definir os pontos de atenção em relação à microbacia, baseados na delimitação das Áreas de Preservação Permanente.

Dessa forma, foi feito o georreferenciamento da imagem o qual utilizou-se como base para obtenção das coordenadas, as cartas topográficas, aplicando o módulo “*Reformat/Resample*” do SIG-Idrisi, sendo os quatro pontos de controle para o georreferenciamento obtidos das cartas topográficas de Laranjal Paulista (SF-23-Y-C-I-1), Tatuí (SF-23-Y-C-I-3) e Porto Feliz (SF-23-Y-C-I-2).

Posteriormente, realizou-se a vetorização da rede hidrográfica da cidade; estes processos foram feitos utilizando o módulo *Digitize*, do referido SIG. Assim, utilizou-se o vetor tipo linha para a rede de drenagem. Em seguida, foram gerados *buffers* com o objetivo de delimitar o alcance das APPs. Neste caso, empregaram-se os módulos *GIS Analysis/Distance Operators/Buffer*.

Na seqüência, foram criadas as assinaturas pelo módulo *Makesig* e depois a classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança, utilizando-se do módulo *Maxlike*. As áreas dos usos das terras ocorrentes no município de Cerquilha foram determinadas utilizando o comando *Área* do menu *Data Base Query*, pertencente ao módulo *Analysis*. Posteriormente, foram também calculadas as porcentagens de cada classe.

Por fim, para elaborar os produtos cartográficos com a disposição das APP's e com a demonstração de uso e ocupação do solo efetuou-se a tabulação cruzada, isto é, álgebra com ambos os mapas. Neste caso, aplicaram-se os comandos *Data Entry/Initial*, *Reformat/Rastervector* e *GIS Analysis/Database Query*. É válido lembrar que para constatações, no que se refere à mudança dos cultivos ao longo do tempo, foram utilizadas imagens do satélite CBERS 2B, sensor HRC e imagens extraídas do Google Earth, além de trabalhos de campo e diálogos com moradores natos do município.

### 3. Resultado e Discussão

A questão das áreas de preservação permanente (APP's) tem se inserido, com maior debate a poucas décadas, desde que foram iniciadas as discussões sobre a crise ambiental, a degradação dos cursos hídricos e o desmatamento florestal. A ocupação desordenada e muitas vezes ilegal às margens dos cursos d'água trouxe consigo um histórico de poluição e esgotamento dos mesmos, especulação imobiliária e contaminação, seja por resíduos industriais, seja por resíduos agrícolas.

O uso do sensoriamento remoto surge como um instrumento essencial para monitoramento destas áreas. Desde 1972, sensores acoplados em satélites artificiais de observação da Terra, são utilizados na captura de informações do meio natural, que cada vez mais vêm sendo usados para estudos ambientais. Estes satélites são classificados como satélites de recursos naturais (LUIZ, et al. 2009).

A elaboração de diagnósticos, prognósticos e zoneamentos, surgem com o intuito de identificar as principais problemáticas ambientais presentes no espaço geográfico, sejam em escala nacional, estadual, municipal, em bacias e microbacias hidrográficas, e outros, através do desenvolvimento de projetos de planejamento ambiental que visem recuperar áreas

degradadas e proteger áreas, que ainda não passaram por nenhum tipo de intervenção antrópica. (MOREIRA, 2009).

A vegetação ciliar normalmente ocupa os talvegues (fundos de vale), que por sua inclinação, são sujeitos grandes contingentes de sedimentos em queda. A retirada dessa vegetação compromete o ciclo dos ecossistemas, a dissipação da fauna terrestre e também da ictiofauna, escorregamentos e movimentos de massa, queda da vegetação arbustiva e adoecimento das microbacias e rede hidrográfica, de maneira geral. Como demonstra Luiz, et al. (2009), em seus estudos sobre a utilização de imagens de satélite para controle da mata ciliar, onde esta apresenta-se na função de barreira física, impedindo assim, o contato direto dos ambientes que contem formas de vida atuantes no equilíbrio do ecossistema, reduzindo a possibilidade de contaminação dos cursos hídricos, resíduos ou adubos, todos conduzidos pelo processo de escoamento superficial. A mata ciliar, além de atuar como redutora do escoamento, também previne o desencadeamento de processos erosivos nas margens evitando a degradação dos cursos hídricos e aumentando a infiltração dos solos. E ainda como chama a atenção Piroli (2010), a retirada desta vegetação, a ocupação irregular destas áreas, que por lei deveriam ser preservadas, e, outros eventos que estejam atuando negativamente em tais áreas, têm sido os principais problemas atualmente evidenciados.

