

Determinação e Adequação da Capacidade de Uso da Terra em Bacia Hidrográfica por Meio de Sistematização Metodológica no SIG SPRING

Determination and Adequacy of Land Use Capability in Hydrographic Basin through Systematizing Methodological in GIS SPRING

Vladimir de Souza¹

Emerson Galvani²

Marta Luzia de Souza³

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo contribuir com a estruturação metodológica de dados ambientais, no SIG (Sistema de Informação Geográfica) SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), para determinar a classificação e adequação das terras no sistema de capacidade de uso. A bacia do rio Jacaré Guaçú, localizada na região central do Estado de São Paulo, foi usada como modelo de aplicação dos procedimentos desenvolvidos. Para classificar a capacidade de uso das terras foi usada a combinação lógica booleana entre dados pedológicos e de declividade das vertentes. O uso e ocupação do solo foi determinado por meio da classificação de imagens orbitais do sistema sensor Landsat5/TM. O mapa de adequação de uso foi obtido por meio da integração matricial dos dados referentes à capacidade de uso das terras e uso e ocupação do solo. Os resultados demonstram que é possível identificar, de forma eficiente e relativamente rápida, a capacidade e o conflito do uso da terra em bacias hidrográficas com suporte do SPRING e de dados ambientais disponíveis gratuitamente na rede mundial de computadores.

PALAVRAS CHAVE: Capacidade de uso da terra. Bacia hidrográfica. Geoprocessamento. Estruturação metodológica.

ABSTRACT: *This work aims at contribute to methodological structuring of environmental data in GIS (Geographic Information System) SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), to determine the classification and adequacy of agricultural areas in land use capability system. The Jacaré Guaçú stream basin, located in central region of São Paulo state (Brazil), was used for application of procedures carried. To sort the land capability was used Boolean logic between soil data and land slope. The land use cover was determined using TM images from Landsat 5 satellite. The land use adequacy map was elaborated through matrix data integration of land use capability and land cover use. The results show that it is possible to check in an efficient and relatively quickly, the land use capability and land use adequacy in hydrographic basin, through GIS SPRING and environmental data available free on the worldwide web.*

KEY WORDS: *Land use capability. Hydrographic basin. Geoprocessing. Methodological structuring.*

¹ Geógrafo e doutorando em Geografia Física do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP).

² Geógrafo, Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Professor do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP).

³ Engenheira Geóloga, Doutora em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Professora do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

INTRODUÇÃO

As transformações provocadas pelo homem na paisagem promovem diversos impactos sobre o meio físico e biológico. A identificação, o monitoramento e a orientação racional para o uso e ocupação da terra representam atributos de suma importância para o planejamento ambiental.

Dentro dessa perspectiva, torna-se necessário considerar o ambiente como um sistema que deve ser modelado de acordo com seu propósito, sua variabilidade taxonômica e distribuição espacial (XAVIER-DA-SILVA, 2007).

Nesse sentido, o uso de modelo ambiental estruturado em Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode contribuir para a construção de dados espaciais que identifiquem a capacidade e as restrições do uso adequado da terra. Esses métodos e técnicas irão auxiliar diretamente no processo contínuo e dinâmico da análise ambiental, uma vez que organizam essas informações, executam esses modelos e fornecem suporte para as tomadas de decisões (BONHAM-CARTER, 1994).

Uma forma eficiente e relativamente rápida de se averiguar a adequação do uso da terra, com suporte de Geotecnologias, é comparar o uso da terra com as classes de capacidade de uso. Trabalhos dessa natureza podem ser verificados em Rodrigues, Zimback e Piroli (2001), Barros et al. (2004), Rêgo et al. (2012) e Pereira e Tosto (2012).

