



**Imagens digitais na análise do uso da terra de uma microbacia como subsídio ao desenvolvimento sustentável**

*Digital images in the analysis of the soil use of a watershed as subsidy to the maintainable development*

**Sérgio Campos<sup>1</sup>; Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>2</sup>, Flávia Mazzer Rodrigues<sup>2</sup>, Mariana Garcia da Silva<sup>1</sup>; Muriel Cicatti Emanoeli Soares<sup>1</sup>; Marina Granato<sup>1</sup>; Raquel Cavasini<sup>1</sup>, Katiuscia Fernandes Moreira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP: 18610304, Botucatu, SP. E-mail: seca@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV).

Recebido em: 29/04/2010

Aceito em: 17/03/2011

**Resumo.** Este trabalho visou discriminar, mapear e quantificar as áreas de uso da terra da microbacia do Ribeirão Monte Belo - Botucatu (SP), obtido por imagens digitais. As bases cartográficas foram a carta planialtimétrica, editada pelo IBGE (1969) e as imagens de satélite LANDSAT – 5 e 7, passagens de 21/01/1999, 08/01/2003 e 23/10/2006. O *software* Idrisi Andes 15.0 foi utilizado para conversão da informação analógica para digital e para determinação das áreas das coberturas vegetais. Os resultados permitiram constatar que o Sistema de Informação Geográfica – IDRISI Andes 15.0 foi eficiente na quantificação das áreas com uso da terra e que a análise dos dados mostrou um efetivo avanço das áreas de reflorestamentos em detrimento das áreas de pastagens, especialmente de 1999, 2003 e 2006, quando as áreas de campo foram substituídas pela silvicultura em sua totalidade. Apesar desse avanço, as áreas de mata que correspondem às Áreas de Preservação Permanente estão consideravelmente preservadas. Esse resultado vem ao encontro da tendência de expansão da silvicultura, especialmente após a instalação de indústrias de celulose na região, o que agravou os problemas ambientais oriundos da prática da monocultura.

**Palavras-chave.** Uso da terra, geoprocessamento, sensoriamento remoto.

**Abstract.** The present work sought to discriminate, to map and to quantify the areas of soil use of the Stream Monte Belo watershed - Botucatu (SP), obtained by digitale images. The cartographic bases were the shart planialtimetric, edited by IBGE (1969) and the satellite images LANDSAT - 7, passages of 21/01/1999, 08/01/2003 and 23/10/2006. The Software Idrisi Andes 15.0 were used for conversion of the analogical information for digital and for determination of the vegetable coverings areas. The results allowed to verify that the SIG - IDRISI Andes 15.0 were efficient in the quantification of the areas with soil use and that the analysis of the data showed a cash progress of the areas of reforestations to the detriment of the areas of pastures, especially from 1999, 2003 to 2006, when the field areas were substituted by the forestry in his totality. In spite of that progress, the forest areas that you correspond to the Permanent Preservation Areas, They are considerably preserved. That result comes to the encounter of the tendency of expansion of the forestry, especially after the installation of cellulose industries in the area, what worsened the environmental problems originating from of the practice of the monoculture.

**Keywords.** Soil use, geoprocessing, remote sensing

### **Introdução**

Nas bacias com cobertura de floresta natural, a vegetação promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (Sopper, 1975). Assim, a devastação das matas ciliares tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das

águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a erosão das margens de grande número de cursos d'água e o comprometimento da fauna silvestre.

Com o intuito de estruturar e viabilizar o planejamento do uso da terra através de política adequada e eficiente é de suma importância a disponibilidade de informações confiáveis e

atualizadas sobre a configuração atual do espaço geográfico.

Do ponto de vista hidrológico as bacias hidrográficas são classificadas em grandes e pequenas com base nos efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio.

O uso de imagens de satélite permite obter uma visão abrangente e atual do uso da terra, pois a alta resolução espacial, espectral e temporal dos atuais sistemas de sensores permite que o uso de modernos aplicativos de computador no tratamento e processamento das imagens na obtenção de análises precisas de qualquer fenômeno que esteja ocorrendo na superfície terrestre, em um espaço de tempo curto e com a possibilidade de acompanhamento da evolução destes fenômenos.