Assim, de acordo com a alínea “a”, Artigo 2º da Lei Federal nº. 4.775 de 15-9-1965 (BRASIL, 1965), que institui o novo Código Florestal brasileiro, alterada pela Lei Federal nº. 7.803 de 18-7-1989 (BRASIL, 1989), a largura mínima da faixa marginal para cursos d’água com menos de 10 metros de largura deve ser de 30 m, e, de 50 m para as áreas de nascente.

As áreas de preservação permanente (APP’s) podem ser definidas como faixas de terra ocupadas ou não por vegetação nas margens de nascentes, córregos, rios, lagos, represas, no topo de morros, em dunas, encostas, manguezais, restingas e veredas. Essas áreas são protegidas por lei federal, inclusive em áreas urbanas. Calcula-se que mais de 20% do território brasileiro esteja em APPs, o que demonstra a importância do estudo científico destas áreas, tanto sob a ótica ambiental, quanto pela ótica econômica e social (PIROLI, 2010).

Quanto ao município de Cerquilha, foi possível constatar a partir da elaboração do mapa de áreas de preservação permanente (figura 03), que deveriam ocorrer 131,2 hectares (ha) de APP’s de nascente, uma vez que foram mapeadas 167 nascentes em todo o território municipal. No que diz respeito à área total de preservação permanente que inclui córregos (1.154,4 ha), o Rio Sorocaba (487,1 ha), nascentes (131,2 ha) e áreas de banhados (151,6 ha), deveriam ser encontradas 1.924,3 ha de áreas preservadas, ocupadas com mata ciliar, o que não foi constatado no mapeamento seguinte, de uso e ocupação do solo (figura 04).

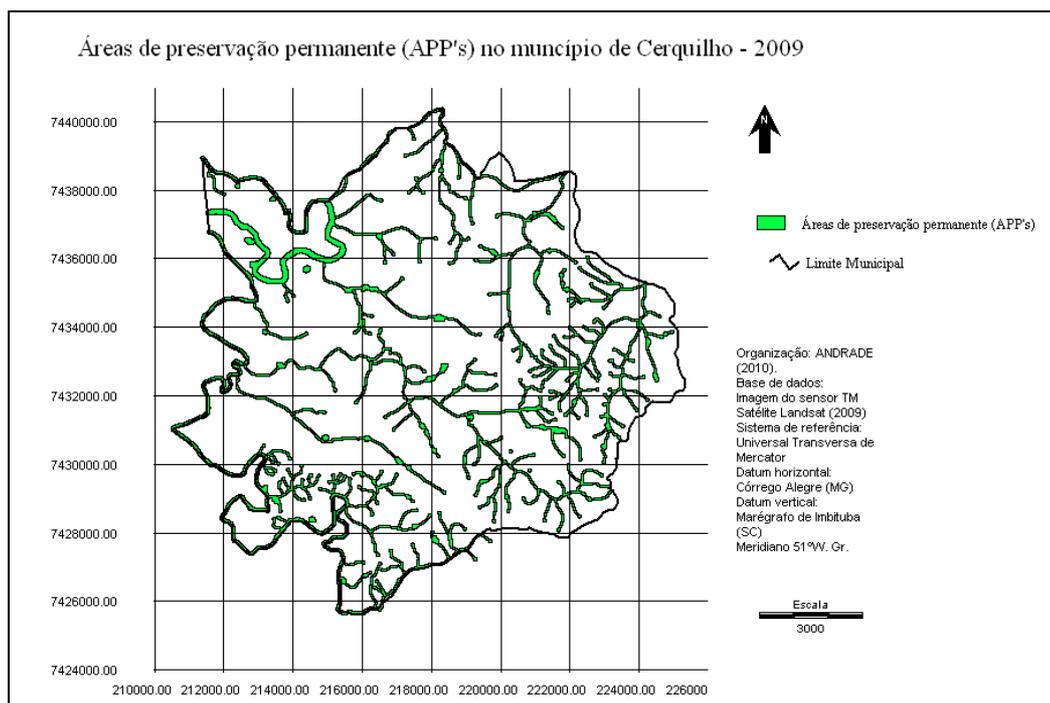


Figura 03: Áreas de preservação permanente (APP's) no município de Cerquillo (SP).

Observando o mapa de usos do solo abaixo, é possível inferir que ocorrem 1489,4 ha de mata ciliar, sendo que 434,9 ha de mata foram tomados por outros usos, que acabam por ser irregulares, visto que as APP's são garantidas pela legislação pertinente e já discutida acima. No que se refere à pastagem, esta domina a maior parte da área cultivada com 4.075,1 ha. Em seguida, vem a lavoura temporária representada pela cana-de-açúcar, cultivado em expansão em grande parcela do território nacional, com 2.471,4 ha.