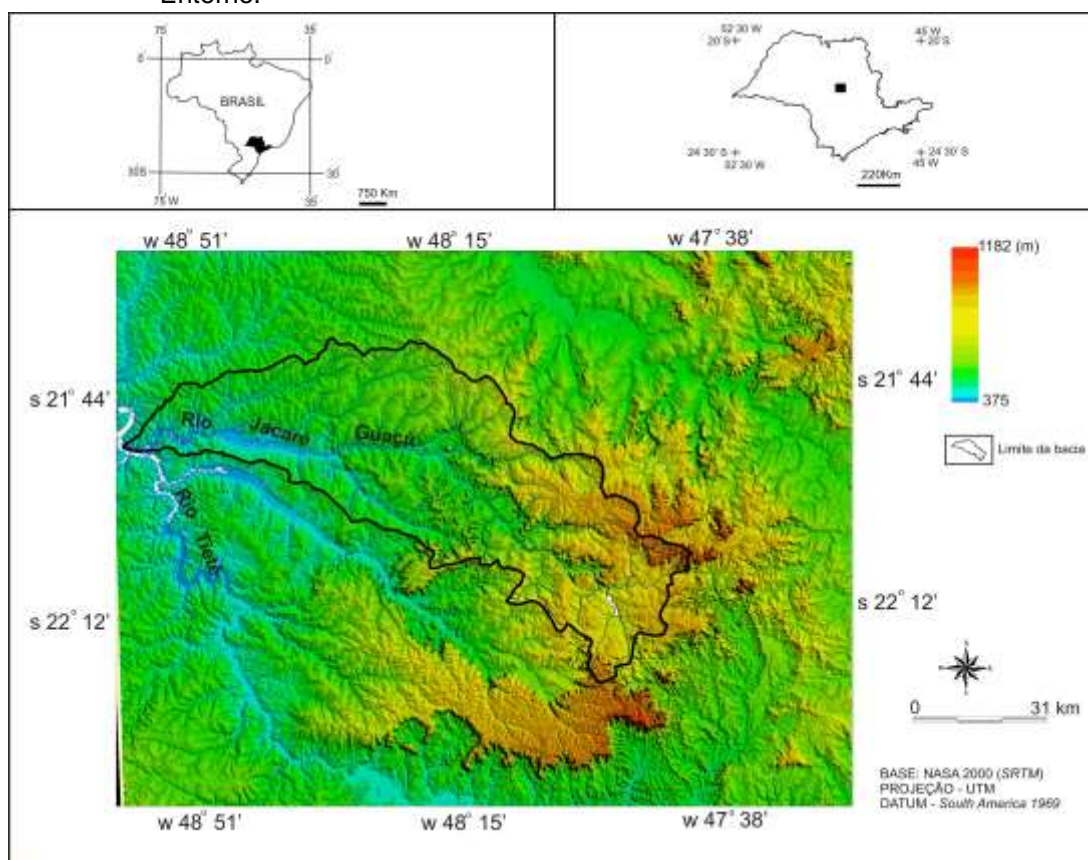
Os resultados da aplicação dessa técnica permitem identificar as áreas onde o solo é usado de forma adequada, subutilizado, com uso abaixo de seu potencial natural e sobreutilizado, ou seja, com uso acima do potencial recomendado pela capacidade de uso.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo contribuir com a estruturação metodológica de dados ambientais, no SIG SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), para determinar a classificação e adequação das terras no sistema de capacidade de uso. A bacia do rio Jacaré Guaçú, localizada na região central do Estado de São Paulo, foi usada como modelo de aplicação dos procedimentos desenvolvidos.

Área de estudo

A área de estudo escolhida para essa pesquisa compreende a bacia do rio Jacaré Guaçu (Fig. 1). A bacia de drenagem ocupa uma área aproximada de 4 057 km² à margem direita do rio Tietê e abrange os municípios de Nova Europa e Gavião Peixoto, bem como parte dos municípios de São Carlos, Brotas, Analândia, Ribeirão Bonito, Araraquara, Ibaté, Matão, Ibitinga, Tabatinga, Dourado, Boa Esperança do Sul, Trabiju e Itirapina.

Figura 1 - Localização da Área de Estudo, Modelo Digital de Elevação da Bacia e de seu Entorno.



Fonte: Organizado pelo Autor.

A vegetação natural da área de estudo era o Cerrado e a Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 1992). Durante a ocupação efetiva da região, que ocorreu no século XIX, a formação vegetal original foi substituída parcialmente por cultura de cana de açúcar, pastagens, café e agricultura de subsistência (FERREIRA; ALVES, 2009). Atualmente a bacia hidrográfica possui grande importância no contexto econômico do Estado de São Paulo, com destaque para as atividades relacionadas ao setor agropecuário. Grande parte da área de estudo é destinada ao cultivo da cana de açúcar, laranja, café e silvicultura.

Locais destinados às pastagens, à preservação permanente da vegetação original e a área urbana dos municípios também são verificados.

O clima da região central paulista é definido como tropical alternadamente seco e úmido controlado por massas equatoriais, tropicais e com influência geomorfológica regional da Serra de São Carlos. (MONTEIRO, 1973).

A precipitação média anual da área de estudo está entre 1.500 e 2.000mm. As chuvas concentram-se entre outubro e março e o período de menor volume pluviométrico ocorre entre abril e setembro (SANT'ANNA NETO, 1995).

A bacia hidrográfica é sustentada por rochas das Formações Serra Geral, Botucatu, Vale do Rio do Peixe, Pirambóia, Itaqueri e Corumbataí. Depósitos aluvionares e colúvio elúvionares também são encontrados, sobretudo no alto curso da bacia e próximo às redes de drenagem (PERROTA et al., 2005).

Em relação à geomorfologia, a área de estudo está localizada na Bacia Fanerozóica do Paraná, unidade morfoescultural denominada Planalto Ocidental Paulista, subunidades Planalto Residual de São Carlos e Planalto Centro Ocidental (ROSS, MOROZ, 1996). Predominam no setor leste e sudeste da área de estudo as cuestas arenítico-basálticas com altitudes elevadas e declividades acentuadas enquanto que no restante da bacia, sobretudo na região centro ocidental, prevalecem colinas amplas e médias, com vertentes do tipo convexas com topos planos e longos e baixa amplitude altimétrica (Fig. 1).

As particularidades litológicas da área de estudo aliadas às características do relevo, tempo, atividades biológicas e condições climáticas permitiram o desenvolvimento de diferentes tipos de solos. Predominam solos profundos e bem drenados com grande potencial agrícola na maior parte da bacia. Solos litólicos e hidromórficos também são verificados, sobretudo associados aos condicionantes estruturais e esculturais geomórficos.

