

ANÁLISE DO USO INADEQUADO DA TERRA ATRAVÉS DO SIG-IDRISI

Sérgio Campos; Cristiane Lopes da Silva; Thiago Godinho dos Santos; Edson Luís Piroli
Departamento de Engenharia Rural – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, SP, seca@fca.unesp.br.

1 RESUMO

Este trabalho visou analisar o uso inadequado da terra através do SIG-IDRISI na bacia do Rio Capivara - Botucatu (SP), compreendida entre as coordenadas geográficas 22°39'36" a 22°57'39" S e 48°17'34" a 48°29'36" W Gr., com uma área de 21.912,5 ha. O SIG - IDRISI foi eficiente e rápido na identificação, mapeamento e determinação dos usos da terra: reflorestamento, pastagens, solo exposto, uso agrícola, capoeiras e matas. As imagens do satélite LANDSAT 5 forneceram um excelente banco de dados para a classificação supervisionada e futuros planejamentos e gerenciamento das atividades agropecuárias. As pastagens vêm sendo utilizadas inadequadamente nas classes III e VIII, bem como o uso agrícola em todas as classes, com exceção da classe III. A subclasse VIIIe, a mais problemática, apresenta-se coberta com mais de 56,54% de áreas conflitantes. As áreas de conflitos das classes IV e VI poderão ser usadas adequadamente com pastagens, bem como as da classe III por culturas, sendo opções de retorno econômico para o agropecuarista. As classes com uso agrícola e pastagem predominaram em 58,17% da bacia, mostrando o domínio da agropecuária. A preservação ambiental vem ocorrendo na bacia, pois se apresenta coberta com 29,58% de matas e capoeiras.

UNITERMOS: Ocupação do solo, uso da terra

CAMPOS, S., SILVA, C.L., SANTOS, T.G. DOS, PIROLI, E.L. ANALYSIS OF THE INADEQUATE SOIL USE THROUGH OF THE GIS-IDRISI

2 SUMMARY

This study aimed to analyse of the inadequate soil use through of the GIS-IDRISI in the Capivara River basin - Botucatu (SP), between the geographical coordinates 22° 42' to 22° 56' S and 48° 20' to 48° 22' W Gr., it comes with an area of 21.912,5 ha. GIS - IDRISI was efficient and fast for identification, survey and determination of the soil: reforestation, pastures, exposed soil, agricultural use, brushwood and forests. The images of the satellite LANDSAT 5 supplied an excellent database for the supervised classification, future plannings and managing of the agricultural activities. The pastures has been inadequately use in the classes III and VIII, as well as the agricultural use in all the classes, except for the class III. The subclass VIIIe, the most problem, is covered with 56,54% of conflict areas. The classes with agricultural use and pasture prevailed in 58,17% of the basin, mainly agricultural use. The environmental preservation is occurring in the basin, because it is covered with forests and brushwood (29,58%). The conflict areas will can be adequately use in the classes IV and VI with pastures, as well as the culture uses in the class III, being option of economical investment for the agriculture and cattle-raising.

KEYWORDS: Soil occupation, soil use

3 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda dos recursos naturais e a rápida diminuição global, faz-se necessários estudos e planejamentos que maximizem a manutenção desses recursos.

O levantamento do uso da terra numa dada região é de fundamental importância para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Qualquer que seja a organização espacial do uso da terra num dado período, raramente é permanente. Deste modo, há necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra, para que as tendências sejam analisadas e utilizadas de forma mais técnica, adequada e racional possível.

O planejamento do uso da terra vem se tornando cada vez mais uma importante atividade para os meios rural e urbano. Nesse sentido, o uso adequado da terra, de maneira a protegê-la contra a erosão e visando aumentar gradativamente a sua capacidade produtiva, requer sempre um planejamento inicial, efetivo e eficiente.

Assim, para que se possa estruturar e viabilizar um planejamento e a implementação de uma política agrícola adequada há necessidade de se ter informações confiáveis e atualizadas referentes ao uso e ocupação da terra atual.

