

## EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DOS MARINS (SP) E A QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA POR HORTIFRUTIGRANJEIROS NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

ANDRÉ MARCONDES ANDRADE TOLEDO<sup>1</sup>

MARIA VICTORIA RAMOS BALLESTER<sup>1</sup>

CLÁUDIO SERGIO LISI<sup>2</sup>

CÁTIA ANDERSEN CASAGRANDE<sup>1</sup>

LETÍCIA AYRES MONTEBELO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Laboratório de Geoprocessamento – CENA/USP  
Caixa Postal 96 – 13.400-970 – Piracicaba – SP, Brasil  
{atoledo, vicky}@cena.usp.br

<sup>2</sup> Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz” – FEALQ-ESALQ/USP  
Caixa Postal 09 – 13.418-900 – Piracicaba – SP, Brasil  
claslisi@cena.usp.br

**Abstract** The objectives of this study are: Evaluate the land use changes in the Marins watershed during a 38 years period and identify the relationship between physical and anthropic aspects of the drainage basin and the water quality in the channel. Aerial photographs for the years 1962 and 2000 (scale 1:25,000) were used for obtaining thematic maps. During the period considered, it was verified that in the Marins catchment there occurred considerable growth (sixty four times) of the urban area and lesser (twice) of the forest area. In the water analysis it was observed that the dissolved oxygen decrease along of the channel. In addition, the biological analysis has observed an expressive raising of fecal and total coliforms towards the end of the stream where there is great concentration of horticulture fields and urban area. Through the results obtained we can conclude that the water quality used for the irrigation of the horticulture fields is not suitable. The raising of the coliforms concentration along the stream can be related to the manure use and the sewage disposal to stream without previous treatment.

**Keywords:** drainage basin, land use, water quality, horticulture.

### 1. Introdução

As perdas de solos, através dos processos erosivos, a degradação da qualidade da água e a geração de poluentes ocorrem tanto na agricultura como nos centros urbanos, situados às margens de rios e ribeirões, onde se concentram o lançamento de efluentes domésticos e industriais. São notáveis as erosões de solos e a redução da área verde como consequência da expansão desordenada de bairros, aumentando a impermeabilização da superfície com o asfaltamento e raramente são observados programas de contenção de encostas.

Nos últimos anos alguns estudos têm constatado, através do sensoriamento remoto, a expressiva expansão dos grandes centros urbanos na região de Campinas, no Estado de São Paulo, em períodos relativamente curtos na análise do histórico regional (Toledo, 2001; Ballester, 2001). Associado a tal fato, outros estudos realizados em bacias hidrográficas de micro e mesoescala têm demonstrado significativos efeitos destas mudanças na qualidade da água como consequência do lançamento de esgoto nos cursos d'água sem um prévio tratamento (Krusche, 1997; Ometto et al., 2000).

O monitoramento ambiental, tomando-se a bacia hidrográfica como unidade de estudo, busca investigar as relações entre os componentes estruturais e funcionais da bacia de drenagem, sendo de extrema importância quando aplicado em regiões sob intensa ação antrópica. Neste sentido, o monitoramento é imprescindível na medida em que os efeitos do

uso desordenado do solo causam deterioração no ambiente e, principalmente, na qualidade da água utilizada para a produção de alimentos. Os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d'água são conseqüências imediatas do uso inadequado do solo (Rosa, 1990).

A avaliação da intensidade do impacto das mudanças do uso da terra no funcionamento do ecossistema depende de uma análise temporal e espacial dos componentes estruturais das bacias de drenagem e dos fatores antropogênicos. Tal avaliação é possível com o uso de técnicas de Geoprocessamento, principalmente Sistemas de Informações Geográficas e Fotointerpretação. Neste sentido, é imprescindível realizar um diagnóstico em regiões com acelerado crescimento urbano como, por exemplo, a microbacia hidrográfica do ribeirão dos Marins, localizada no município de Piracicaba (SP), para inicialmente identificar e caracterizar áreas degradadas e, posteriormente, trabalhar com a perspectiva de que as mesmas possam ser recuperadas.

Portanto, os objetivos principais deste estudo foram: 1) Avaliar as mudanças na cobertura e uso do solo da microbacia hidrográfica do ribeirão dos Marins ao longo do tempo (33 anos) e do espaço e; 2) Identificar a distribuição espacial dos hortifrutigranjeiros e analisar a qualidade da água utilizada para irrigação de canteiros nas hortas.