MÉTODOS E TÉCNICAS

A estruturação, integração e execução dos dados ambientais e modelos usados, foi realizada por meio de rotinas computacionais desenvolvidas no *software* SPRING 5.2.3, concebido e idealizado pelo (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) INPE (CAMARA, et al., 1996).

A seguir, são descritos os procedimentos realizados nas seguintes etapas: classificação da capacidade de uso das terras, determinação e adequação do uso dos solos da bacia hidrográfica.

Determinação da capacidade de uso das terras

A determinação da capacidade de uso das terras restringiu-se aos níveis de grupos e classes de acordo com os critérios sugeridos por Salomão (1999) adaptado de Lepsch (1991). Tal metodologia define o uso das terras por meio da integração de dados referentes aos solos e a declividade do terreno, conforme descrito abaixo na tabela 1:

Tabela 1 – Sistematização da Metodologia Adotada Para a Classificação da Capacidade de Uso da Terra. APP (Área de Preservação Permanente).

Grupo	Classe	Solos	Declividade	Indicação de uso
A	I	Profundos, com boa retenção de água.	<3 %	Qualquer tipo de cultura.
	II	Profundos, com boa retenção de água.	3% – 6%	Qualquer tipo de cultura com controle de erosão.
	III	Profundos, com boa retenção de água.	6% -12%	Qualquer tipo de cultura com controle mecânico de erosão.
	IV	Profundos a rasos, com alta a baixa retenção de água.	12% – 20%	Pastagens e culturas perenes.
B	V	Encharcados e com risco às inundações.	<3%; 3% - 6%	Pastagens e reflorestamentos.
	VI	Rasos a medianamente profundos.	6% -12%	Pastagens e reflorestamentos.
	VII	Rasos a medianamente profundos.	12% – 20%	Reflorestamentos e APP.
C	VIII	Rasos e pedregosos.	>20%	APP.

Fonte: Adaptado de Salomão (1999).

A carta de solos da área de estudo foi elaborada por meio do recorte espacial dos dados vetoriais, com formato *shapefile*, do mapa pedológico do Estado de São Paulo, (OLIVEIRA et al., 1999).

Para a elaboração da carta de declividade das vertentes foram usados dados topográficos da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*)⁴. Primeiramente, por meio da interpolação desses dados, foram geradas as curvas de nível equidistantes em 20m. A partir dessas isolinhas topográficas foi gerada uma grade triangular (TIN), com resolução espacial de 20m por 20m. Tal grade serviu como opção de entrada na ferramenta MNT (Modelo Numérico do Terreno) do SIG para a geração do Plano de Informação (PI) Declividade, com unidade em porcentagem. No final, após a definição do intervalo das classes temáticas de declividade, realizou-se a associação do PI numérico com o PI temático, estabelecendo assim a variável topográfica.

A integração matricial dos dados foi realizada no programador LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do SPRING por meio da lógica

⁴ Obtidos em: National Aeronautics and Space Administration – NASA, disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>.

booleana. A tabela 2 exibe o critério usado no cruzamento dos dados pedológicos e da declividade para a definição das classes de capacidade de uso da terra da área de estudo.

Tabela 2 – Critério Matricial Adotado Para a Relação entre Solos e Declividade. Nomenclatura Relativa aos Solos: 1 – Associação entre Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho Amarelo; 2 – Argissolo Vermelho Amarelo; 3- Neossolo Litólico; 4 – Neossolo Quartzarênico, Planossolo Háplico; 5 – Gleissolo Háplico e 6 – Organossolo Háplico. Classes de capacidade de uso: I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII.

Solos	Declividade (%)				
	> 20	12 – 20	6 a 12	3 a 6	0 a 3
1	-	III	III	II	I
2	-	VI	IV	III	II
3	VIII	VII	VII	VII	-
4	VIII	VII	VII	VII	-
5	-	-	-	V	V
6	-	-	-	V	V
7	-	-	-	V	V

Fonte: Organizado pelo Autor.

Determinação e adequação do uso e ocupação da terra

Para a determinação do uso e cobertura da terra foram usadas imagens orbitais do sistema sensor Landsat5/TM com 0% de cobertura de nuvem⁵. Como o objetivo do trabalho é proporcionar uma contribuição para a sistematização metodológica, optou-se por usar imagens do ano de 2004, uma vez que a mesma apresentou condições técnicas favoráveis para a classificação. Além disso, 2004 é o ano base de um estudo multitemporal do uso e ocupação da terra que está sendo desenvolvido pelos autores do artigo na área em estudo. A tabela 3 exibe os parâmetros dos dados orbitais usados.

Tabela 3 – Características dos Dados Orbitais Usados no Teste Metodológico.

Sensor	Resolução Espacial	Órbita/ Ponto	Data	Bandas
Landsat5/TM	30m	220/075	30/08/2004	3,4 e 5
Landsat5/TM	30m	221/075	21/08/2004	3,4 e 5

Fonte: Organizado pelo Autor.