Portanto, o presente trabalho de pesquisa visou analisar o uso inadequado da terra através do SIG – IDRISI da terra da bacia do Rio Capivara - Botucatu (SP), visando a racionalidade no uso e a conservação das terras da bacia, pois este sistema permite obter resultados com maior agilidade quanto à integração e manipulação dos dados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na bacia do Rio Capivara, localizada no município de Botucatu (SP), por ser uma área muito importante do município. Essa área situa-se geograficamente entre as coordenadas : 48° 20' a 48° 22' de longitude W Gr. e 22° 42' a 22° 56' de latitude S, apresentando 21912,5 ha.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cfa - clima temperado chuvoso.

Segundo Oliveira et al. (1999), os solos ocorrentes na área são: Latossolo Vermelho-Amarelo (**LVA**); Latossolo Vermelhos (**LV**); Neossolos Quartzarênico Argissólico e Latossólico (**RQ**) e Neossólicos Litólicos (**RL**).

Foram utilizados, no estudo, os dados coletados pelo sensor "Thematic Mapper", do Landsat-5, no formato digital, composição colorida das bandas TM3, TM4 e TM5, em escala 1 : 50000, referentes à órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 08/06/97.

A coleta e a confirmação das coordenadas dos pontos de controle a campo e da ocupação do solo foi realizada com auxílio de um GPS de navegação GARMIN XL 45 GPS II.

O "Software" IDRISI - Sistema de processamento de informações georreferenciadas foi utilizado na classificação supervisionada da imagem de satélite.

Inicialmente, foi elaborada uma composição falsa cor com a combinação das bandas 3, 4 e 5, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica. Esta composição apresenta os corpos d'água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados. A seguir, fez-se o georeferenciamento da composição falsa cor, utilizando-se para isso do módulo Reformat/Resample do SIG – IDRISI, sendo os pontos de controle obtido nas cartas planialtimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em escala 1 : 50000, referentes aos municípios de Botucatu (SF-22-R-IV-3) e de Barra Bonita (SF-22-Z-IV-1), respectivamente, editadas em 1969 e 1978. Após o georeferenciamento, foi feito o corte, extraíndo-se apenas a área da bacia do Rio Capivara. Posteriormente, foram demarcadas as áreas de treinamento sobre a imagem com o cursor e o mouse. Essas áreas foram demarcadas sobre grande número de locais, buscando-se abranger todas as variações de cada ocupação do solo.

Depois, foram criadas as assinaturas pelo módulo Maseking e a classificação supervisionada propriamente dita pelo método de Máxima Verossimilhança, através do módulo Maxlike. Na classificação supervisionada, as ocupações do solo foram identificadas e diferenciadas, umas das outras pelo seu padrão de resposta espectral, sendo as áreas de treinamento delimitadas por polígonos desenhados sobre cada uso da terra na imagem. Em seguida, foram indicados os nomes para cada classe de uso da terra, associados aos seus respectivos identificadores, sendo a imagem classificada e os cartogramas demonstrativos da distribuição espacial de cada uso da terra com base nestes dados.

Na identificação digital dos alvos, utilizou-se das chaves de interpretação para imagens (ROCHA, 1986) para determinação das 6 classes de uso: reflorestamento, solo exposto, uso agrícola, pastagens, capoeiras e matas, sendo amostrados 3 pontos por classe.

Para análise das áreas com uso inadequado da terra foi utilizado o mapa de uso da terra obtido pela classificação supervisionada em 1997 e o mapa de capacidade de uso das terras da bacia do Rio Capivara – Botucatu obtido por Araújo Júnior (1998).

A conversão do mapa de uso adequado para o formato digital foi realizado através do scanner Genius Vivid Pro II e convertido para o formato vetorial através de digitalização na tela do computador.

Após a elaboração da carta de uso da terra em 1997, de uso adequado e do cruzamento entre estas, as áreas foram medidas, utilizando-se do comando "Area" do menu "Database Query", pertencente ao módulo "Analysis", sendo posteriormente determinada as porcentagens de cada classe.