## 2. Área de estudo

A microbacia hidrográfica do ribeirão dos Marins, situada entre os paralelos 22° 42' 10" e 22° 50' 32" S e entre os meridianos 47° 40' 23" e 47° 44' 46" W, no Município de Piracicaba (SP), constitui uma superfície de aproximadamente 58,70 km<sup>2</sup> (**Figura 1**). A pastagem e a cana-de-açúcar são os usos predominantes e observa-se um expressivo número de hortifrutigranjeiros inseridos na microbacia.

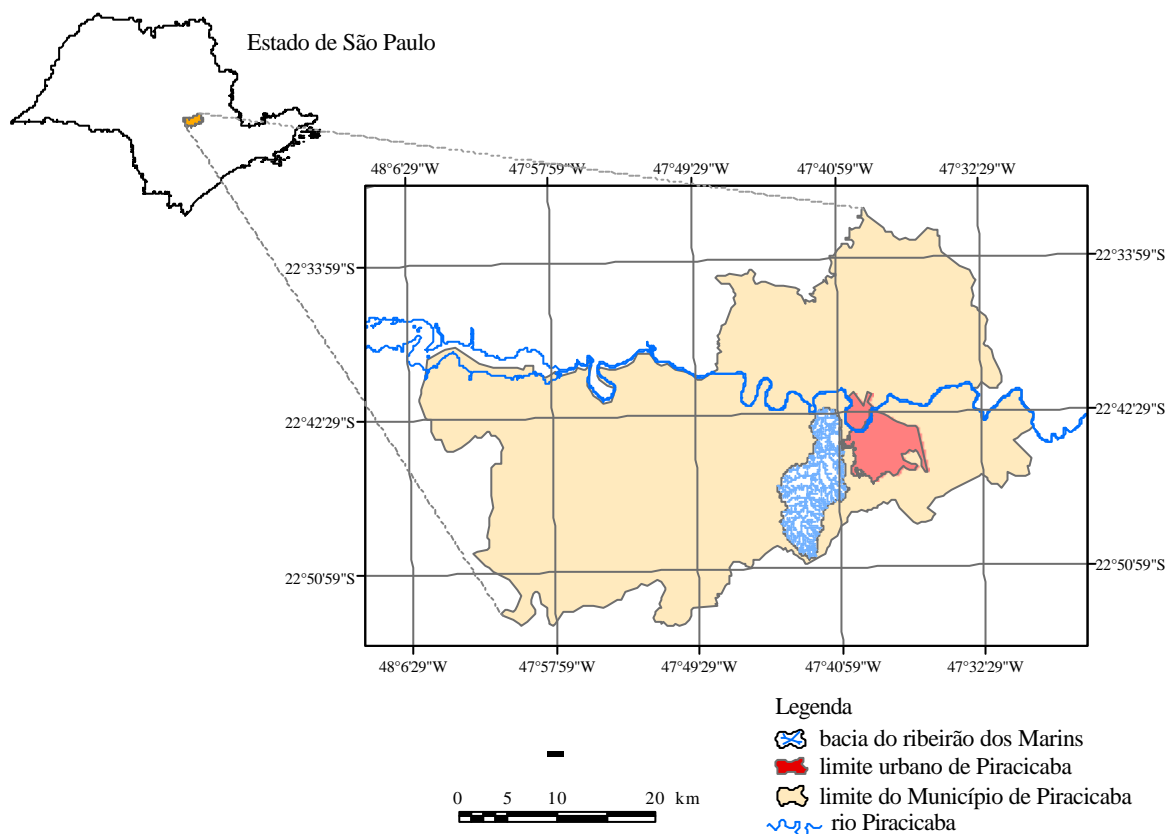


Figura 1. Localização da bacia do ribeirão dos Marins.

### 3. Metodologia

Com o uso de Sistemas de Informações Geográficas, os quais, segundo Burrough (1986), são constituídos de um conjunto de “ferramentas” especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e produzir informações espacialmente distribuídas, foi possível realizar o processamento dos dados obtidos da área de estudo. As informações referentes à rede de drenagem, topografia e as vias de integração foram extraídas das Cartas base do Estado de São Paulo, elaboradas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico, na escala 1:10.000 e o mapa de solos foi derivado da Carta Pedológica semidetalhada, quadrícula de Piracicaba, na escala 1:100.000 (Oliveira & Prado, 1989). Para a obtenção dos mapas de uso e cobertura do solo foram utilizadas fotografias aéreas, escala 1:25.000, referentes aos anos de 1962 e 2000.

