

## **Geotecnologias na adequação do uso da terra para o planejamento agrícola da sub-Bacia do Rio Pardo, SP**

Thiago Santos Teófilo<sup>1</sup>  
Anderson Antonio da Conceição Sartori<sup>1</sup>  
Célia Regina Lopes Zimback<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP/FCA  
Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas - GEPAG  
Caixa Postal 237 - 18610-307 - Botucatu - SP, Brasil  
tsteofilo@fca.unesp.br, sartori80@gmail.com, czimback@gmail.com

**Abstract:** This study aimed was evaluate the adequacy of the land use and land cover in Pardo river basin, situated in administrative area of Botucatu, in São Paulo state, Brazil. The study was accomplished with techniques of remote sensing and geoprocessing. The Land Use Adequacy map was elaborated through operation of crossed tabulation between the Land Use and Cover map, of the studied area in 2008 and the Land Use Capacity map. However to obtain the Land Use Capacity map was necessary the operation of crossed tabulation between the slope map and the soil map of this area. The evaluation, obtained in this study, allowed verifying the most of the lands of this work was classified as appropriate use in relation the Land Use Capacity, however there is some lands that uses are above the potential. The highly intensive use of these last areas is happing because there are annual crops and sugar cane in these lands, which causes a great decrease in the fertility in these areas. Whereas these lands just tolerate planted pasture, natural pasture and forestry. However, with the location and identification of these lands, it is possible make a planning that ensures the appropriate use of these lands and the environmental sustainability of the watershed.

**Palavras-chave:** land use capacity, remote sensing, geoprocessing, capacidade de uso das terras, sensoriamento remoto, geoprocessamento.

### **1. Introdução**

Nos dias atuais a avaliação do potencial da terra é um estágio muito importante nos estudos ambientais para fins de zoneamento e planejamento. Faz-se necessário a elaboração de inventários sistemáticos, mapeando e monitorando os recursos da terra para se chegar a uma agricultura sustentável. Essas informações disponibilizadas aos usuários em forma de mapas tornam-se mais eficientes no planejamento agrícola e ambiental (Poelking, 2005).

Para Lepsch (1991), ao planejarmos a utilização racional dos recursos naturais é fundamental utilizar o sistema de capacidade de uso das terras, o qual visa identificar as limitações permanentes e possibilidades de uso das terras, através da sistematização das informações de uma determinada área para definir a máxima capacidade de uso, sem que esta corra o risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada. As classes de capacidade de uso da terra deverão ser utilizadas como base sobre a qual os fatores econômicos e sociais de determinada área possam ser considerados ao elaborar modificações no uso do solo (Rocha e Kurts, 2003).

Um modo de verificar a adequação do uso da terra é o confronto do uso atual com as classes de capacidade de uso, semelhante ao estudo efetuado por Formaggio et al. (1992), Silva et al. (1993) e Rodrigues et al. (2001). Para verificar se o uso atual esta sendo sustentável, ou seja, não ultrapassa os limites de capacidade de uso característicos de cada setor da área estudada.

Nesse contexto, a utilização do SIG permite a integração dos dados de forma mais precisa e rápida que os métodos tradicionais de análise. E, também, pode aumentar a utilidade dos dados existentes e fornecer dados novos, melhorando projetos de planejamento (Fletcher e

Phipps, 1991). Além disso, o SIG proporciona uma análise rápida, econômica e eficiente dos dados em períodos curtos de tempo, já que constantemente o ambiente sofre muitas modificações. Os sistemas de informação representam, na área ambiental, especialmente nos países em desenvolvimento ou do Terceiro Mundo, uma importante ferramenta para o controle e preservação de desperdícios dos escassos recursos financeiros disponíveis.

O objetivo desse trabalho é avaliar a adequação do uso da terra, através da elaboração de um mapa de adequação de uso e assim fornecer subsídios para atividades de análise ambiental e planejamento na sub-Bacia do Rio Pardo-SP.

## 2. Material e Métodos

A área estudada tem início na nascente do Rio Pardo até o local de captação de água da SABESP, no município de Botucatu, Estado de São Paulo (Figura 1). A sub-Bacia do Rio Pardo está geograficamente localizada entre as coordenadas 23°06'14" e 22°56'07" de latitude sul e, 48°28'37" e 48°20'40" de longitude oeste de Greenwich.