A verificação do resultado da classificação foi avaliado estatisticamente através do Índice Kappa. O procedimento sugerido por Eastmann (1999) e por Simões (2001), inicialmente consistiu na geração de pontos aleatoriamente estratificados. O uso da terra no píxel referente a cada ponto foi identificado, sendo criado a seguir um arquivo de valores relacionado aos pontos amostrais da verdade terrestre. Estes dois arquivos foram associados e em seguida rasterizados, gerando uma imagem raster com a verdade terrestre. A seguir, através do módulo *Ermat* analisou-se estatisticamente a classificação supervisionada confrontando-a com a imagem contendo a verdade terrestre com a imagem classificada do uso da terra. O resultado desta confrontação é uma matriz de erros e o Índice Kappa geral e por categoria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise digital da imagem de satélite pelo Sistema de Informação Geográfica – IDRISI permitiu o reconhecimento de 6 coberturas vegetais: reflorestamento, solo exposto, pastagens, usos agrícolas, capoeiras 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 1 e 2 e do Quadro 1 permitiu constatar que as áreas com uso agrícola e as pastagens compõem os principais componentes da paisagem na bacia, pois ocupam 7.459,00 ha (34,04%) e as pastagens (24,13%). Essas coberturas vegetais representaram mais de 58% da área total da bacia, ou seja, cobriram 12.747,7 ha, mostrando com isso, o domínio da agropecuária na região, reflexo da predominância de solos de baixa fertilidade, conforme Barros (1988) e Campos (1998).

A bacia apresenta-se coberta com mais de 11% de floresta implantada (Reflorestamento) espalhadas ao longo da bacia com Eucalipto (2534,19 ha). Essa cobertura deve ser mais incrementada na região, como forma de proteção racional e integrada da área (CAMPOS, 1997), pois há uma tendência de evolução, uma vez que na região existem grandes Companhias Reflorestadoras que vieram para essa região em busca de terras menos valorizadas e com potencialidades para essências florestais (BARROS, 1988). Essas populações com Eucalipto para Coelho (1968) atendem as necessidades econômicas e constituem-se numa forma de proteção contra o processo erosivo do solo, pois o solo não ficando exposto a ação das chuvas, conseqüentemente as erosões deixarão de aparecer e os elementos nutritivos essenciais para a

sobrevivência das plantas não serão lixiviados. Essa cobertura vegetal para Vieira (1978) tem grande influência nos processo de escoamento, atuando no mecanismo hidrológico, retardando e desviando o escoamento superficial e conseqüentemente a erosão.

As matas vêm se tornando cada vez mais escassas na região, sendo estas ocupadas por pastagens. Isto vem se desenvolvendo sem planejamento, com métodos inadequados e cortes indiscriminados dessas coberturas naturais remanescentes e sem os estudos sobre os impactos ambientais, que certamente acarretarão em erosões nos solos e assoreamentos dos cursos d'águas. Essas áreas cobrindo 11,25% da bacia (2.466,18ha) são constituídas por tipos de vegetações arbóreas, como florestas nativas primárias e secundárias e matas de galeria (matas ciliares).