As imagens foram corrigidas geometricamente tendo como base o mosaico GeoCover 2000 da NASA (GLOBAL LAND COVER FACILITY, 2013). Foram utilizados 18 pontos de controle para retificação geométrica em cada cena, com grau de polinômio 1 e interpolador vizinho mais próximo (FRANKE, 1982). Para o mosaico das imagens utilizou-se a função Mosaico contido no ícone Imagem do *software* adotado. As imagens foram

⁵ Obtidas em: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>.

submetidas à técnica de realce de contraste, modelo linear e a aplicação do filtro linear com máscara 4x4 específico para imagens TM/Landsat, disponível no SPRING 5.2.

Para separar a área de estudo em regiões homogêneas de ocupação e cobertura da terra utilizou-se a técnica de segmentação com a aplicação do método de crescimento por regiões. Os parâmetros utilizados para a definição de área e similaridade foram 85 e 18, respectivamente. Tais valores tiveram melhor representatividade no tamanho das áreas requeridas e fatiamento espectral dos níveis de cinza dos dados orbitais usados.

Com o intuito de extrair as informações de média e variância das regiões definidas na segmentação, de acordo com as bandas escolhidas, aplicou-se a técnica de extração de regiões. Na sequência, executou-se o treinamento para a aquisição das amostras e associação das mesmas com as classes de uso criadas, ou seja, área urbana, pastagem/campos, cultura anual, cultura temporária, silvicultura, vegetação arbórea e água (IBGE, 2006). As regiões obtidas na segmentação foram associadas às classes temáticas de acordo com suas características geométricas, texturais e espectrais.

Após essa etapa, analisou-se a qualidade das amostras adquiridas, com base nas matrizes de confusão. Com isso, realizou-se a classificação da imagem segmentada com uso do algoritmo Bhattacharya e limiar de aceitação de 99% (MATHER, 1993). A escolha desse algoritmo é decorrente do mesmo utilizar em seu processo de treinamento classificatório as regiões formadas na segmentação e o limiar definido visou admitir 99% dos resultados desse processo (segmentação – classificação).

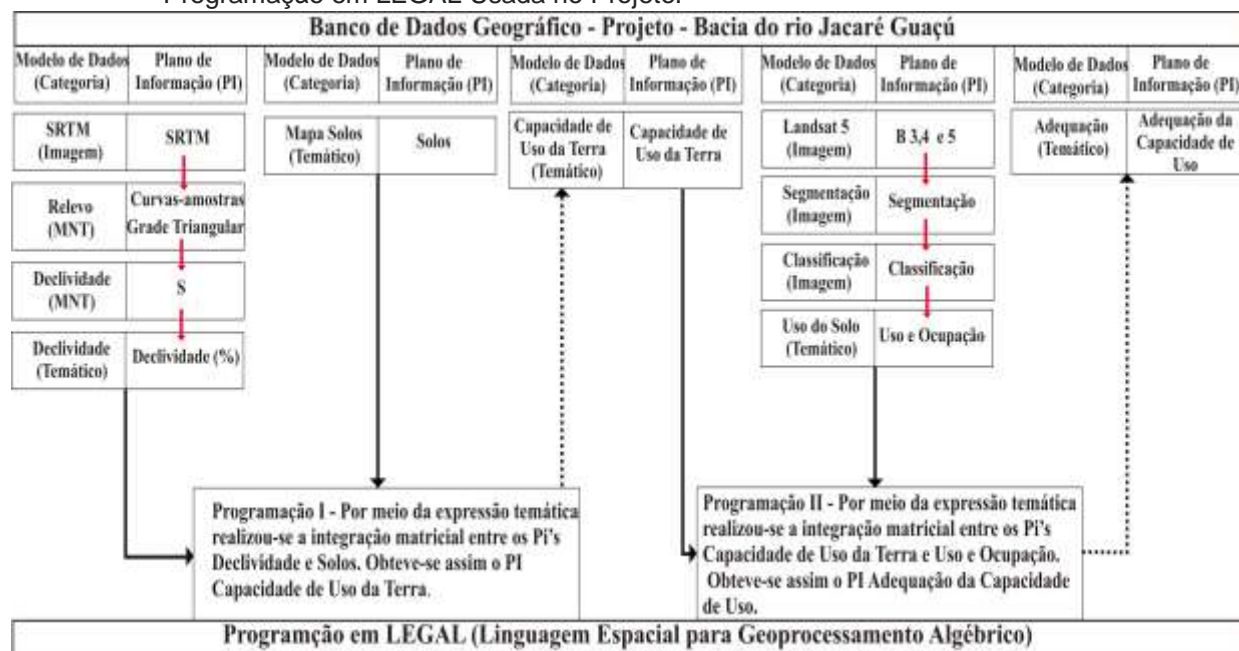
Na etapa final, após a transformação da imagem matricial em dados vetoriais, procedeu-se o processo de pós-classificação cujo intuito foi o de corrigir as áreas associadas erroneamente no processo de classificação a determinados temas que não correspondessem às classes apropriadas. A função Associação de Classes Temáticas disposta no editor de dados vetoriais do SPRING foi usada para o referido procedimento.