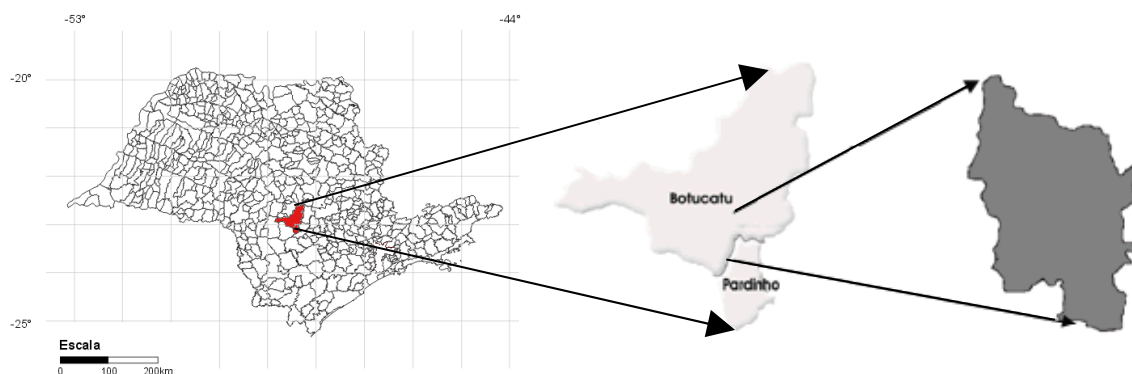


Figura 1. Localização geográfica da sub-Bacia do Rio Pardo-SP

### 2.1 Solos

O plano de informação referente aos solos da bacia do Rio Pardo foi elaborado a partir da digitalização, do mapa do Levantamento Pedológico Semidetalhado da Bacia do Rio Pardo, escala 1:10.000 (Zimback, 1997) adaptado por Grossi (2003) onde foram reclassificados, segundo normas da EMBRAPA (2006).

A Bacia do Rio Pardo tem aproximadamente 49,85% de sua área ocupada com LATOSSOLO VERMELHO distrófico; 36,43% com ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico; 6,5% NEOSSOLO LÍTÓLICO distrófico; 6,28% com GLEISSOLO HÁPLICO e apenas 0,95% com LATOSSOLO VERMELHO Distroférico.

### 2.2. Uso e cobertura do solo

Para o mapeamento do uso e cobertura do solo foram empregadas imagens orbitais obtidas pelo sensor HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) a bordo do satélite CBERS 2B. Foram necessárias duas cenas para o recobrimento de toda a área da bacia. Essas cenas são referentes à passagem do dia 12 de julho de 2008. O sensor HRC, com resolução espacial de 2,7 m e temporal de 130 dias, representando a banda PAN (INPE, 2009).

Foi feita a correção geométrica utilizando o modelo de transformação polinomial de primeiro grau e o método de interpolação pelo vizinho mais próximo. Para essa correção houve a identificação e o registro das coordenadas de pontos, denominados de controle, e que foi comum entre as imagens digitais CBERS 2B e uma imagem do satélite LANDSAT-5 que, por sua vez, representou as coordenadas reais.

### **2.3. Declividade do terreno**

O plano de informação declividade do terreno foi produzido a partir do modelo digital do terreno.

A partir do modelo foi gerado o mapa de declividade, em porcentagem, que, posteriormente, foi reclassificado nas seguintes categorias, conforme França (1963), ou seja: 0-3%; 3-6%; 6-12%; 12-20%; 20-40%; e acima de 40%.

### **2.4. Capacidade de uso da terra**

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, classes, 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.

A classificação divide as terras em três grupos: A (Terras próprias para lavouras anuais ou perenes e/ou reflorestamento e vida silvestre, subdivididas em classes I, II, III e IV); B (Terras impróprias para lavouras, mas apropriadas ao pastoreio e/ou reflorestamento e vida silvestre, subdivididas em classes V, VI e VII) e C (Terras impróprias para lavoura, pastoreio e silvicultura, porém apropriadas para proteção da fauna, da flora, recreação ou armazenamento de água, correspondendo à classe VIII).

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.