A fotointerpretação aplicada à vegetação baseia-se principalmente no estudo da tonalidade, textura, sombra, forma e dimensão, além do conhecimento das relações da vegetação com o ambiente. De acordo com Rosa (1990), não existe classificação de revestimento e uso da terra que seja única e ideal. Cada classificação é feita de forma a atender as necessidades do usuário e adaptadas à região.

A conversão dos dados para o formato digital foi efetuada através das técnicas de digitalização manual e vetorização semi-automatizada. Finalizada esta etapa os planos de informação foram georeferenciados e projetados em um sistema único, Universal Transversa de Mercator (U.T.M.), Zona 23, Datum SAD-69. A manipulação, processamento e análise dos dados foram efetuados com auxílio dos programas ARC-INFO 7.2.1 e ARC-GIS 8.1.

A seqüência das atividades desenvolvidas, bem como a apresentação das análises realizadas nas amostras de água do ribeirão, estão ilustradas no fluxograma da **Figura 2**.

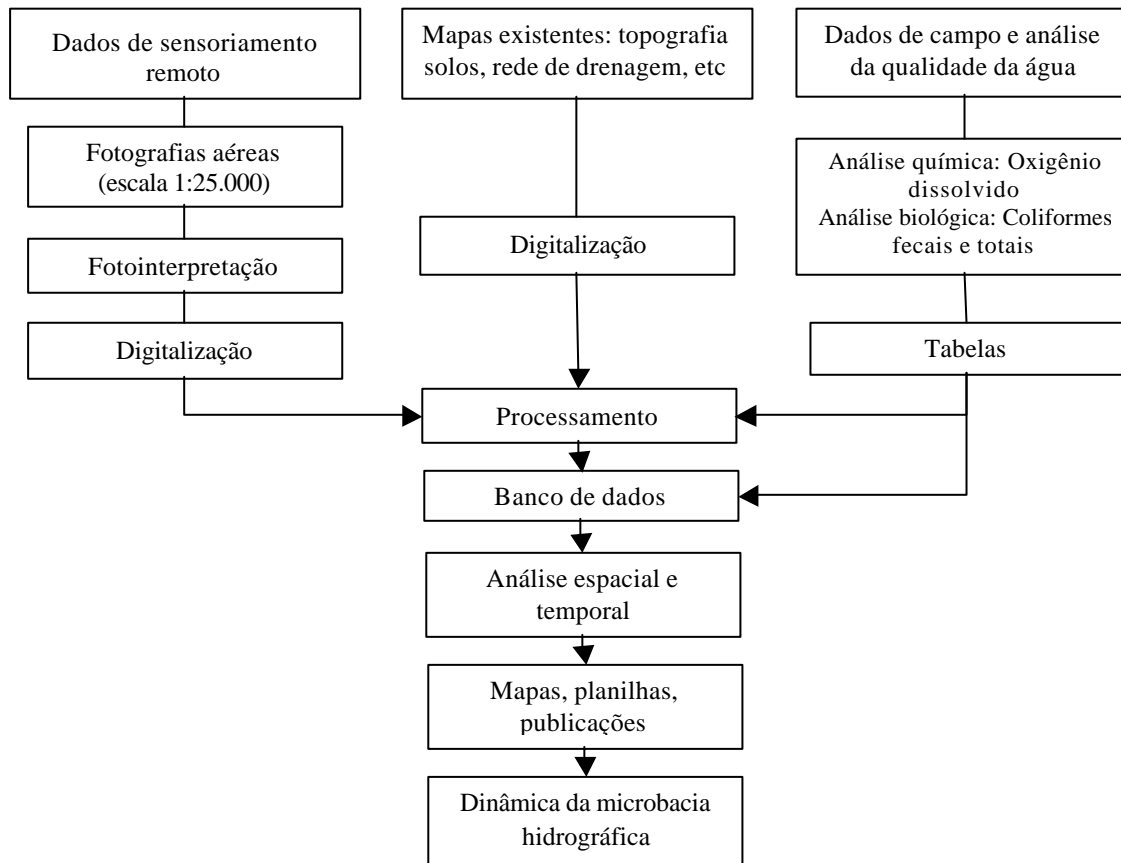


Figura 2. Fluxograma de execução da pesquisa.