O mapa de adequação de uso do solo foi obtido por meio da integração matricial dos dados referentes à capacidade de uso e uso do solo. Desenvolveu-se uma rotina de programação no editor LEGAL do SIG para classificar as áreas com uso adequado, sobreutilizado, onde as terras demonstram uso além dos limites de sua capacidade e subutilizada, onde os terrenos apresentam uso menos intensivo que sua capacidade.

Com o intuito de identificar e quantificar as áreas que interseccionam os Planos de Informações (PI's) uso do solo e adequação da capacidade de uso foi realizada a tabulação cruzada. Foram selecionados os respectivos PI's na ferramenta tabulação cruzada do editor Temático do SIG.

A figura 2 exibe o fluxograma com a estruturação metodológica dos dados e os programas em LEGAL desenvolvidos para determinar a classificação e adequação das terras no sistema de capacidade de uso.

Figura 2 - Fluxograma com Estrutura do Banco de Dados Geográfico da Área de Estudo e Síntese da Programação em LEGAL Usada no Projeto.

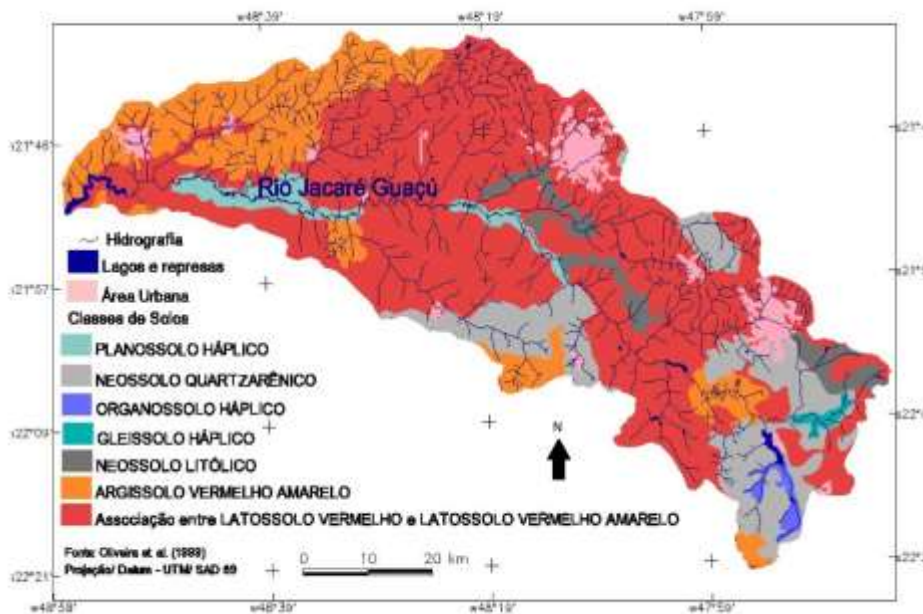


Fonte: Organizado pelo Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos referentes aos solos demonstram que predominam na área de estudo o Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Amarelo, e o Argissolo Vermelho Amarelo. O Neossolo Litólico encontra-se associado às rupturas de relevo com declividade acentuada enquanto que o Planossolo Háplico, Gleissolo Háplico e Organossolo Háplico aparecem próximos aos cursos d'água em pequenas e médias planícies de inundação. O Neossolo Quartzarênico está disposto no alto e médio curso da bacia hidrográfica. A Figura 3 exibe a distribuição espacial das classes de solos encontradas na área de estudo.

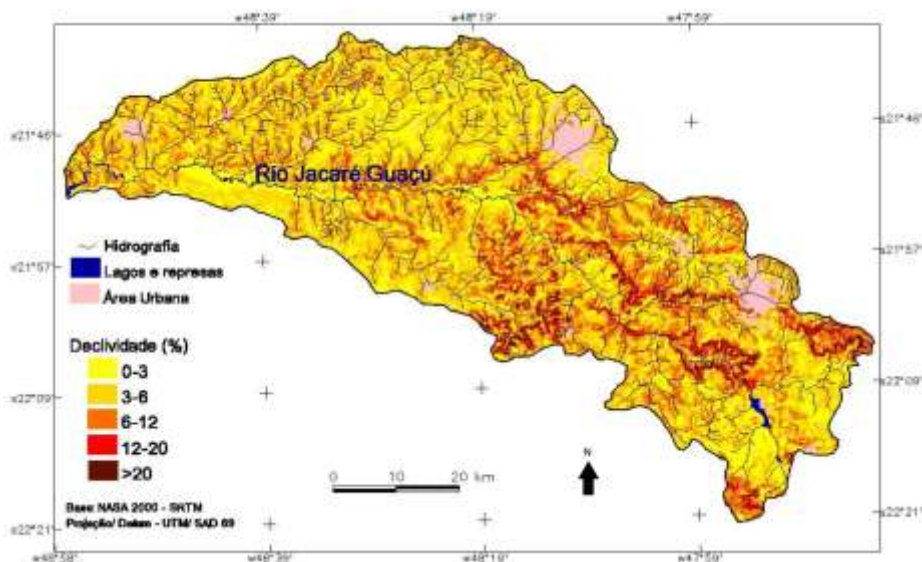
Figura 3. Classes de Solos da Área de Estudo.



Fonte: Organizado pelo Autor.

As faixas de declividade presentes na bacia do rio Jacaré Guaçu são demonstradas a seguir na figura 4.