Para a avaliação do planejamento agrícola do uso e ocupação das terras realizaram-se operações de cruzamento e tabulação cruzada entre os mapas temáticos de uso e ocupação das terras e o mapa de capacidade e uso de terras

Com este cruzamento foi gerado o mapa de adequação de uso, com a identificação das seguintes categorias de uso: - floresta nativa e mata de capoeira: áreas que mantiveram a cobertura vegetal natural; - uso adequado: áreas com uso agrícola de acordo com a capacidade de uso do terreno; - uso abaixo do potencial: áreas com uso menos intensivo que a capacidade de uso do terreno; - uso acima do potencial: uso mais intensivo que a capacidade de uso do terreno; - área urbana; e – corpos hídricos.

## **3. Resultados e Discussão**

O mapa de uso e cobertura do solo da sub-Bacia do alto Rio Pardo está apresentado na Figura 2. Com o mapa de uso e cobertura do solo observou-se que na bacia existe o predomínio do uso agrícola do solo como, culturas anuais, cana-de-açúcar, pastagem e floresta plantada.

Pela distribuição dos usos detectou-se que a maior parte da bacia está sendo utilizada com culturas agrícolas, fator que pode determinar maiores perdas de solo devido à grande mobilização deste. Com a mecanização das lavouras e conseqüente erosão, ocorre diminuição da espessura do solo e, conseqüentemente, a diminuição do teor de matéria orgânica e de outros nutrientes. A diminuição no teor de matéria orgânica afeta não só a fertilidade natural do solo, mas também diminui a sua resistência ao impacto das gotas de chuva, ocasionando um aumento nas taxas de escoamento superficial (GUERRA, 1998).

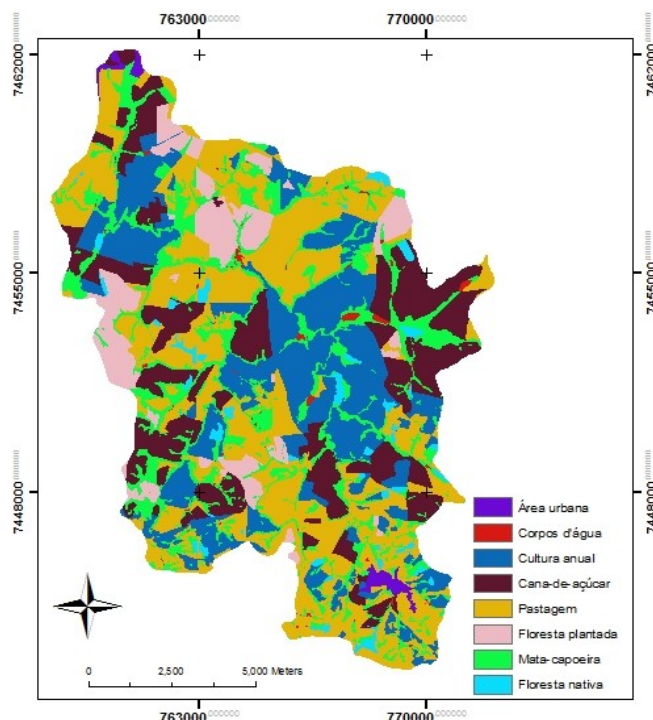


Figura 2. Uso e cobertura do solo da sub-Bacia do alto Rio Pardo (Sartori, 2010).

Através do mapa de capacidade de uso foram identificadas as seguintes classes, com potencial ao uso agropecuário: IIa, s; IIe, s; IIIa; IIIa, e; IIIe; IVe; VIe, correspondendo em relação à área total da bacia a 0,2% (32,5 ha); 18,9% (2910,5 ha); 5,8% (896,3 ha); 5% (760,5 ha); 48,6% (7464,1 ha); 17% (2609,9 ha); 4,5% (698,7 ha); respectivamente, como mostra a Figura 3.