As manchas de solo exposto representadas por 2.773,2 ha são provindas em sua maioria da cana colhida e estão localizadas na área das instalações da usina sucroalcooleira Santa Maria, instalada no município desde 1953, a partir da substituição da produção cafeeira pela cana-de-açúcar. Na seqüência obteve-se para as lavouras anuais (principalmente milho e feijão) 804,9 ha, podendo ser explicado, pela quantidade ampla de pastagens, visto que o milho serve de alimento para o gado criado nestes ambientes e o feijão é produto atrativo dentre as atividades do setor agrícola da economia, contidas no beneficiamento e comercialização dos grãos.

Quanto às áreas florestais, cultivadas principalmente com espécies exóticas como Pinus, apresentam 3,5 ha ocorrendo próximos a canaviais ou atuando como proteção ao gado. Outros tipos de solos, identificados em sua maioria próximos ao Rio Sorocaba foram classificados como solos encharcados, por apresentarem inclusive uma resposta espectral diferenciada dos outros tipos de solo. Este tipo de uso apresenta 474,2 ha, concentrado na porção oeste do município.

Finalmente, a área urbana, atualmente em expansão pela implantação de vários conjuntos de loteamentos e condomínios residenciais, apresentou 837,2 ha. Abaixo segue o produto cartográfico obtido.

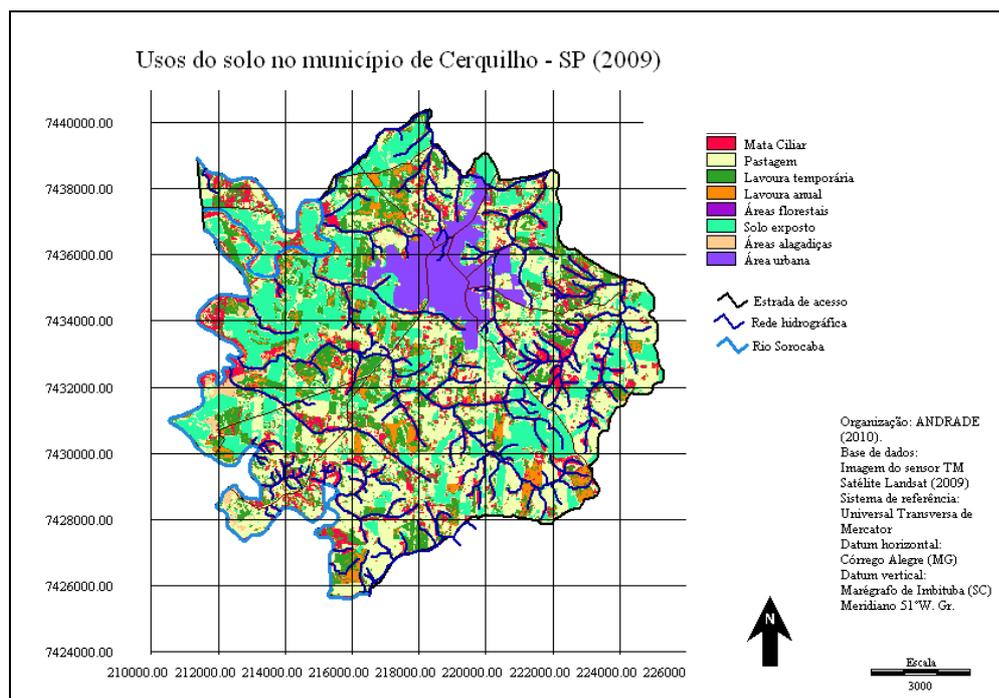


Figura 04: Usos do solo no município de Cerquillo – SP.

Dessa forma, ao refletir o significado das ocupações lícitas ou não, é de extrema importância para órgãos de planejamento e pesquisa fomentar análises de constatação e levantamento das características de uso e cobertura do solo, visto que estas são de grande utilidade para os estudos científicos, constituindo ferramentas de idealização em projetos, orientação e tomada de decisões.

Ou como preconizam as instruções do IBGE (2006), a partir das retrações das formas e da dinâmica de ocupação destas áreas, acima citadas, sucede a representação de um valioso instrumento de confecção de indicadores ambientais, avaliações da capacidade de suporte e críticas diante dos variados tipos de manejo produtivos, que por sua vez, contribui para a identificação mais veloz de alternativas sustentáveis e equilibradas.