Figura 4 - Declividade da Área de Estudo.



Fonte: Organizado pelo Autor.

Verifica-se o predomínio das classes compreendidas entre 0% e 3% e 3% e 6%, sobretudo nos setores norte, sul e leste da área de estudo. A classe de declive envolvida

entre 6% e 12% é verificada, principalmente, no terço inferior das vertentes nos setores leste e sudeste da bacia. Já os declives mais acentuados, ou seja, classificados no intervalo de 12% a 20% e maior que 20% são verificados no setor leste e sudeste da área de estudo associados às cuestas arenítico-basálticas e as cabeceiras do alto curso da bacia de drenagem. No que diz respeito à capacidade de uso da terra verifica-se o predomínio das classes III, II e I do grupo A, seguido pelas classes VII e V do grupo B. As classes VIII do grupo C, IV do grupo A e VI do grupo B são as que possuem menor representatividade (Tabela 4).

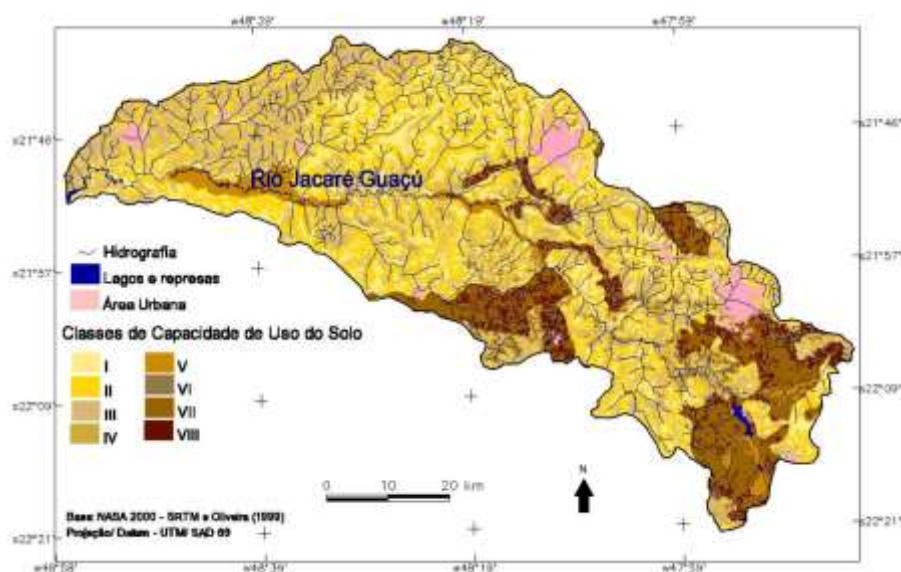
Tabela 4 – Área Ocupada Pelas Classes de Capacidade da Terra.

Classe de Capacidade de Uso	Área em km ²	Porcentagem (%)
I	735,4	18,1
II	1216,8	30
III	996,2	24,5
IV	105,2	2,6
V	153,6	3,8
VI	53,7	1,4
VII	446,7	11
VIII	203,3	5
Área urbana	14,7	3,2
Lagos e represas	132,1	0,4
Total	4057,7	100

Fonte: Organizado pelo Autor.

A espacialização dos dados de capacidade de uso da terra na bacia hidrográfica é demonstrada na Figura 5.

Figura 5 - Capacidade de Uso do Solo da Bacia do Rio Jacaré Guaçu



Fonte: Organizado pelo Autor.

Os dados demonstram que as classes do grupo A estão dispostas ao longo de toda área de estudo. A classe V do grupo B está vinculada aos solos hidromórficos juntos aos terraços fluviais e às planícies de inundações. As classes VI e VII do grupo B e VIII do grupo C aparecem associadas aos Neossolos, no alto e médio curso da bacia hidrográfica.

Em relação ao uso e ocupação dos solos verifica-se que em 2004 ocorria o predomínio de pastagens, campos, cultura temporária, vegetação, cultura anual, silvicultura, área urbana, lagos e represas (Tabela 5).

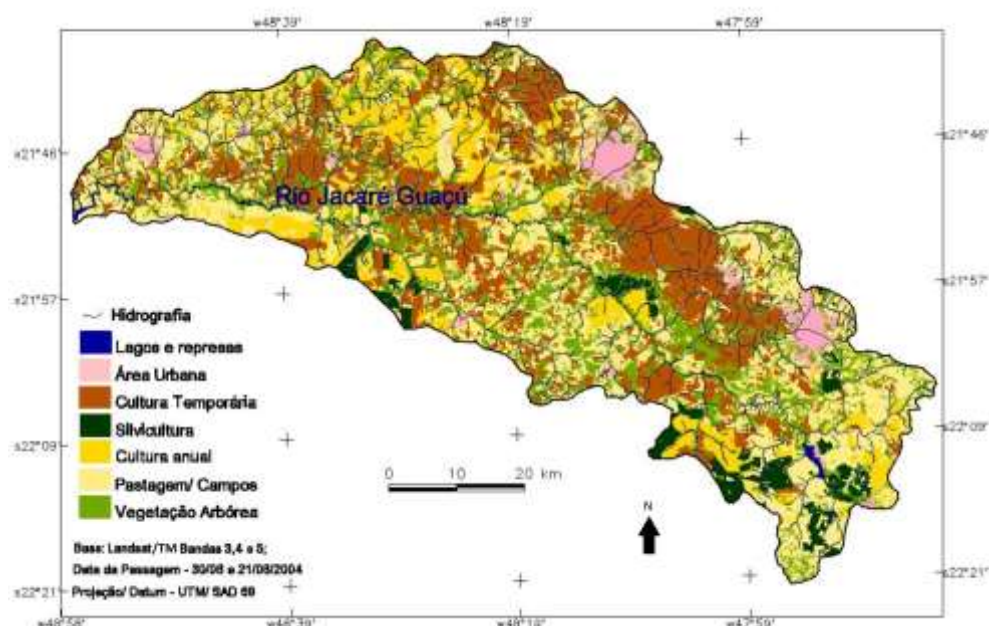
Tabela 5 - Área ocupada pelas classes de uso dos solos.