O presente trabalho de pesquisa visou identificar o uso da terra e modificações ocorridas nos últimos sete anos, utilizou-se as técnicas de

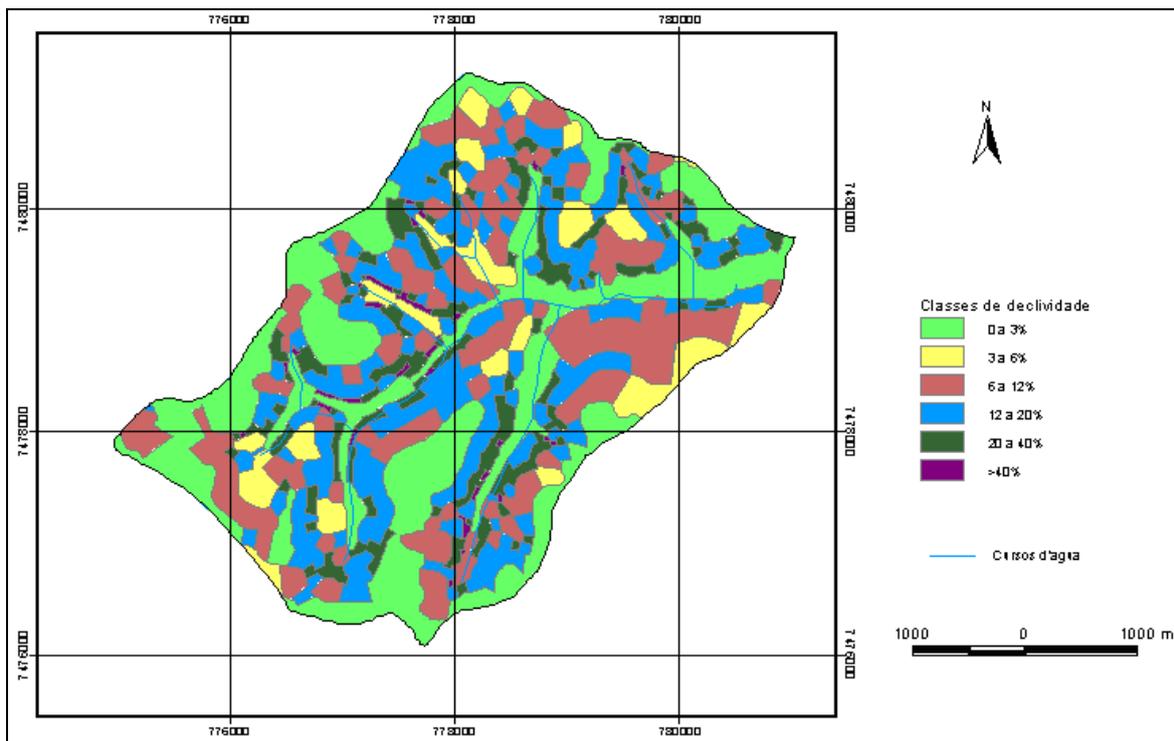
SIG na determinação da área da microbacia do Córrego Monte Belo – Botucatu-SP, obtido por imagens de satélite LANDSAT.