As amostras de água coletadas quinzenalmente (fevereiro – agosto de 2002), em sete pontos ao longo do ribeirão, foram encaminhadas para análise química e biológica, nas quais determinou-se respectivamente a concentração de Oxigênio Dissolvido (OD), em  $\text{mg.l}^{-1}$ , e o Número Mais Provável de Coliformes Fecais e Totais em 100 ml de amostra ( $\text{NMP.ml}^{-1}$ ). O OD foi determinado pelo método de Winkler – modificado pela Azida Sódica (Norma CETESB – L5.169), e a determinação de Coliformes Fecais e Totais pelo método de tubos múltiplos (Norma CETESB – L5.202).

A coleta de dados e de água, bem como o encaminhamento dos mesmos para análise e a elaboração de mapas temáticos, foi executada através de um trabalho conjunto envolvendo pesquisadores da Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz” (FEALQ), do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP) e da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), com a colaboração da Prefeitura de Piracicaba.

#### 4. Resultados e discussão

Na microbacia do ribeirão dos Marins as classes de solos predominantes são os Litossolos (Li) e os Podzólicos Vermelho-amarelo (PV), os quais estendem-se por aproximadamente 40 e 58%, respectivamente (**Figura 3**).

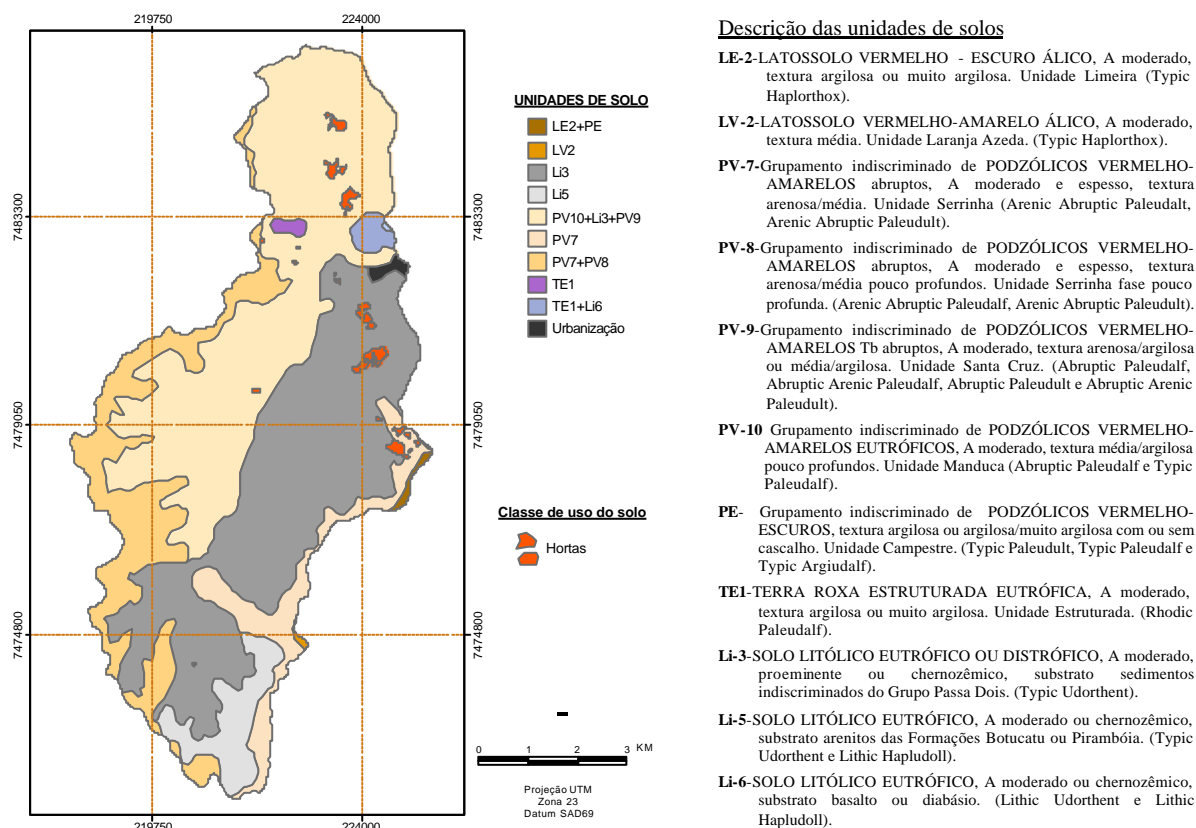


Figura 3. Mapa de solos da microbacia com a localização das hortas.