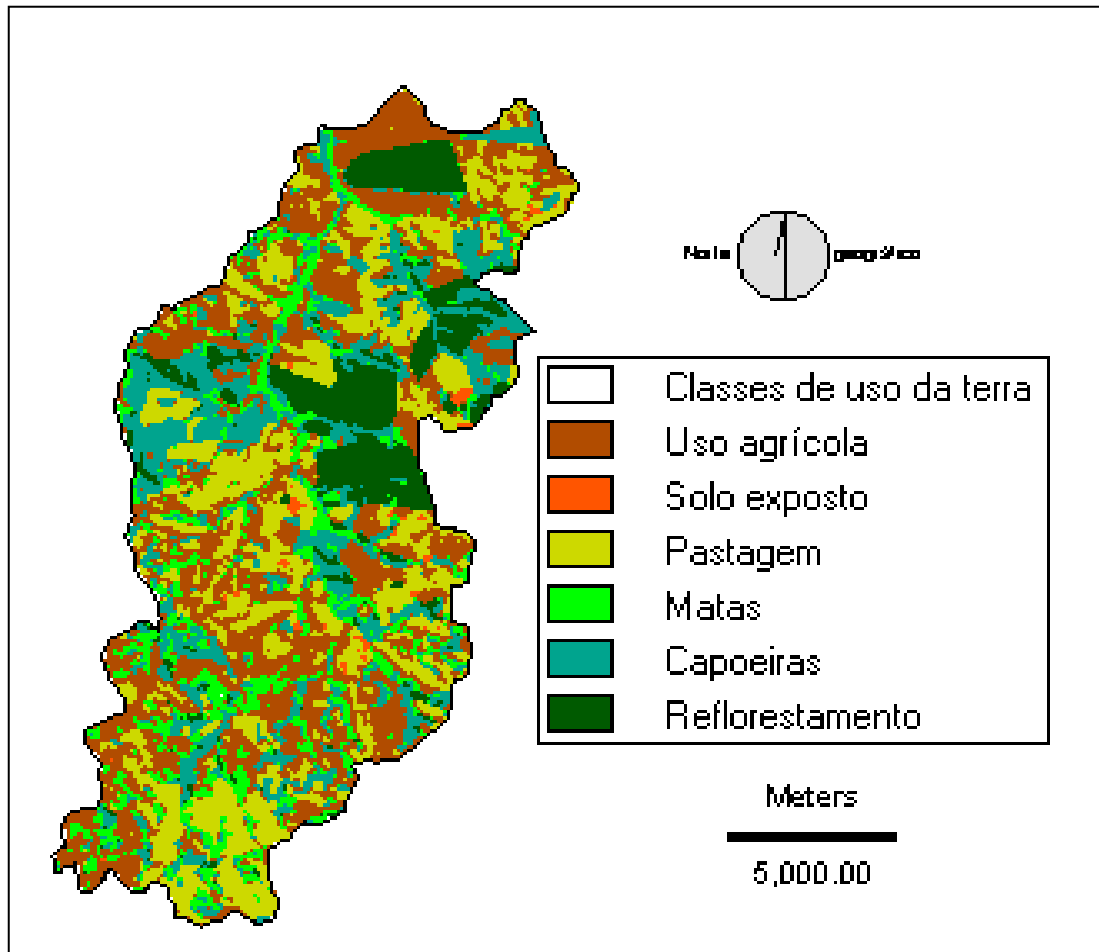


Figura 1. Distribuição espacial das classes de uso da terra ocorrentes na bacia do Rio Capivara Botucatu (SP).

Esses dados permitem inferir que as ocupações do solo com pastagens, capoeiras e matas, representavam em 1997, mais de 53% da área da bacia, refletindo dessa maneira a predominância de solos de baixa fertilidade, conforme constatado por Barros (1988).

A delimitação das classes de capacidade de uso da terra é recomendado para fins de planejamento de práticas de conservação do solo em propriedades ou empresas agrícolas e em pequenas bacias hidrográficas (LEPSCH et al., 1991), pois visa definir áreas homogêneas para utilização adequada dos solos em termos de conservação, pretendendo dessa maneira disciplinar os processos ou artifícios usados para deter ou retardar o depauperamento e destruição dos solos.