Assim, há os esforços dos órgãos públicos, dos agricultores, dos empreendedores, das organizações não governamentais e da sociedade civil como um todo, para que ocorram programas de conscientização e recuperação de áreas alteradas, que buscam resgatar as formas de proteção ambiental ou conservação e preservação da biodiversidade identificada, que ao invés de serem considerados espaços perdidos, podem, com excelência, constituir potencial amplo para práticas de visitação e educação ambiental, ecoturismo consciente ou turismo rural.

#### 4. Conclusão

Nas últimas décadas do século XX e início do século XXI, a temática ambiental tem sido muito debatida, não apenas entre pesquisadores, planejadores e políticos, mas em todos os setores da sociedade. O uso dos recursos naturais e do espaço geográfico sem nenhum parâmetro de orientação ou planejamento trouxe graves consequências ao meio.

Dessa maneira, as problemáticas identificadas e citadas ao longo do trabalho puderam ser percebidas de forma mais abrangente na escala local; cientes perante tais questões e em constante inquietação e sabendo da necessidade de promover mudanças a partir de uma escala local, para sucessivamente chegar à regional, e a global, buscou-se analisar de forma integrada os elementos que compõem o espaço geográfico do município de Cerquillo (SP) através do mapeamento das áreas de preservação permanente e do uso do solo com base em

dados oriundos de uma composição falsa-cor proveniente do satélite Landsat 5 TM, bem como, o mosaico de cartas topográficas que continha o município.

Assim, este artigo tem como meta, após a exposição, fomentar debates, coletar sugestões e alcançar resultados positivos, no intuito de recuperar as áreas degradadas e preservar as áreas ainda intocadas. Tal situação esperada depende de um esforço que se refere à implantação de formas alternativas de conservação do meio ambiente, visando a uma relação equilibrada entre o ambiente sustentável e o desenvolvimento econômico local e regional.

A utilização do SIG Idrisi Taiga serviu de auxílio no processo de mapeamento das áreas de preservação permanentes e do uso do solo, além de facilitar o armazenamento, catalogação e manuseio de informações. Por conseguinte, as ferramentas de geoprocessamento permitiram a manipulação de grandes volumes de dados, o que melhorou o manejo e a interpretação das informações trabalhadas.

Cabe ainda destacar, que no período contemporâneo é fundamental que a universidade pública estude esta situação, buscando entender os processos de ocupação e de degradação destes recursos naturais, que também são sociais, visando o estabelecimento de propostas que venham contribuir para a solução deste problema.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela cooperação financeira, ao Geógrafo Julio Cesar Demarchi, pelas grandes contribuições técnicas e ao Senhor José de Campos Andrade pelas informações sobre a expansão do município.

### **Referências Bibliográficas**

BRASIL. Lei nº. 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Brasília: Senado Federal, 1965. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em: out. 2010.

BRASIL. Lei nº. 7.803, de 18 de julho de 1989. **Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 07 de julho de 1986**. Brasília: Senado Federal, 1989. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7803.htm#art2](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7803.htm#art2)>. Acesso em: out. 2010.

CEPAGRI/UNICAMP. **Clima dos Municípios Paulistas: A Classificação Climática de Koeppen para o Estado de São Paulo**. 2009. Disponível em: <[www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html)>. Acesso em: out. 2010.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: abr. 2010.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006 (Série Manuais Técnicos em Geociências).

LUIZ, Carlos Henrique Pires; LEAL, Luiz Fernando Gomes; SANTOS, Márcia Felícia Silva; TOSATTI, Simone Moreira; MAILLARD, Philippe. A Utilização de Imagens do Satélite CBERS-2 para o Controle da Mata Ciliar. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2809-2816.

MARTINS, Ana Luiza. **Cerquillo: do pouso de tropas ao parque industrial/1949 – 2004**. São Paulo: Prefeitura Municipal de Cerquillo; Câmara Municipal de Cerquillo, 2004. 223p.

MOREIRA, Andreise. O Planejamento Ambiental sob a Ótica dos Mapas Temáticos e da Tecnologia da Informação Geográfica em Unidades Territoriais. In: XII ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 2009. Montevideo. **Anais XII Encontro de Geógrafos da América Latina**, Montevideo, Uruguai, 03-07 abril 2009.

PIROLI, Edson Luís. **Análise do uso da terra nas áreas de preservação permanente do Rio Pardo usando geoprocessamento, e avaliação dos impactos deste uso sobre os recursos naturais destas áreas.** Ourinhos: [s.n.], 2010. 21p. Projeto regular apresentado à FAPESP.

RELATÓRIO ZERO. **Comitê das Bacias Hidrográficas do Sorocaba/Médio Tietê.** 2000, 183p.

SEADE. **Perfil dos Municípios Paulistas:** Cerquilha. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em: abr. 2010.