

GEOINFORMAÇÃO NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM SUB-BACIA HIDROGRÁFICA

Ramon Felipe Bicudo da Silva¹; Fabio Ávila Nossack²; Anderson Antônio da Conceição Sartori²; Célia Regina Lopes Zimback²; Pedro Ivo de Moraes²

¹Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – Universidade Estadual de Campinas, SP

ramonbicudo@yahoo.com.br

²Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP

1 RESUMO

Por meio do sensoriamento remoto, processamento digital de informações geoespaciais e visitas a campo na sub-bacia do Rio Capivara, foi possível a identificação das mudanças da paisagem sobre tudo na expansão da cultura de eucalipto, citricultura e cana-de-açúcar, sendo as duas últimas, sobre terras compreendidas pela Depressão Periférica da Cuesta Basáltica. Uma parte significativa dos solos nesta feição geológica são formados a partir de arenitos, conferindo alta permeabilidade, tornando-os importantes áreas de recarga de água subterrânea como também sensíveis à contaminação destas reservas hídricas por infiltração. Foi observada a estabilização dos fragmentos de vegetação nativa, mantendo entre os anos de 2000 e 2010 uma taxa de 26,5% do uso do solo. A diminuição das pastagens sendo substituídas por eucalipto, cana-de-açúcar e laranja, também chamam atenção para a mudança no modelo agroeconômico ditado pela demanda econômica e social da atualidade. A diminuição das pastagens, também, é acompanhada da diminuição das erosões presentes na bacia hidrográfica, evidências de dois aspectos fortemente relacionados.

Palavras-chave: uso do solo; zonas de manejo; geoprocessamento.

**SILVA, R. F. B. da; NOSSACK, F. A.; SARTORI, A. A. C.; ZIMBACK, C. R. L.;
MORAES, P. I. de. GEOINFORMATION IN WATER RESOURCES MANAGEMENT
IN SUB-BASIN**

2 ABSTRACT

By remote sensing, geodatabase digital processing, information and expeditions to Capivara's sub-basin, was possible to identify the changes in the landscape mainly the expansion of eucalyptus, sugar-cane, and orange trees, being the last two, mainly on the Periferic Depression of Basaltic Cuesta. A significant portion of the soil on this geological area is formed from sandstones, providing high permeability to them, making them important places to groundwater recharge areas as sensible to contamination by pesticides. Throughout last decade was observed that the native vegetation fragments stabilization, keeping a reason of 26.5% on the land used between 2000 and 2010. The pasture decrease being substituted by eucalyptus, sugar-cane and orange trees call attention for the changes in the agribusiness

model demanded by the current economic and social necessity. Pasture decrease followed by erosions decrease on sub-basin is evidence that these two aspects are strongly related.

Key words: land use, management zone, geoprocessing.

3 INTRODUÇÃO

A ocupação das terras no Brasil e no mundo está diretamente relacionada às demandas da população pela produção de alimentos, expansão urbana e de sistemas viários, exploração de minérios e combustíveis fósseis, o que no decorrer das gerações passadas à atualidade, proporcionou transformações na paisagem em diversas escalas. Em alguns casos, principalmente nas zonas rurais, o processo de ocupação atual dos territórios pode ser consideravelmente reorganizado de modo a permitir a exploração do solo, a transformação da paisagem e o desenvolvimento econômico com sustentabilidade.

Para Lepsch (1991), a adaptação das terras a diferentes atividades agropecuárias e silviculturais esta relacionada à sua capacidade de uso, ou seja, sua adaptabilidade para fins diversos de acordo com suas possibilidades e limitações. A aptidão das terras é definida por meio de uma comparação de suas condições agrícolas com os níveis estipulados de fertilidade do solo, deficiência de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

O sistema de capacidade de uso do solo busca representar grupamentos qualitativos de solos sistematizando características e propriedades de maneira que seja possível a definição da sua máxima capacidade de uso sem riscos de degradação ou erosão acelerada, sendo as características da terra, aquilo que pode ser medido e estimado, textura ou a cor solo, enquanto que as propriedades são os atributos relativos ao comportamento resultante da interação solo com meio ambiente, a exemplo, riscos à erosão (LEPSCH, 1991).