### Material e Métodos

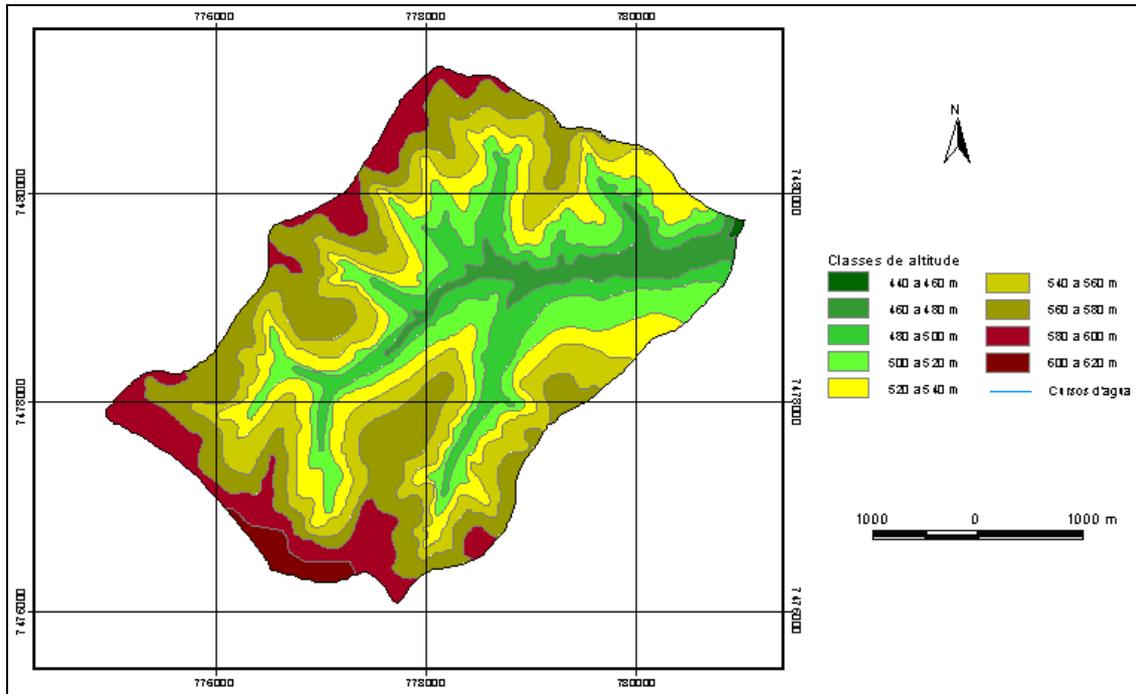
Este trabalho foi desenvolvido na microbacia do Córrego Monte Belo, dispondo de uma área de 1591,15 ha, estando situada na porção nordeste do município de Botucatu (SP), entre as coordenadas geográficas: 48° 21' W, 48° 15' W, 22° 48' S e 22° 45' S.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa – Clima subtropical úmido com invernos secos e verões quentes – em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18° C e do mês mais quente ultrapassa os 22° C.

O relevo da região é bastante acidentado apresentando grande amplitude altimétrica, variando de 440 a 620 m (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Carta clinográfica da microbacia Monte Belo – Botucatu (SP).



**Figura 2.** Carta hipsométrica da microbacia Monte Belo – Botucatu (SP).

Os pontos de controle no processo de georreferenciamento do mapa de ocupação do solo foram obtidos da Carta Planialtimétrica, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1969, folha de Botucatu (SF-22-R-IV-3), escala 1:50000.

As áreas das coberturas vegetais foram obtidas através da interpretação visual em tela de imagens do satélite LANDSAT – 5 e 7, em composições falsa-cor RGB, com o emprego das bandas 4-5-3 e 5-4-3, órbita/ponto 220/76, quadrante A, datas de passagens de 21 de janeiro de 1999, 8 de janeiro de 2003 e 23 de outubro de 2006.

Para entrada das informações analógicas como limite da microbacia e áreas de cobertura vegetal foi utilizado o *Scanner Genius Vivid Pro II*.

O *software* IDRISI Andes 15.0 – Sistema de Informações Geográficas foi utilizado no processamento das informações georreferenciadas e na conversão dos dados vetoriais em imagens *raster*.

O *software* Cartalinx (1999) foi usado na vetorização do limite da microbacia e das áreas de cobertura vegetal, obtidas através da Carta Planialtimétrica de Botucatu (SP) e das imagens LANDSAT.

O *software* ARCVIEW 3.2 (1999) - Sistema de Informações Geográficas foi utilizado no processamento das informações georreferenciadas e na elaboração dos mapas finais de uso e cobertura da terra;

O *software* ENVI 4.2 (2005) – Sistema de Informações Geográficas foi utilizado para o georreferenciamento da Carta Planialtimétrica de Botucatu, bem como das imagens LANDSAT utilizadas.