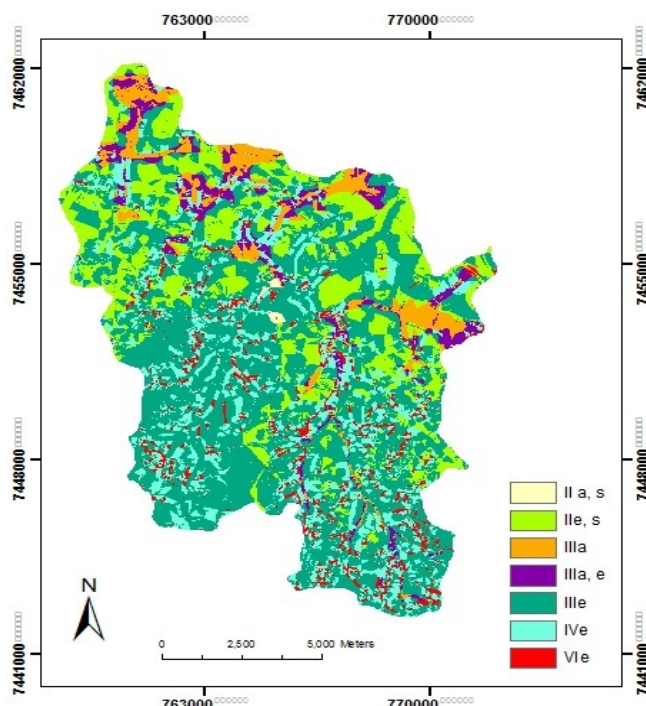


Figura 3. Mapa de classes de capacidade de uso, confeccionadas segundo metodologia proposta por Lepsch et al. (1991).

Com o cruzamento do mapa e capacidade de uso das terras e o mapa de uso foi obtido o mapa de adequação de uso (Figura 4), do qual se pode observar:

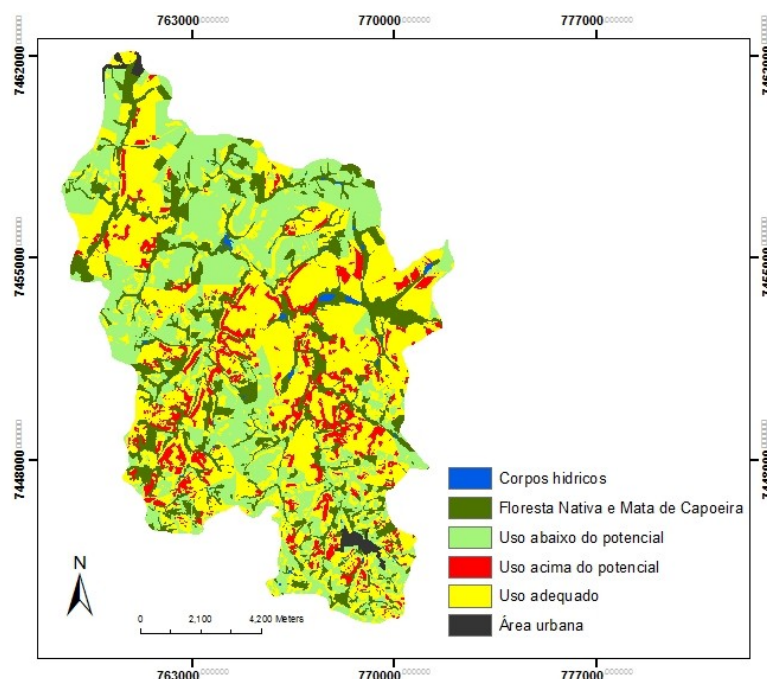


Figura 4. Mapa de adequação de uso

O uso abaixo do potencial agrícola em 30,86% da área de estudo, como mostra a Figura 5. Todavia, quando uma área é considerada como uso abaixo do potencial agrícola não quer dizer que o seu uso deva ser intensificado, significa apenas que as terras têm o potencial de uso mais intensivo. A manutenção ambiental dessas áreas é proporcionada através do uso menos intensivo das terras.

A prática de uso menos intensivos podem proporcionar a manutenção ambiental dessas áreas. Tal fato foi verificado na área de estudo de Chaves (2005), onde 48,05% das terras também estavam sendo utilizadas abaixo do potencial agrícola.

Porém, 8,26% da área de estudo esta com uso acima do potencial. A não adequação do uso dessas áreas deve-se, principalmente, a utilização da terra com culturas anuais e cana-de-açúcar em áreas com capacidade de terra para pastagem plantada, pastagem natural e silvicultura, gerando assim, um uso altamente intensivo sobre essas áreas.