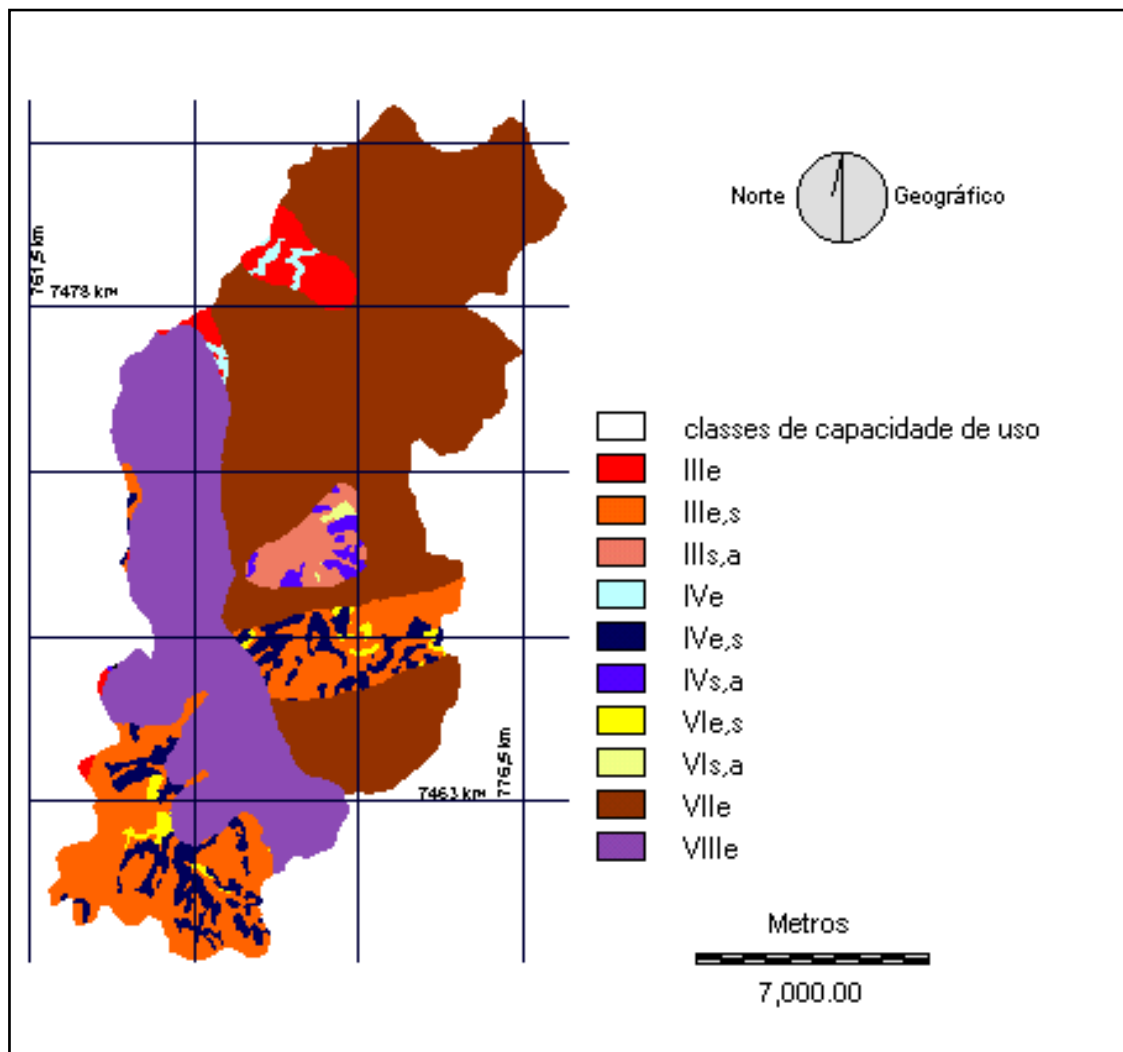


Figura 2. Classes e subclasses de capacidade de uso da terra ocorrentes na bacia do Rio Capivara Botucatu (SP)., segundo Araújo Júnior (1998).

Quadro 1. inter-relação entre o uso adequado e de 1997 das terras da bacia do Rio Capivara – Botucatu (SP).

Capacidade De uso		Classes de uso da terra						Total
		Uso Agrícola	Solo Exposto	Pastagem	Mata	Capoeira	Reflores-tamento	
III	ha	1562,92	38,67	1239,63	587,08	491,29	160,78	4080,37
	%	7,13	0,18	5,66	2,68	2,24	0,73	18,62
IV	ha	424,03	5,42	434,21	268,99	190,21	71,21	1394,07
	%	1,94	0,02	1,98	1,23	0,87	0,33	6,37
VI	ha	45,91	0,00	64,61	31,42	42,89	23,61	208,44
	%	0,21	0,00	0,30	0,14	0,20	0,11	0,96
VII	ha	3480,37	99,32	2461,23	820,24	1933,41	2059,68	10854,25
	%	15,88	0,45	11,23	3,74	8,82	9,40	49,52
VIII	ha	1945,77	4,34	1089,02	758,45	1358,88	218,91	5375,37
	%	8,88	0,02	4,97	3,46	6,20	1,00	24,53
Total		7459,00	147,75	5288,70	2466,18	4016,68	2534,19	21912,5
		34,04	0,67	24,14	11,25	18,33	11,57	100

Esses dados permitem inferir que as ocupações do solo com pastagens, capoeiras e matas, representavam em 1997, mais de 53% da área da bacia, refletindo dessa maneira a predominância de solos de baixa fertilidade, conforme constatado por Barros (1988).