Como parte do levantamento de dados para estudo do meio ambiente, Zimback (1997) considerou que o levantamento de solos identifica unidades e estabelece seus limites geográficos, além de suas características físicas e químicas e as sistematizam em mapas temáticos, que são de larga utilização na elaboração de mapas de capacidade de uso da terra.

O uso das terras em desacordo com sua respectiva aptidão, associado ao desconhecimento ou descaso em relação às características e funções ecológicas de determinados elementos da paisagem, como a substituição de matas ciliares por pastagens ou áreas de plantio, ocasionam sérios danos à qualidade dos recursos hídricos e ao regime de enchentes e estiagens na bacia hidrográfica. Oliveira e Perez Filho (1993) chamam a atenção para a implantação de culturas agrícolas em regiões próximas às nascentes de rios, que se cultivadas com uso de fertilizantes, agrotóxicos e adubos, podem contaminar cursos d'água incluindo reservatórios de abastecimento para populações humanas.

O processo de expansão das zonas de manejo para agricultura e pecuária provocou no decorrer das décadas a substituição em larga escala da vegetação natural por paisagens modificadas. Neste contexto, as florestas, que exercem papel fundamental na qualidade da água, na minimização do processo de erosão, redução do volume de sedimentos nos corpos d'água e como filtros retendo poluentes antes de chegarem aos rios (HAMILTON et al., 2008), estão drasticamente reduzidas a fragmentos na região de ocorrência do bioma mata atlântica (RODRIGUES; GANDOLFI, 2007) e cerrado.

Na perspectiva da gestão de uma bacia hidrográfica, é importante lembrar-se do papel desempenhado pelas matas ciliares ou zonas tampão, pois promovem resistência às barrancas

e margens de lagos e manguezais costeiros contra ação de ondas. Nos rios, onde há fluxo de água contínuo, a vegetação ripária protege as margens contra a paulatina erosão (HAMILTON et al., 2008). A zona ripária é elemento vital entre o uso da terra e a rede de drenagem da bacia hidrográfica e corresponde àquela onde a água subsuperficial satura o solo próximo ao curso d'água, tornando esta região mais frágil aos processos erosivos quando desprotegida.

Segundo Gomes et al. (2006), as áreas de recarga direta ou de afloramento do Sistema Aquífero Guarani têm-se mostrado bastante expostas ao risco de degradação, seja por agrotóxicos, seja por processos erosivos, principalmente pelo avanço das atividades agrícolas sobre elas, sem muito critério em relação à capacidade de uso das mesmas. Esse cenário, comum no Brasil, aliado à alta vulnerabilidade natural das áreas de recarga do aquífero em questão, colocam-nas em situação de alta exposição ao risco de contaminação do lençol freático como também favorece a formação de ravinas e voçorocas, principalmente como consequência de práticas agrícolas inadequadas.

No âmbito do planejamento ambiental e gestão do território e dos recursos naturais, o uso de tecnologias computacionais aliada ao trabalho em campo tem recebido cada vez mais atenção e importância por parte de pesquisadores, empresas e gestores públicos. O geoprocessamento é uma disciplina do conhecimento que utiliza informações geográficas tratadas e interpretadas através de técnicas matemáticas em ambiente computacional (PIROLI, 2002). Esse ramo da ciência assume importante papel nas áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicação, energia e planejamento urbano e rural (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

A pesquisa foi desenvolvida com objetivo de avaliar o cenário de uso e ocupação da sub-bacia hidrográfica do Rio Capivara, bem como, a evolução deste processo na década de 2000 a 2010, o cumprimento do Código Florestal em relação à conservação das Áreas de Preservação Permanentes (APP), uso das terras de acordo com sua capacidade de uso, definir áreas mais sensíveis à contaminação de águas subterrâneas na Depressão Periférica e proposição de um zoneamento para uso e conservação da bacia hidrográfica.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

5

O presente trabalho foi desenvolvido na sub-bacia do Rio Capivara, localizada no município de Botucatu (SP), situada na zona 22 entre as coordenadas planas (X)758000, 779645 e (Y) 7486000, 7456286, com uma área total de 22.216 ha (Figura 1). Esta região possui grande influência sobre a área de recarga do sistema Aquífero Guarani.