A delimitação da área da microbacia, dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno, foi definida pela conformação das curvas de nível existentes nas cartas planialtimétrica, interligando os pontos mais elevados da região em torno da drenagem, Argento & Cruz (1996).

O contorno da área da microbacia do Córrego Monte Belo – Botucatu (SP) foi realizado manualmente na Carta Planialtimétrica editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1969, folha de Botucatu (SF-22-R-IV-3), escala 1:50000, segundo os pontos mais elevados em torno da drenagem.

Posteriormente, o limite da bacia foi exportado para o *software* IDRISI Andes através do comando “File/Export”.



A interpretação das classes de uso e cobertura da terra foi feita com base nas imagens LANDSAT em três datas: de 21 de janeiro de 1999, 8 de janeiro de 2003 e 23 de outubro de 2006. , através do método de classificação em tela.

As imagens foram georreferenciadas no Idrisi Andes e os pontos de controle utilizados foram obtidos da carta planaltimétrica de Botucatu, previamente georreferenciada, sendo o datum utilizado o SAD – 69 e a Projeção UTM. As composições RGB foram realizadas para cada uma das datas e as composições foram convertidas para o formato BMP através do CartaLinx, a fim de serem interpretadas.

Depois de identificadas as diferentes classes de uso e cobertura da terra, os polígonos vetorizados foram exportados para o ArcView 3.2 com o propósito de se proceder a elaboração do mapa final, bem como a quantificação das áreas.

### **Resultados e Discussão**

Os dados obtidos através da interpretação das imagens permitiram a elaboração de mapas temáticos (mapa de uso da terra) e mostraram através da análise temporal a evolução do uso e cobertura da terra nos últimos sete anos, na área da microbacia do Córrego Monte Belo.

O uso de imagens de satélite permitiu obter uma visão abrangente e atual do uso da terra. A alta resolução espacial, espectral e temporal dos atuais sistemas de sensores permite que com o uso de aplicativos de computador, para o tratamento e processamento das imagens, obtenham-se análises precisas de qualquer fenômeno que esteja ocorrendo na superfície, no interior da terra e dos mares, em um espaço de tempo curto e com a possibilidade de acompanhamento da evolução destes fenômenos.

A análise digital da imagem de satélite pelo IDRISI permitiu o reconhecimento de três coberturas vegetais: reflorestamento, pastagens e mata. O Sistema de Informação Geográfica foi eficiente na identificação, no mapeamento e na determinação das ocupações do solo, pois minimizou a complexidade e o grau de subjetividade na quantificação dessas áreas.

A análise das Figuras 3, 4 e 5 e do Quadro 1 permitiu constatar que as áreas com reflorestamento e mata compõem os principais componentes da paisagem na bacia, pois representaram 100% da área da microbacia em

2006, mostrando com isso, o domínio da silvicultura na região, reflexo da predominância de solos de baixa fertilidade, conforme Barros (1988).

A análise dos dados em 1999 mostra que aproximadamente 40% da área era utilizada para reflorestamento (646,90 ha). Em 2003 essa área foi reduzida para 435,83 ha (27,39%) e, em 2006, o reflorestamento expandiu para 62,78% da área total da microbacia do Córrego Monte Belo, com tendência de ampliação dessa cobertura florestal, como forma de proteção racional e integrada da área (Campos, 1997), haja visto a existência na região de grandes companhias reflorestadoras que se instalaram em busca de terras menos valorizadas e com potencialidades para essências florestais (Barros, 1988).

As matas, áreas de preservação permanente, não apresentaram variações significativas no período de sete anos, mantendo-se entre 30% e 45% da área total da microbacia. Os desmatamentos agridem o solo uma vez que, ao deixa-lo descoberto e sob a ação das chuvas possibilita, como consequência, a formação de processos erosivos, bem como a lixiviação de nutrientes essenciais à sobrevivência das plantas. Desta maneira, o uso do solo deve ser realizado de forma racional, adequado e não agressivo ao meio ambiente.