A delimitação das classes de capacidade de uso da terra é recomendado para fins de planejamento de práticas de conservação do solo em propriedades ou empresas agrícolas e em pequenas bacias hidrográficas (LEPSCH et al., 1991)., pois visa definir áreas homogêneas para utilização adequada dos solos em termos de conservação, pretendendo dessa maneira disciplinar os processos ou artifícios usados para deter ou retardar o depauperamento e destruição dos solos.

As informações sobre o uso adequado das terras são importantíssimas para estruturação e viabilização de um planejamento agrícola, pois o diagnóstico da adequação agrícola das terras rurais de uma região envolve a caracterização do meio físico, do uso atual e a determinação da capacidade de uso das terras, sendo possível com esses dados identificar a compatibilidade entre a capacidade de uso e o uso atual, além de poder identificar as áreas utilizadas com prejuízo potencial ao ambiente(acima da capacidade de uso) e as subutilizadas, ou seja, abaixo da capacidade de uso (MURAMOTO et al., 1993).

A atividade agropecuária é muito representativa na classe III (2802,55 ha), pois as culturas agrícolas estão presentes com 7,13% (1562,92 ha) e as pastagens com 5,66% (1239,63 ha), sendo as pastagens áreas de conflitos, pois as terras da classe III, por serem nobres, estão sendo subutilizadas por essa cobertura vegetal. Essas áreas poderiam ser mais bem aproveitadas com a implantação de culturas, uma vez que as pastagens vêm ocupando áreas com declividades nobres.

As matas com 587,08ha e as capoeiras com 491,29ha, totalizando 26,43% desta classe, permitem constatar que as áreas de preservação estão sendo respeitadas, pois segundo o Código de Preservação Florestal, deve ser no mínimo de 20%. de área florestada.

Os solos ocorrentes na classe IV por apresentam riscos ou limitações severas, apresentando sérios problemas de conservação, são adequados para cultivos com pastagens e florestas. Assim, estes estão sendo utilizados inadequadamente com uso agrícola (424,03 ha) e com solo exposto (5,42 ha). Essas áreas poderiam ser usadas adequadamente com pastagens, pois a pecuária é a atividade de maior retorno econômico para os pecuaristas da região.

As matas e as capoeiras, respectivamente, com 268,99 ha e 190,21 ha, representam 32,94% dessa classe, estando acima dos 20% exigidos pelo Código Florestal.

Os conflitos de uso da terra na classe VI mostram que essa vem sendo usada adequadamente em 77,97%, ou seja com pastagens em 64,61 ha, com matas em 31,42 ha, com capoeiras em 42,89 ha e com reflorestamentos em 23,61 há e inadequadamente com culturas agrícolas que vem ocupando inadequadamente essa classe em 22,03% (45,91ha). Assim, praticamente, 1/5 dessa classe é área de conflito, podendo ocorrer problemas com erosões em função da alta declividade e deflúvio que essas terras apresentam (LEPSCH et al.,1991). Nessas áreas, as pastagens poderiam ser implantadas com sucesso, sendo outras opções para os pecuaristas.

As áreas da classe VII estão sendo subutilizadas em quase 1/3, ou seja 3480,87 ha com uso agrícola e 99,32 ha com solo exposto . Essas áreas por serem adaptadas mais para pastagens e reflorestamentos, uma vez que apresentam problemas de conservação do solo vem sendo preservada ambientalmente, pois mais de 44% se apresentam cobertos por matas (820,24ha) matas, capoeiras (1933,41ha) e reflorestamentos (2059,68ha). Essa área apresentava uma atividade agropecuária expressiva, pois mais de 54% era compreendida por uso agrícola 3480,37ha e por pastagens 2461,23ha.