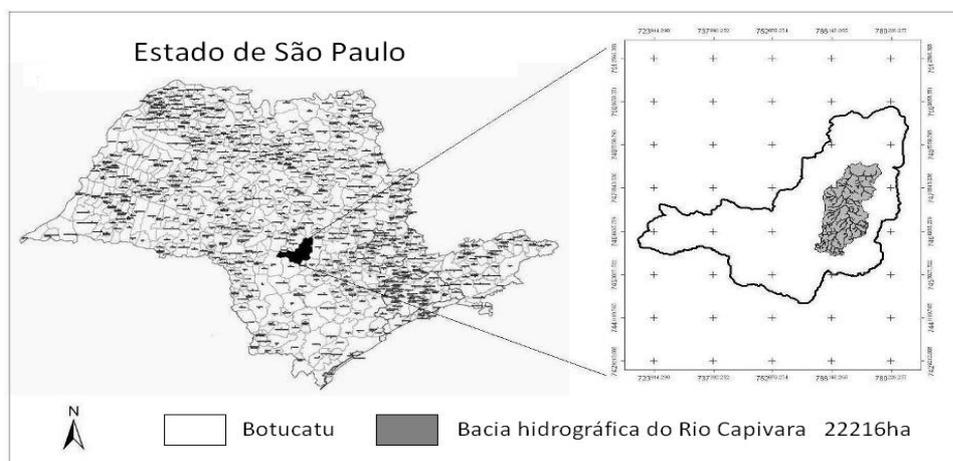


Figura 1. Localização da sub-bacia do Rio Capivara.

A área de estudo localiza-se na região de formação geológica da Cuesta Basáltica, caracterizada por três unidades geomorfológicas distintas: 1. Reverso da Cuesta (início do planalto Ocidental), com altitudes entre 700 e 950 m; 2. Front da Cuesta (escarpa arenítica-basáltica); e 3. Depressão Periférica com altitudes entre 400 e 600 m (CARREGA et al., 2009).

O relevo de Cuesta é uma feição marcante da região, resultado da ação contínua de erosão sobre o solo que formou plataformas rochosas que se destacam nos vales suaves ao seu redor. O relevo é dessimétrico constituído por uma sucessão alternada de camadas com diferentes resistências ao desgaste e que se inclinam numa direção, formando um declive suave no reverso e um corte abrupto ou íngreme no chamado front da Cuesta (CARREGA et al., 2009).

O clima predominante no município de Botucatu é segundo o sistema Köppen, do tipo Cfa – clima temperado chuvoso e direção do vento predominante a sudeste (PIROLI, 2002).

A vegetação natural da bacia é constituída de três tipos: Floresta estacional semidecidual, principalmente na área denominada Front da Cuesta; Cerradão tanto no Reverso da Cuesta como na Depressão Periférica; e Mata ciliar, ao longo da rede de drenagem da região (CARREGA et al., 2009). Áreas de ecótono também são encontradas na transição da Floresta Estacional com Cerradão também conhecido por Savana (JORGE; SARTORI, 2002).

O mapa de solos foi obtido do levantamento pedológico realizado por Piroli (2002), na escala de 1:50.000, onde são encontrados os solos: Latossolo Vermelho distrófico (LVd), Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd1 – textura média), Neossolo Quartzarênico órtico distrófico (RQótípico), Gleissolo Háptico Tb distrófico (GXbd), Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd1 – textura média/arenosa), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), Nitossolo Vermelho distroférico (NVdf) e Neossolo Litólico eutrófico (RLe) (Figura 2).

A partir do mapa de solos foram definidas as áreas mais vulneráveis a contaminação na área de recarga do aquífero guarani, compreendida na região da Depressão Periférica da Cuesta, de acordo com o tipo de solo (Figura 3).