Classe de Uso	Área em km ²	%
Vegetação	937,3	23,1
Pastagem/Campos	1270,5	31,3
Cultura Anual	524,4	13
Cultura Temporária	1012,5	24,9
Silvicultura	166,2	4,1
Área urbana	14,7	3,2
Lagos e represas	132,1	0,4
Total	4057,7	100

Fonte: Organizado pelo Autor.

A distribuição espacial desses dados é variada. Verificam-se praticamente todas as formas de uso ao longo de área de estudo, com exceção da silvicultura, que ocupa algumas áreas do alto e médio curso da bacia hidrográfica (Fig. 6).

Figura 6 - Uso do solo da área de estudo.



Fonte: Organizado pelo Autor.

Os valores em área e porcentagem sobre o conflito de capacidade de uso da terra são exibidos na tabela 6.

Tabela 6 – Área Ocupada Pelas Classes de Conflito da Capacidade de Uso da Terra.

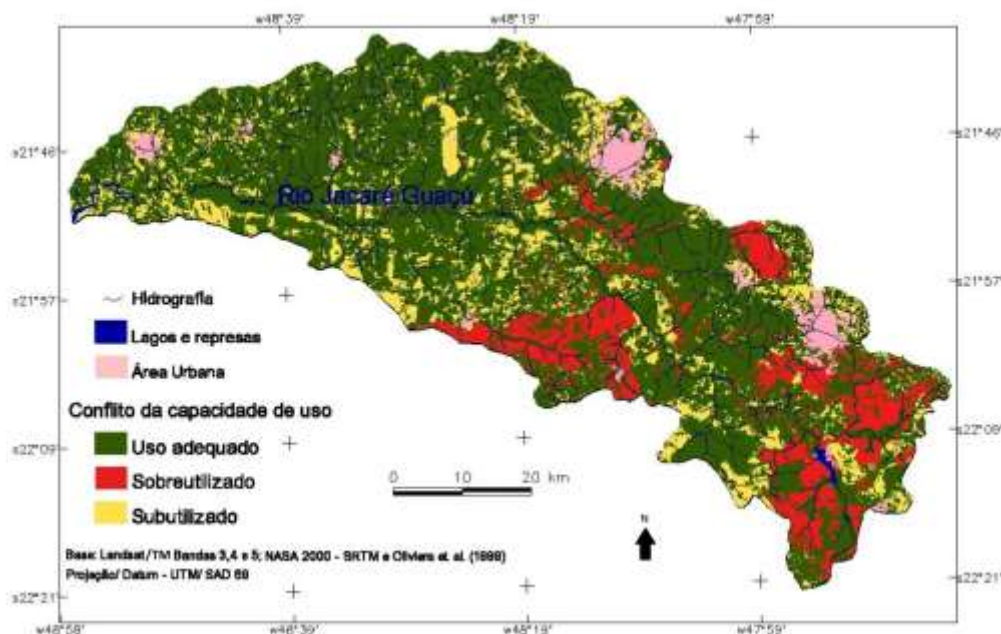
Conflito da Capacidade de Uso da Terra	Área em km ²	Porcentagem (%)
Uso adequado	2838	70
Sobreutilizado	456,9	11,2
Subutilizado	616	15,2
Área urbana	132,1	3,2
Lagos e represas	14,7	0,4
Total	4057,7	100

Fonte: Organizado pelo Autor.

Verifica-se que a maior parte da área de estudo, ou seja, 70% apresentava uso adequado no ano de 2004. As áreas classificadas como sobreutilizadas correspondiam a 11,2% do total da área de estudo. Já os locais com uso menos intenso que sua capacidade, ou seja, subutilizados correspondiam a 15,2% do total da bacia.

A figura 7 exibe a distribuição espacial dos dados referentes ao conflito da capacidade de uso. Os locais subutilizados encontravam-se dispostos ao longo de toda área de estudo, assim como as áreas com uso adequado. As áreas classificadas como sobreutilizadas localizavam-se no médio e alto curso da bacia associadas, sobretudo, aos Neossolos. Pereira e Tosto (2012) verificaram o conflito da capacidade de uso no município de Araras – SP e obtiveram resultados semelhantes. O referido município localiza-se próximo a bacia hidrográfica e apresenta condições geológicas semelhantes.