A **Figura 4** apresenta os mapas de uso e cobertura do solo dos anos de 1962 (a) e 2000 (b) e o gráfico indicativo das mudanças ocorridas no período. Na análise temporal pode-se verificar que a área de pastagem, classe predominante na microbacia, diminuiu de 57,1 em 1962 para 43,4% no ano de 2000, assim como a silvicultura e as culturas perenes, as quais seguindo a mesma tendência reduziram de 8,2 para 3,4% e de 3,6 para 0,5%, respectivamente. Essas classes cederam espaço para a expansão da cana-de-açúcar, que aumentou no período

de 23,5 para 30,4%, para a urbanização que apresentou um expressivo crescimento de 64 vezes, passando de um recobrimento de 0,1% para 6,4% e, ainda, as áreas de florestas e de culturas anuais, as quais apresentando um aumento de aproximadamente duas vezes expandiram de 5,6 para 11,2% e de 1,6 para 3,2%, respectivamente e, por fim, o aumento de onze vezes de hortifrutigranjeiros que passaram de 0,1 para uma ocupação 1,1% da microbacia.

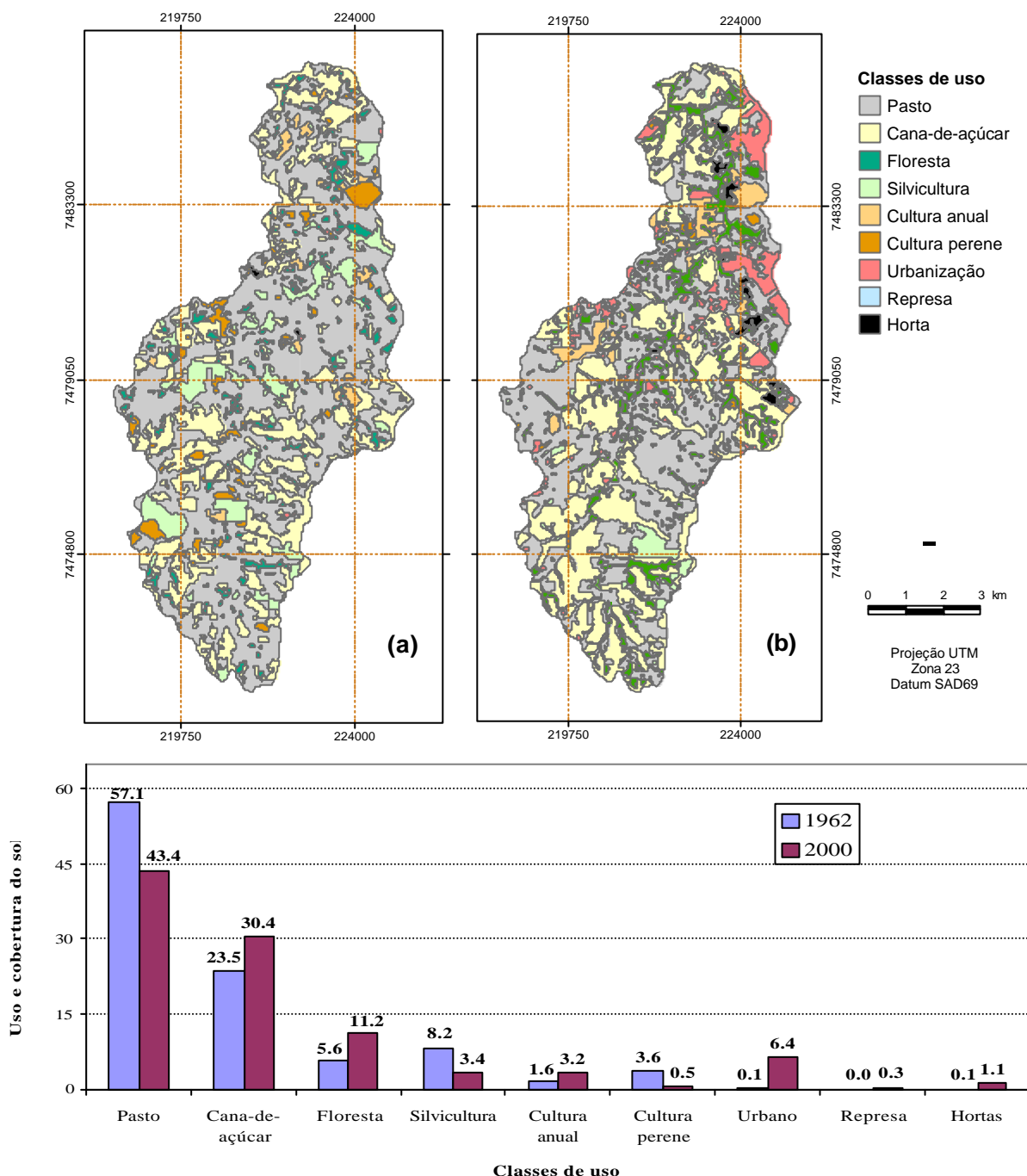


Figura 4. Mapas de uso e cobertura do solo referentes aos anos de 1962 (a) e 2000 (b) e gráfico da variabilidade espaço-temporal das classes de uso no período.

Diversas pesquisas relacionadas com avaliação de áreas susceptíveis a risco de erosão e análise de adequação do uso da terra frente às características físicas da bacia hidrográfica,