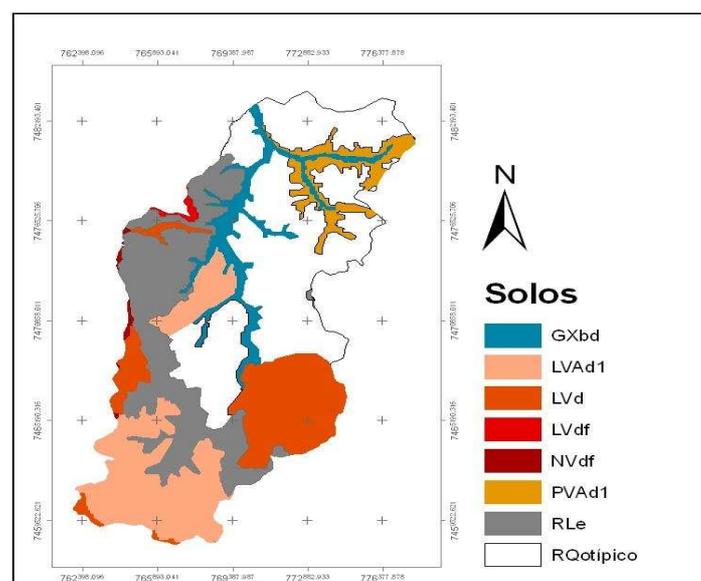


Figura 2. Mapa de solos da sub-bacia do Rio Capivara – Fonte: Piroli (2002).

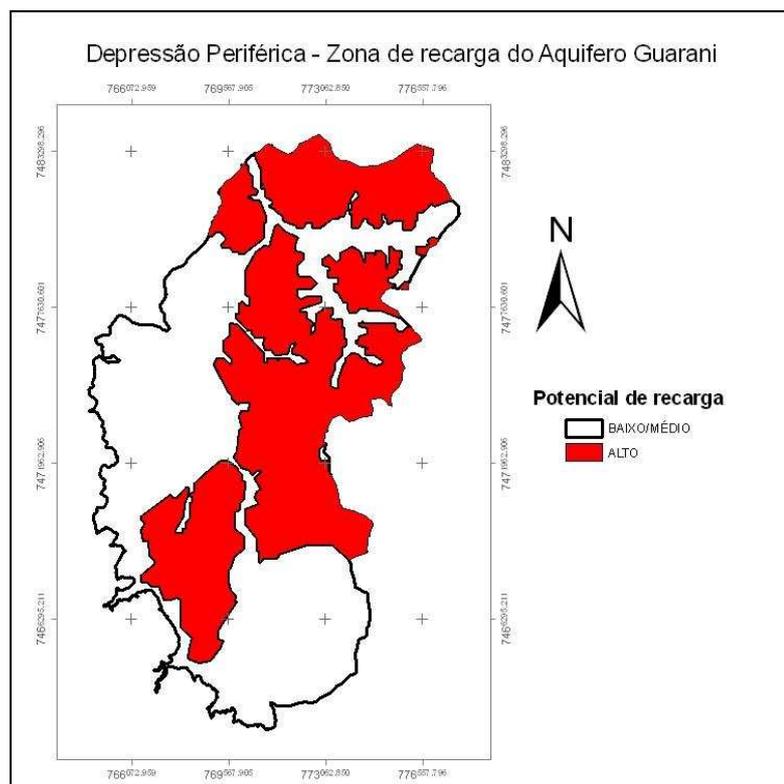


Figura 3. Zona de recarga do Aquífero Guarani na sub-bacia do Rio Capivara. Os polígonos em vermelho representam os Neossolos Quartzarênicos, com alto potencial de recarga.

O modelo digital de elevação do terreno foi processado através da triangulação do mapa de curvas de nível do Plano Diretor de Botucatu. Para a modelagem do terreno foi utilizado o método de interpolação “Triangulated Irregular Network” (TIN) em ambiente de sistema de informação geográfica. Desta forma foi gerado um modelo *raster* da superfície onde os topos de morros e depressões são modeladas de acordo com as tendências dos dados mais próximos.