Para Coelho (1968), a silvicultura de eucalipto atende as necessidades econômicas e, ao mesmo tempo, constitui-se numa forma de proteção contra o processo erosivo do solo e lixiviação de nutrientes, uma vez não estar exposto diretamente à ação das chuvas. Segundo Vieira (1978) essa cobertura vegetal tem grande influência nos processos de escoamento, atuando no mecanismo hidrológico, retardando e desviando o escoamento superficial e consequentemente a erosão.

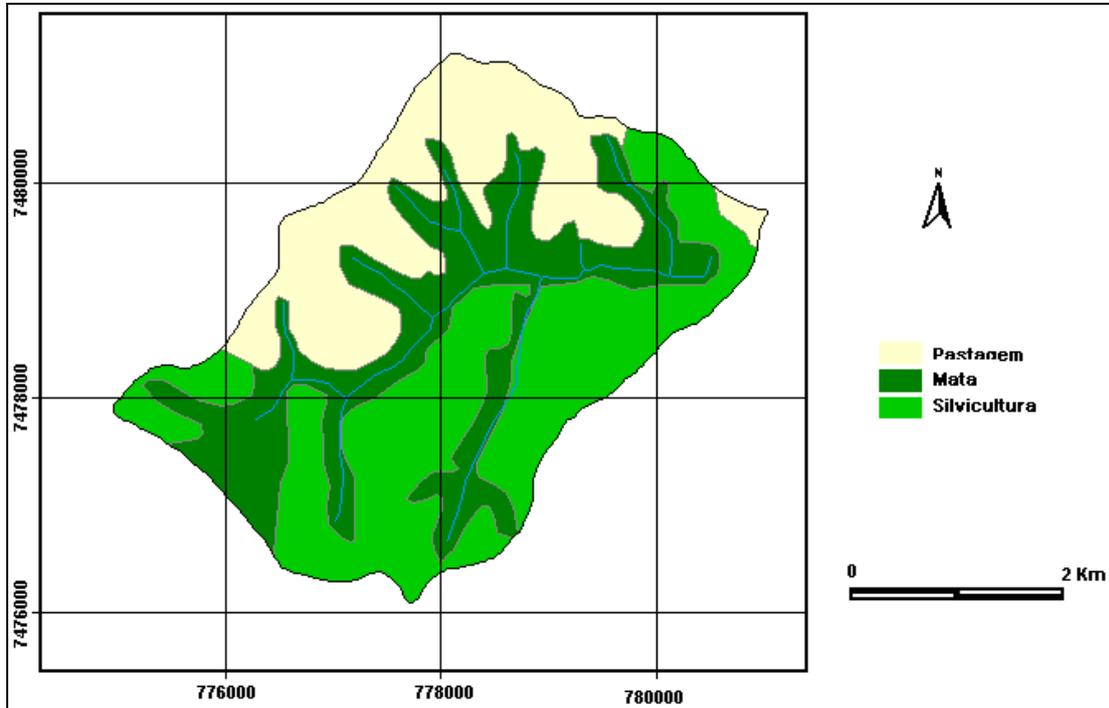
As áreas de matas, representando mais de 1/3 da área em 2006 (37,22%), são constituídas por tipos de vegetações arbóreas, como florestas nativas primárias e secundárias e matas de galeria (matas ciliares). Elas apresentaram aumento de área de quase 15%, no período de 1999 a 2003, devido ao decréscimo das áreas com pastagens, provavelmente em função da regeneração de algumas espécies arbóreas.