fazendo uso do sistema de classificação da capacidade de uso da terra, têm demonstrado que a associação de cana-de-açúcar, em áreas com declive acentuado, com solos podzólicos caracteriza um cenário de utilização excessiva da terra e favorece a perda de solo através do processo de erosão (Cerri et. al., 2002; Parise, 1999; Fiorio et al., 1999). Neste contexto, Toledo (2001) analisando duas microbacias com características distintas observou que o constante uso de insumos agrícolas e o manejo intensivo do solo com o cultivo de cana-de-açúcar, em uma microbacia na região de Piracicaba, são fatores que promovem consideráveis alterações na qualidade da água em comparação a uma outra, localizada no município de Campinas, que tem a pastagem como uso predominante.

Outros estudos realizados na região de Piracicaba confirmam a tendência de crescimento da área florestal. Sparovek (1994) e Toledo (2001), ao analisarem a evolução do uso da terra na microbacia do ribeirão Piracicamirim, no período de 1962 a 1995, constataram o aumento de aproximadamente duas vezes da área de floresta, enquanto Fiorio (2000), pesquisando a microbacia do córrego do Ceveiro, no mesmo período, verificou a expansão de aproximadamente três vezes. Tal fato pode estar associado à vigoração do Código Florestal referente a Lei Federal 4.771/65, Art. 2º, alínea “a”, inciso I (alterada posteriormente pela Lei 7.803/89) e também pelo Art. 16, alínea “a”, inciso II, da mesma, os quais referem-se à obrigatoriedade de preservação da mata ciliar e da reserva legal, respectivamente.

A **Figura 5** apresenta o mapa com a rede de drenagem, a localização dos hortifrutigranjeiros e a divisão da microbacia do Marins em setores de acordo com os sete pontos de coleta de água.