A partir do modelo foi gerado o mapa de declividade, em porcentagem, que, posteriormente é reclassificado em sete categorias: 0-3%; 3-6%; 6-12%; 12-20%; 20-40%; e acima de 40%, de acordo com Lepsch (1991).

O estudo de capacidade de uso da terra foi feito a partir da metodologia proposta por Lepsch (1991), através do cruzamento do mapa de solos com o mapa das classes de declive. Esta avaliação é hierarquizada por grupos (A, B, C), classes (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII), subclasses e unidades de capacidade de uso. Os grupos são caracterizados pelos tipos de intensidade de uso das terras, as classes pelo grau de limitação de uso, as subclasses são caracterizadas pela natureza ou tipo de limitação e as unidades caracterizadas por condições específicas que afetam o uso ou manejo da terra.

De acordo com este sistema, as classes são categorizadas em subclasses, sendo elas: **s** – restrição quanto ao solo; **e** – suscetibilidade à erosão; **a** – restrição ao excesso de água no solo; **c** – clima.

O mapa de uso e ocupação desenvolvido durante o primeiro semestre de 2010 foi obtido através da interpretação e classificação digital em tela de imagem fusionada pancromática/multiespectral do satélite QuickBird 2 do ano de 2010 e com visitas em campo para verificação da verdade terrestre, que apoiaram a atualização do mapa desenvolvido em 2005 pelo Plano Diretor Municipal de Botucatu (Figura 4). Para avaliação na dinâmica de uso e ocupação na sub-bacia hidrográfica, dados de Carrega et al. (2009) do mapeamento de uso do solo em 2000, são apresentados na Tabela 1, junto com dados de 2005 e 2010.

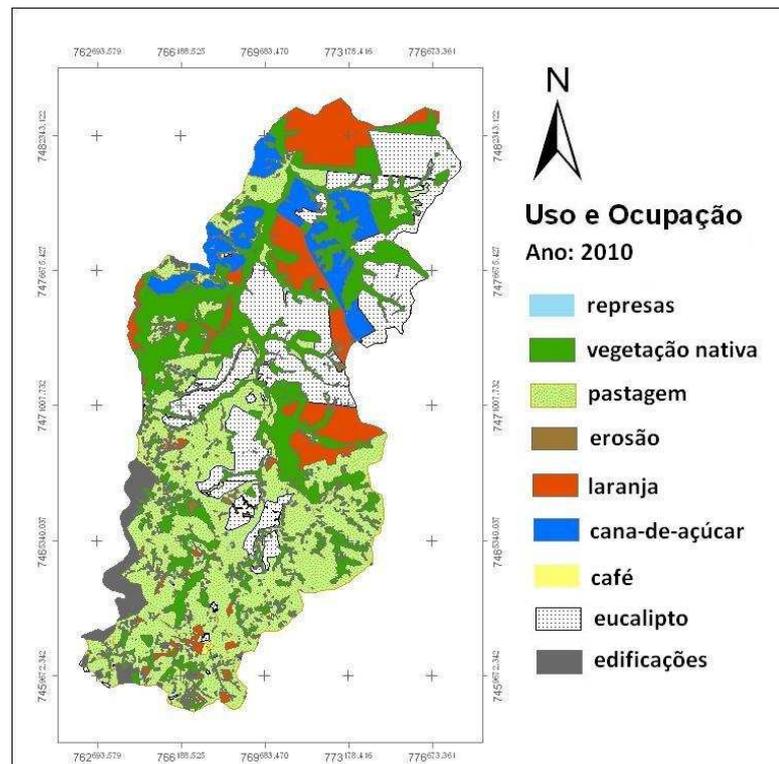


Figura 4. Uso e ocupação do solo (2010) da sub-bacia do Rio Capivara.