As pastagens sofreram diminuição significativa no período de 2003 a 2006 (100%),

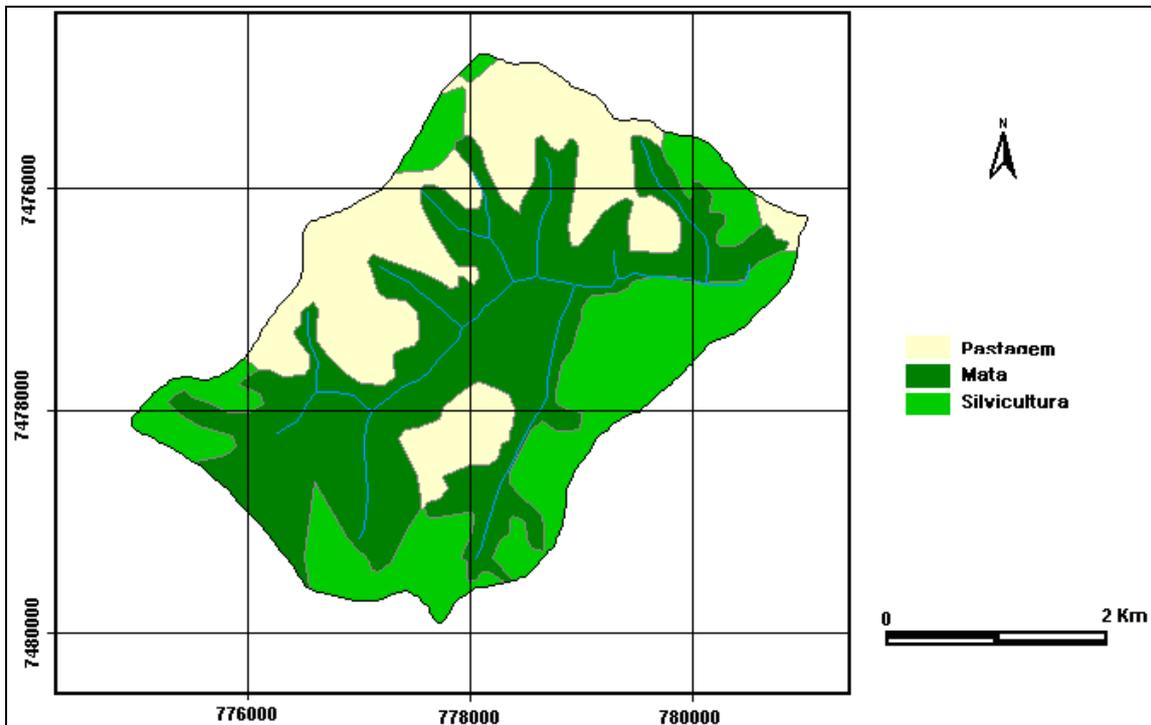
em detrimento da expansão da área reflorestada com eucalipto (129,2%).

Portanto, as transformações na cobertura vegetal ocorreram dinamicamente na microbacia,

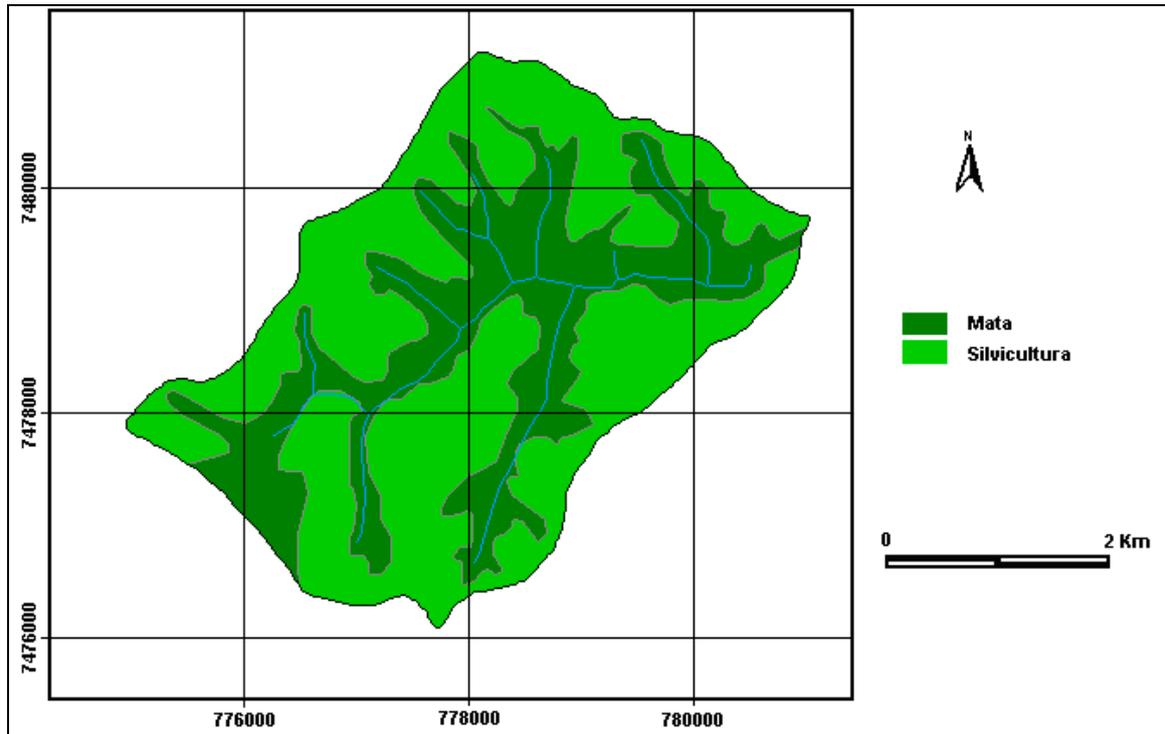
ao longo do tempo com a região sofrendo sensíveis mudanças nas paisagens, caracterizadas pela expansão agrícola que vem ocorrendo através das áreas com uso por reflorestamento.