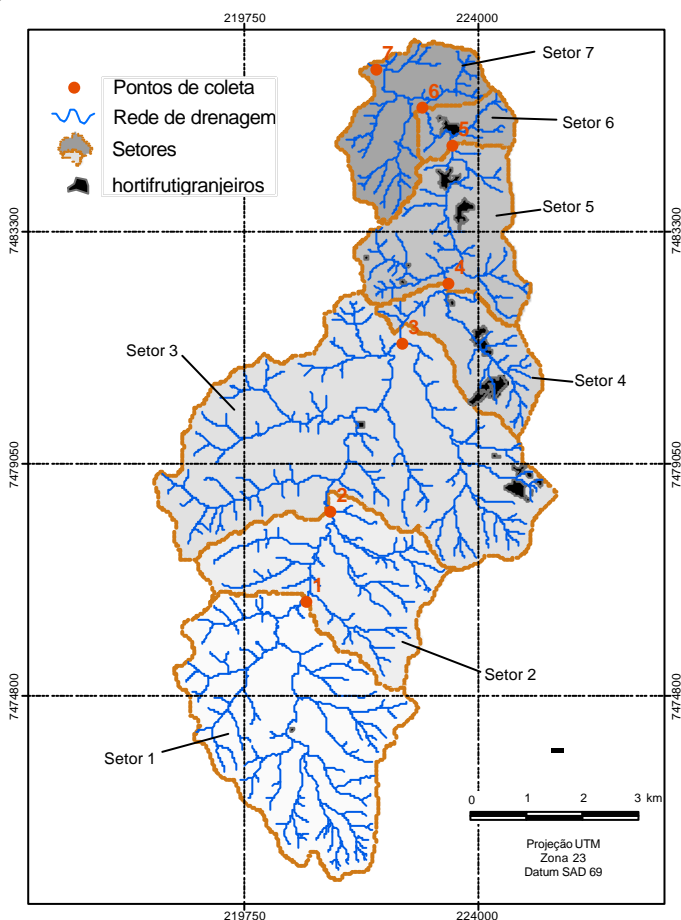


Figura 5. Mapa da microbacia do ribeirão dos Marins com a rede de drenagem, a localização dos hortifrutigranjeiros, os pontos de coleta de água e a divisão em setores.

Com relação a qualidade da água, a **Figura 6** apresenta os resultados da análise química e biológica das amostras coletadas no período de fevereiro a agosto de 2002. Nota-se uma relação inversa entre a concentração do O<sub>2</sub>, que decresce a partir do ponto três, e a densidade de coliformes fecais e totais os quais aumentam expressivamente do ponto um ao sete. As maiores variações observadas nos resultados estão associadas ao lançamento de esgoto sem prévio tratamento no ribeirão e, ainda, provavelmente ao uso de esterco bovino e “cama-de-frango” como fertilizantes nos canteiros das hortas, as quais concentram-se principalmente nos setores quatro, cinco e seis da bacia de drenagem. Além disso, as fossas construídas em chácaras sobre solos de textura média/arenosa também podem ser uma fonte de contaminação do lençol freático e, conseqüentemente, do curso d’água do ribeirão.

Os resultados médios dos pontos de amostragem estão em desacordo com o Artigo 1º da Portaria do Centro de Vigilância Sanitária CVS-21, de 19.12.1991, o qual define que “a água usada para a irrigação de plantações de hortaliças e frutas rasteiras não pode conter uma concentração superior a 1.000 coliformes fecais em 100 ml da amostra”. Além disso, os demais Artigos da mesma Portaria tratam da obrigatoriedade de realização periódica da análise da água pelos produtores, os quais devem também estar comprometidos com a manutenção dos laudos e o registro dos locais onde foram coletadas as amostras de água para análise bacteriológica. Com relação a isso não é possível afirmar se essas determinações estão sendo cumpridas pelos produtores e se a Vigilância Sanitária fiscaliza a tarefa que cabe aos mesmos de monitorar a qualidade da água que usam para a produção de alimentos.