Tabela 1. Dinâmica no uso e ocupação do solo de 200, 2005 e 2010 na sub-bacia do Rio Capivara

Uso e ocupação do solo	Ano (%)		
	2000	2005	2010
Vegetação nativa	26,5	26,5	26,5
Cana-de-açúcar	0,0	2,5	6,65
Laranja	4,29	3,5	10
Café	0,56	0,05	0,05
Pastagem	52,13	44,8	34,6
Edificações	2,14	3	3,1
Erosões	*	0,5	0,2
Eucalipto	11,08	17,6	18,47

*Sem dados de erosão para o ano 2000

As áreas de preservação permanente (APPs) foram delimitadas através da criação de um “buffer” com 30 metros de largura para cada margem de curso d’água e 50 metros de raio para nascentes. Para isso, usou-se o mapa de rede de drenagens obtido pela digitalização das cartas planialtimétricas do IGC, em escala de 1:10.000.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na década de 2000 a 2010 foi possível observar transformações na paisagem compreendida pela sub-bacia do Rio Capivara. Entre as mudanças mais significativas, foi o surgimento do uso do solo com cana-de-açúcar e o aumento da cultura da laranja e do eucalipto. Para estas três culturas, é importante observar que todas se desenvolveram sobre terras onde havia pastagens. Quanto à vegetação nativa, que se mostrou resguardada em 26,5% durante todo o período analisado, é um indicativo que a região não tem sofrido com desmatamentos. No entanto, é observado que a cana-de-açúcar está estabelecendo-se sobre áreas de alto risco de contaminação para águas subterrâneas, assim, como a cultura da laranja.

Para o caso da ocupação das terras em áreas de alto risco de contaminação da água subterrânea, Gomes et al. (2002) chamaram atenção para um gerenciamento rural orientado onde os agroquímicos utilizados no campo sejam de rápida degradação e que fiquem retidos no solo. Já para a contaminação de águas superficiais, os autores ressaltaram a importância na adoção de práticas de manejo que conservem o solo, de modo a minimizar processos erosivos, que são responsáveis pelo carreamento de agrotóxicos retidos no solo.

Em uma revisão de estudos desenvolvida por Silva et. al. (2007) sobre impactos da vinhaça de cana-de-açúcar na contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais, foi identificado que a aplicação da vinhaça deve ser feita em dosagens específicas para cada tipo e condição de solo, como a quantidade de matéria orgânica e classe textural, por exemplo. Ainda, os autores chamam atenção para o potencial poluente deste elemento que chega a ser cem vezes maior que o de esgotos domésticos. Em estudo realizado por Cambuim (1983), sobre o comportamento da vinhaça em Neossolo Quartzarênico, foi obtido que para os elementos cálcio, magnésio e potássio, houve lixiviação quase na mesma proporção da taxa de aplicação.

Segundo Gomes et al. (2002), as áreas de ocorrência do solo Neossolo Quartzarênico são as com maior potencial de recarga e, conseqüentemente, as mais vulneráveis a riscos de contaminação da água subterrânea, por agroquímicos, pois apresentam alto potencial de infiltração e condutividade hidráulica alta – 200mm h^{-1} (COUTINHO et al., 2008), logo, favorecem processos de lixiviação (COUTINHO et al., 2008).

Determinada a APP na sub-bacia do Rio Capivara, foi identificado que 36% (783 ha) das áreas destinadas à preservação permanente não estão com cobertura de vegetação nativa, portanto, estão em conflito de uso, ou seja, em desacordo com o Código Florestal Brasileiro.

O descumprimento do Código Florestal é explicado, em parte, pelo fato de ainda no Brasil existir uma ineficiência dos órgãos públicos no trabalho de fiscalização de propriedades rurais. Também, há ausência de atividades extensionistas que visem à capacitação do homem do campo para a adoção de práticas de uso e ocupação das terras, que visem o uso responsável deste recurso e a conservação das vegetações de zonas ripárias, cujas funções ecológicas são indispensáveis.

Os fragmentos com vegetação nativa, por sua importância para manutenção da biodiversidade, dos solos e das propriedades hidrológicas, foram excluídos do estudo de capacidade de uso da terra. Esses fragmentos, mediante estudo específico para cada

propriedade rural na sub-bacia hidrográfica do Rio Capivara poderão ser averbados como Reserva Legal e explorados comercialmente, desde que tenham planos de manejo devidamente aprovados pelas instituições competentes.