A classe VIII, por serem terras impróprias para vegetação produtiva e ser mais adaptada para proteção da fauna silvestre, recreação e armazenamento de água, vem sendo subutilizada com usos agrícolas 1945,77ha, solo exposto 4,34ha e pastagens 1089,02ha. Essa classe, embora apresente mais de 56% da sua área sendo subutilizada, mais de 44% é coberta com mata (758,45ha), capoeira (1358,88ha) e reflorestamento (218,91ha), mostrando que esta está sendo preservada ambientalmente. A preservação dessa classe, provavelmente, vem ocorrendo em detrimento das terras apresentarem características adversas, pois geralmente estão

localizadas em escarpas de serras, segundo Lepsch et al. (1991) e são locais de difícil acesso (BARROS, 1988).

A avaliação da exatidão para a classificação supervisionada realizada pelo índice Kappa foi de 0,47, cuja qualidade foi classificada como boa, segundo Landis & Koch (1977). Como foi possível analisar somente 6 classes de uso, pode-se concluir que é necessário a aplicação de uma classificação supervisionada mais rigorosa para mapeamentos futuros nessa área.

6. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e com os resultados obtidos concluiu-se que: as imagens do Sensor TM do LANDSAT 5, permitiram o mapeamento do uso da terra da bacia de maneira rápida e confiável, além de fornecer um excelente banco de dados para a classificação supervisionada e para futuros planejamentos e gerenciamento das atividades agropecuárias regionais; o SIG - IDRISI permitiu constatar através de seus diferentes módulos para georreferenciamento, classificação digital do uso da terra e modelo matemático, as áreas de uso da terra por: reflorestamento (34,04%); solo exposto (0,67%); pastagem (24,14%); uso agrícola (11,25%); capoeira (18,33%) e mata (11,57%) com rapidez e confiabilidade; as áreas com uso agrícola foram os principais componentes da paisagem da bacia, ocupando 34,04% da bacia; o alto índice de ocupação do solo por povoamentos com eucalipto, pastagens, capoeira e reflorestamento refletem a predominância de solos com baixa fertilidade; o uso agrícola e as pastagens predominaram em mais de 58% da bacia, mostrando assim o domínio da agropecuária; a preservação ambiental vem ocorrendo na bacia, pois as classes vêm sendo cobertas, em média, por mais de 40% com matas, capoeiras e reflorestamentos; a subclasse VIIIe foi a subclasse mais problemática porque apresenta com mais de 56% de áreas conflitantes; as áreas nas classes IV e VI podem ser outras opções de implantação com pastagens (23,99%) para o pecuarista, bem como a classe III é uma outra opção de plantio com culturas (5,66%) para o agricultor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO JÚNIOR, A.A. de. **Capacidade de uso das terras da bacia do Rio Capivara – Botucatu (SP)**. Botucatu: UNESP, 1998. 94p. Dissertação (Mestrado).
- BARROS, Z.X. de **Caracterização de bacias hidrográficas no mapeamento de solos mediante o uso de análise multivariada**. Botucatu: UNESP, 1988, 113p. Tese (Doutorado).
- CAMPOS, S. **Diagnóstico físico conservacionista da bacia do rio Lavapés - Botucatu (SP)**. Botucatu: UNESP, 1997. 140p. Tese (Livre-Docência).
- COELHO, A.G. de. Fotointerpretação da eucaliptocultura e estudo do planejamento agrícola. **Bol.Inst.Agron.**, Campinas, n.187, p.1-60, 1968.
- EASTMAN, J. R. IDRISI32. **Guide to GIS and image processing**. Massachusettes, Clark University. V. 2, 1999. 169p.
- LANDIS, J.R., KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n.1, p. 159 – 174, 1977.
- LEPSCH, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: **Soc.Bras.Cien. do Solo**, 1983. 175p.

MURAMOTO, J. et al. Adequação do uso das terras de Piracicaba (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.405-6.

OLIVEIRA, J.B. de; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERAN FILHO. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo*. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Campinas, 1999. 64p.

ROCHA, J.S.M. da. **Manual de interpretação de aerofotogramas**. Fascículo XI, Santa Maria, 1986, 58p.

SIMÕES, L.B. **Integração entre um modelo de simulação hidrológica e Sistema de Informação Geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias**. Botucatu: UNESP, 2001.171p. Tese (Doutorado).

VIEIRA, N.M. **Estudo geomorfológico das voçorocas de Franca, SP**. Franca: UNESP, 1978. 255p. Tese (Doutorado).