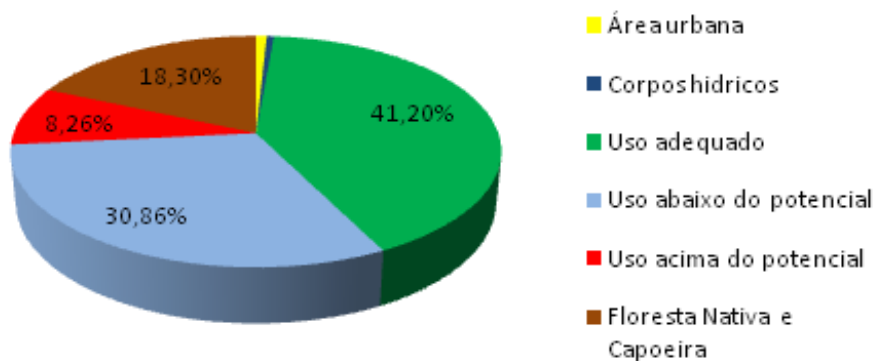


Figura 5. Quantificação das categorias de adequação do uso e ocupação das terras.

Além disso, 18,30% da área de estudo foram classificados como floresta nativa e mata de capoeira, ou seja, representam as áreas com diferentes capacidades de uso da terra que mantém a sua cobertura vegetal natural do bioma do cerrado, podendo ser assim considerado como área de preservação ambiental.

Em 41,20% da área de estudo o uso das terras na área está adequado em relação à capacidade de uso, ou seja, terras com maior capacidade de uso estão sendo utilizadas para culturas que demandam essa capacidade. Já as terras com menor capacidade de uso estão sendo usadas para silvicultura ou pastagens, as quais demandam menos das terras.

Apesar de mais de 70% da área estar com o uso adequado ou abaixo do potencial capacidade de uso das terras, é importante continuar o monitoramento do uso das terras na região, para que não aumente a quantidade de áreas de usos considerados inadequados, os quais devem ser diminuídos, através da conscientização dos produtores rurais que usam essas áreas de forma inadequada.

#### 4. Conclusões

Através do uso de geotecnologias é possível monitorar a utilização da área e se esta se adéqua à Capacidade de Uso das Terras.

Com a localização e quantificação das áreas que estão sendo utilizadas acima do potencial de capacidade da terra é possível fazer o planejamento para que o uso dessas áreas passe a ser adequado, garantindo a sustentabilidade ambiental da bacia hidrográfica.

#### Referências Bibliográficas

Chaves, A. A. A. Avaliação do uso e qualidade do solo e da água da região de nascentes do Rio Descoberto, DF. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2005. 92p. Dissertação de Mestrado.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro, 2006. 212 p.

Fletcher, J.J., Phipps, T.T. Data needs to assess environmental quality issues related to agriculture and rural areas. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 3, p.926-32, 1991.

Formaggio, A.R.; Alves, S.D. e Epiphanyo, J.C.N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 16:249-256, 1992.

França, G. V. A classificação de terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação de solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1, 1963. Campinas. **Anais...** São Paulo: Secretária da Agricultura, Divisão Estadual de Máquinas Agrícolas, 1963. P. 399-408.

Grossi, C. H. Sistema e Informação Geográfica – Basins 3.0 na Modelagem hidrológica da Bacia Experimental do Rio Pardo, SP. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003.

Guerra, A.J.T. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.149-209.

INPE. CBERS: Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. Disponível em: <<http://www.cbers.inpe.br>> . Acesso em: 03 out. 2009.

Lepsch, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**: 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991. 175p.

Poelking, E.L.; Dalmolin, R. S. D.; Sana R. S. Sistema de Informação Geográfica na análise temporal dos conflitos de uso das terras no município de Ibirubá, RS. XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, PE, 2005.

Rocha J.S. M.; Kurtz S. M. J. M. Curso de manejo integrado de bacias hidrográficas: aplicações técnicas avançadas em diagnósticos físico conservacionista, sócio-econômico ambiental. Santa Maria: UFSM, 2003.

Rodrigues, J.B.T.;Zimbzck,C.R.L.;Piroli,E.L. Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p. 675-681,2001.

Sartori, A. A. C. Análise Multicritérios na Definição de Áreas Prioritárias à Conectividade entre Fragmentos Florestais. Botucatu, 2010. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Silva, J.R.C.; Degloria, S.D.; Philipson, W.R. e McNeil, R.J. Estudo da mudança de uso da terra através de um sistema de análise georreferenciada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 17:451-457, 1993.

Zimback, C. R. L. Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Pardo no Municípios de Pardinho e Botucatu. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1997. 55p