Com a identificação da APP e fragmentos de vegetação nativa, estas foram definidas como áreas de conservação, correspondendo a 30% (6680 ha) da área total da bacia hidrográfica.

Determinadas as áreas de preservação, o estudo focou análise sobre as terras com potencialidade para a exploração econômica através de atividades agropecuárias por meio da metodologia de classes de capacidade de uso da terra, proposta por Lepsch (1991).

Desta forma, para as áreas com potencial ao uso agropecuário foram identificadas as seguintes classes: IIIs 31% (6984 ha); IIIs,e 20% (4386 ha); IVe 2,7% (622 ha); IVs 8,5% (1911 ha); IVs,e 2,3% (473 ha); Va 3% (702 ha); VIe 2% (433 ha); VIIe 0,5% (30 ha), correspondendo em relação à área total da sub-bacia.

As terras das classes III e IV, pertencentes ao grupo A, consistem de terras suavemente onduladas a onduladas com baixa fertilidade e que necessitam de práticas especiais de conservação do solo. Nestas terras, o uso predominante é o de pastagens, laranja e eucalipto. O que se observa em campo, é que o sistema de pastagem excessiva tem provocado a formação de erosões, conseqüentemente, o abandono de terras e a gradativa perda da fertilidade. Já nas áreas de eucalipto, o que se observa é uma melhor conservação do solo e a inexistência de processos erosivos em sulcos. Ao comparar as subclasses s; e; s,e foi observado que nas subclasses e; s,e o número de erosões é maior devido a estas apresentarem maior suscetibilidade aos processos erosivos.

O grupo B, representado por terras frágeis, com restrições aos cultivos intensivos, requerem manejos especiais de conservação. A classe Va são terras planas e limitadas pelo excesso de água no solo, pois apresentam uma baixa capacidade de drenagem. Estas terras estão sujeitas á inundações e podem ser utilizadas para eucalipto e pastagem em determinadas épocas do ano. Esta classe ocupada por eucalipto, pastagem e cana-de-açúcar não apresenta avançados processos erosivos. As classes VIe e VIIe se localizam em regiões de declive acentuado, em mais de 40% em alguns casos, deflúvio severo e também tem restrição à mecanização. Para estas classes, o eucalipto é a mais adequada forma de exploração do solo com conservação.

Apesar da predominância da pastagem na área estudada, é notável a expansão dos novos ciclos agroeconômicos. Desta forma, para as áreas delimitadas como de alto potencial de recarga e alto risco de contaminação da água subterrânea, independente da classe a que pertença no sistema de capacidade de uso da terra, deve-se ter atenção especial, por se tratar de áreas sensíveis a um fator não levado em consideração pelo sistema de classificação.

Como resultado deste estudo, é apresentado o mapa de zoneamento para o uso e para a conservação dos recursos naturais da bacia hidrográfica do Rio Capivara (Figura 5).