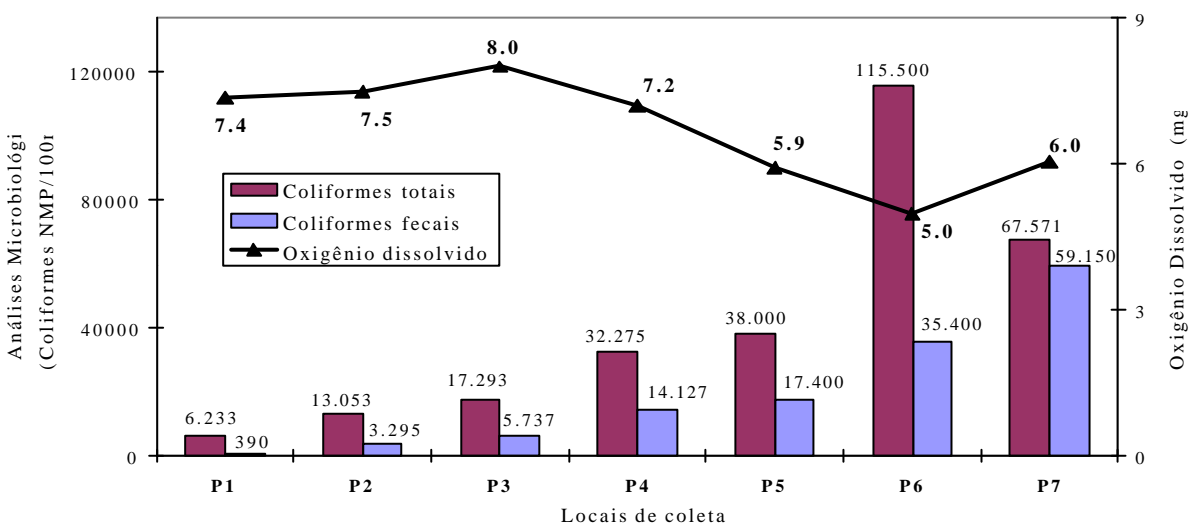


Figura 6. Gráfico da análise química (oxigênio dissolvido), em mg.L<sup>-1</sup>, e biológica (coliformes fecais e totais), em NMP.100mL<sup>-1</sup>.

## 5. Conclusão

Pode-se concluir que: (i) a microbacia do Ribeirão dos Marins sofreu ao longo das últimas quatro décadas uma forte pressão antropogênica, destacada pela expansão da área urbana e; (ii) a água utilizada para a irrigação de canteiros nas hortas instaladas na microbacia não cumpre os padrões de qualidade determinados pela portaria CVS-21 para fins de produção de alimentos.

## Agradecimentos:

À Prefeitura do Município de Piracicaba, representada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento – SEMA, pelo custeio do projeto. Ao Serviço Municipal de Água e Esgoto – SEMAE, pelo apoio ao projeto e pelas análises das amostras de água.

## REFERÊNCIAS:

- BALLESTER, M. V. R. 2001. Características da paisagem e qualidade da água na bacia do Rio Piracicaba. In: FERRAZ, E. S. B.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L. **Coletânea do “Notícias PiraCena”: a bacia do Rio Piracicaba**. p.67-73.
- BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1986. 193p. (Monographs on Soil and Resources Survey, 12).
- CERRI, C. E. P.; DEMATTÊ, J. A. M.; BALLESTER, M. V. R.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L. and ROOSE, E. GIS Erosion Risk Assessment of the Piracicaba River Basin, Southeastern Brazil. **Mapping Sciences & Remote Sensing**, v.38, n.3, p157-171, 2001.
- FIORIO, P.R.; DEMATTÊ, J.A.; MELEM JÚNIOR, N.J.; MAZZA, A.M. Potencialidade do uso da terra na microbacia hidrográfica do córrego do Ceveiro na região de Piracicaba. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1273-1280, 1999.
- FIORIO, P.R.; DEMATTÊ, J.A.; SPAROVEK, G. Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.4, p.671-679, 2000.
- KRUSCHE, A.V.; CARVALHO, F.P.; MORAES, J.M.; CAMARGO, P.B.; BALLESTER, M.V.R.; HORNINK, S.; MARTINELLI, L.A.; VICTORIA, R.L. Spatial and temporal water-quality variability in the Piracicaba River Basin, Brazil. **Journal of the American Water Resources Association**, v.33, n.5, p.1117-1123, 1997.
- OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. **Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo**. Folha de Piracicaba, São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1989. esc. 1:100.000.
- OMETTO J.P.H.B.; MARTINELLI, L.A.; BALLESTER M.V.; GESSNER, A.; KRUSHE, A.V.; VICTORIA, R.L.; WILLIAMS, M. Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates population in two streams of Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. **Freshwater Biology**, v.44, n.2, p.327-338, 2000.
- PARISE, F.J.O. Análise temporal do uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Piracicaba, SP, por meio de técnicas de geoprocessamento. Piracicaba, 1999. 114p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 1990. 136p.
- SPAROVEK, G.; LEPSCH, I. F. **Diagnóstico de uso e aptidão das terras agrícolas de Piracicaba**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1994. 99p.
- TOLEDO, A. M. A. Evolução espaço-temporal da estrutura da paisagem e sua influência na composição química das águas superficiais dos ribeirões Piracicamirim e Cabras (SP). Piracicaba, 2001. 94p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.