**Figura 3.** Uso e cobertura da terra da microbacia do Córrego Monte Belo – Botucatu (SP), em 1999.



**Figura 4.** Uso e cobertura da terra da microbacia do Córrego Monte Belo – Botucatu (SP), em 2003.



**Figura 5.** Uso e cobertura da terra da microbacia do Córrego Monte Belo – Botucatu (SP), em 2006.

**Tabela 1.** Classes de uso e cobertura da terra da microbacia do Córrego Monte Belo – Botucatu (SP).

Classes de uso ou cobertura	Área					
	1999		2003		2006	
	ha	%	ha	%	ha	%
Pastagens	428,12	26,90	437,96	27,53	0,00	0,00
Mata	516,13	32,44	717,36	45,08	592,23	37,22
Reflorestamento	646,90	40,66	435,83	27,39	998,92	62,78

### Conclusões

A análise dos dados mostrou um efetivo avanço das áreas de reflorestamentos em detrimento das áreas de pastagens, no período de 2003 a 2006, quando estas áreas foram substituídas pela silvicultura em sua totalidade.

As áreas de mata que correspondem geralmente Áreas de Preservação Permanente vem sendo preservada ambientalmente na microbacia, haja visto que estas representam ainda 37,22% da área estudada.

As imagens do Sensor Landsat 5 e 7 permitiram o mapeamento do uso da terra da microbacia de maneira rápida, além de fornecer um excelente banco de dados para futuros planejamentos da área.

### Referências

ARGENTO, M.S.F.; CRUZ, C.B.M. **Mapeamento geomorfológico.** In: CUNHA,

S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.) **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.264-82. 1996.

BARROS, Z.X. **Caracterização de bacias hidrográficas no mapeamento de solos mediante o uso de análise multivariada.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1988, 113p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, 1988.

CAMPOS, S. **Diagnóstico físico conservacionista da bacia do rio Lavapés - Botucatu (SP).** Botucatu: UNESP, 1997. 140p. Tese (Livre-Docência em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, 1997.

COELHO, A.G. **Fotointerpretação da eucaliptocultura e estudo do planejamento**



**Revista Agrarian**  
ISSN: 1984-2538

agrícola. **Boletim do Instituto Agrônomo**,  
Campinas, n.187, p.1-60, 1968.

SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and  
related management practices on water quality in  
forested watersheds. **Journal of Environmental  
Quality**, Madison, v.4, n.1, p.24-9, 1975.

VIEIRA, N.M. **Estudo geomorfológico das  
voçorocas de Franca, SP**. Franca: Universidade  
Estadual Paulista, 1978. 255p. Tese (Doutorado  
em História), Universidade Estadual Paulista,  
1978.