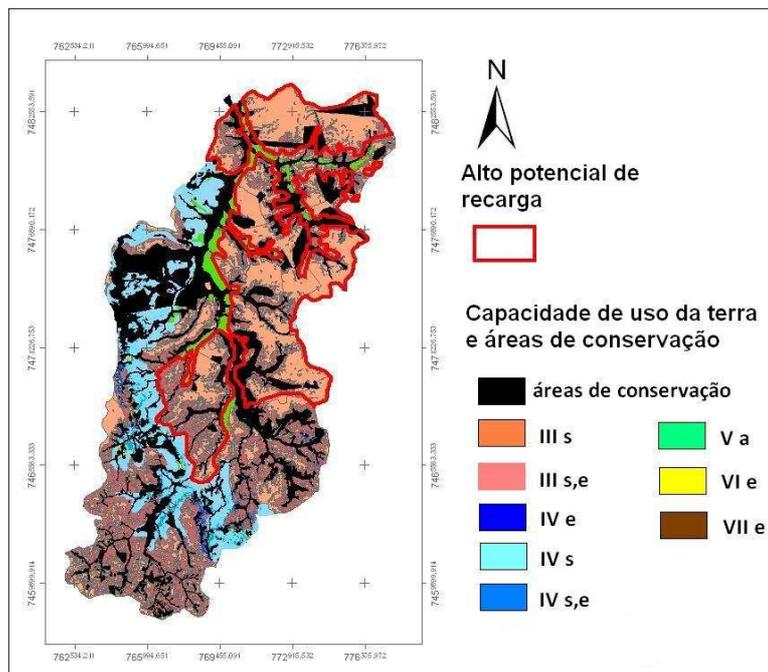


Figura 5. Zoneamento para uso e conservação do solo e recursos hídricos da sub-bacia do Rio Capivara.

6. CONCLUSÃO

Entre os anos de 2000 a 2010 a sub-bacia do Rio Capivara passou por uma expansão no uso das terras pelas culturas de cana-de-açúcar, laranja e eucalipto. Também foi notável o fato de a vegetação nativa ter-se mantido na mesma razão entre a década estudada, o que indica que a expansão dos ciclos agroeconômicos tem-se desenvolvido sobre terras que já haviam sido anteriormente utilizadas por outras atividades agropecuárias. No entanto, de acordo com o Código Florestal Brasileiro, do total de áreas destinadas à preservação permanente, apenas 74% estão devidamente respeitadas.

O sistema de capacidade de uso da terra, associado a novas informações que não haviam sido propostas por este sistema, como no caso parâmetros hidrológicos do solo, oferece uma nova abordagem à metodologia que poderá auxiliar no planejamento de uso e ocupação do solo.

O estudo em nível de sub-bacia hidrográfica e na perspectiva de uma escala temporal possibilitou compreender as transformações no uso da terra, que refletem a dinâmica dos diferentes ciclos do agronegócio que ocuparam e ocupam a região.

7. BIBLIOGRAFIA

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; Sano, E. E. **Sistema de informações geográficas**, 2 ed. Brasília, DF: Embrapa, 1998. cap. 1, p. 3-12.

CAMBUIM, F. A. **A ação da vinhaça sobre a retenção de umidade, pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes em solo arenoso.** 1983. 133 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1983.

CARREGA, E. F. B.; CAMPOS, S.; JORGE, L. A. B. Evolução do uso do solo e vegetação natural na bacia do rio Capivara, Botucatu -SP. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 35-48, 2009.

COUTINHO, H. L. da C.; et al. Análise espacial do potencial de lixiviação de herbicidas em áreas de afloramento do aquífero Guarani na Alta Bacia do Rio Taquari, MS. In: GOMES, M. A. F. (Ed.). **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: implicações para a água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 193-214.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; PESSOA, M. C. P. Y. Avaliação da vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas: subsídio à avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 12, p. 169-179, jan./dez. 2002.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F.; SPADOTTO, C. A. Classificação das áreas de recarga do sistema aquífero guarani no Brasil em domínios pedomorfoagroclimáticos – subsídio aos estudos de avaliação de risco de contaminação das águas subterrâneas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 18, p. 67-74, 2006a.

HAMILTON, L. S. et al.. **Forests and Water.** Rome, Italy: FAO, 2008. Cap. 2, p. 5-13; Cap. 3, p. 13-17.

JORGE, L. A. B.; SARTORI, M. S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na Fazenda Experimental Edgárdia, em Botucatu-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, n. 26, v. 5, p. 582-592, 2002.

LEPSCH, I. F. et al.. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** 4. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

OLIVEIRA, P. S. G.; PEREZ FILHO, A. Aplicação da fotografia aérea na recomposição da mata ciliar em bacias hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. p. 441-55.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu – SP.** 2002. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1995. 65 p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restoration actions. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Eds.). **High diversity forest restoration in degraded areas**. New York: Nova Science, 2007. chap. 2.2, p. 77-102.

SILVA, M. A. S. et al. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007.

ZIMBACK, C. R. L. **Mapa de solos da bacia do Rio Pardo, SP**. Botucatu: FEPAF; UNESP/FCA, 1997. 55 p.