Figura 7 - Conflito da Capacidade de Uso do Solo da Bacia do Rio Jacaré Guaçu.



Fonte: Organizado pelo Autor.

A tabela 7 exibe a tabulação cruzada entre dados de uso e adequação de uso da terra. Verifica-se que as áreas subutilizadas coincidem com locais destinados à pastagem e campos. São locais que apresentavam maior potencialidade de uso que o apresentado em 2004. As áreas sobreutilizadas eram usadas para pastagem, campos, cultura temporária e anual. De acordo com a metodologia, esses locais deveriam ser usados para reflorestamento e áreas de preservação permanente.

Tabela 7 – Tabulação Cruzada em km² Entre o Plano de Informação Uso do Solo e Adequação da Capacidade de Uso.

	Uso Adequado	Sobreutilizado	Subutilizado	Área Urbana	Lagos e Represas
Pastagem/Campos	425,6	304,4	540,3	-	-
Vegetação	937,2	-	-	-	-
Cultura Temporária	912,1	100,6	-	-	-
Cultura Anual	472,5	51,8	-	-	-
Silvicultura	90,5	-	75,7	-	-
Área Urbana	-	-	-	132,1	-
Lagos e Represas	-	-	-	-	14,7

Fonte: Organizado pelo Autor.

Esses resultados sugerem que as pastagens e campos que ocupavam os locais com sobreuso poderiam estar fazendo o papel de uma vegetação primária nessas áreas. As áreas mais críticas, ocupadas por culturas temporárias e anuais deveriam ser reavaliadas quanto seu uso.

Sobre os locais subutilizados, identificava-se um potencial de expansão de cultura anual e temporária para locais ocupados por pastagem, campos e silvicultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação e verificação da adequação do uso da terra com suporte de Geotecnologias proporcionou um conhecimento considerável sobre alguns atributos do meio físico e a dinâmica agropecuária da área estudada. Por meio da integração de dados de Sensoriamento Remoto, altimétricos e pedológicos foi possível identificar os locais com potencial de crescimento agrícola, com uso acima de seu potencial natural e as áreas usadas de forma adequada na bacia do rio Jacaré Guaçú no ano de 2004.

A análise dos dados obtidos permite concluir que 70% do total da área estudada apresentava uso adequado da terra em 2004. Pouco mais de 11% correspondiam aos locais sobreutilizados, ou seja, com uso acima do potencial natural e as áreas subutilizadas representavam pouco mais de 15% do total.

Os resultados obtidos ratificam a contribuição das técnicas de Geoprocessamento para determinar a classificação e adequação das terras no sistema de capacidade de uso. A aplicação dos modelos no SPRING proporcionou a obtenção, quantificação e o armazenamento de informações espaciais, além de possibilitar a elaboração de diversos mapas temáticos da área de estudo.

Por fim, acredita-se que este trabalho traz algumas contribuições para se determinar a classificação e adequação das terras no sistema de capacidade de uso em território nacional, com suporte de Geotecnologias e de dados ambientais disponíveis gratuitamente na rede mundial de computadores.

REFERÊNCIAS

BARROS, X. Z. et al. Estudo da adequação do uso do solo, no município de Maringá-PR, utilizando-se de Geoprocessamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-444, 2004.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS**. Ontario: Pergamon, 1994.

CAMARA, G. et al. Interacting remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, New York, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

FERREIRA, R. E.; ALVES, F. D. Organização espacial da cana de açúcar no Estado de São Paulo: uma análise evolutiva. In: ENCONTRO DE GRUPOS DE PESQUISA AGRICULTURA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E TRANSFORMAÇÕES SOCIOESPACIAIS, 5., 2009, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Grupo de Pesquisa em Educação e Território, 2009. p. 1-18.

FRANKE, R. Scattered data interpolation: tests of some methods. **Mathematics of Computation**, Providence, v. 38, n. 157, 181-200, 1982.

GLOBAL LAND COVER FACILITY - GLCF. **Landsat GeoCover Mosaics**. Disponível em: <<http://glcf.umd.edu/data/mosaic/>>. Acesso em: 9 jan. 2013.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Catálogo de imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 12 jan. 2013.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1991.

MATHER, P. M. Introduction: the ESRC/NERC Joint Programme on Geographical Information Handling. In: MATHER, P. M. (Ed.). **Geographical information handling: research and applications**. New York: John Wiley & Sons, 1993. p. 1-6.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas do Estado de São Paulo**: estudo em forma de atlas. São Paulo: USP/IGEO, 1973.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION - NASA. **Jet propulsion laboratory**. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999.

PEREIRA, L. C.; TOSTO, S. G. Capacidade do uso das terras como base para a avaliação do desenvolvimento rural sustentável. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NOVA TERRITORIALIDADES E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2., 2012, Recife. **Anais...** Recife: GRAPP, 2012. p. 1- 9.

PERROTA, M. M. et al. **Mapa Geológico do estado de São Paulo, escala 1:750000**. São Paulo: Programa Geologia do Brasil, CPRM, 2005.

RÊGO, S. C. A.; LIMA, M. N. S.; MONTEIRO, T. R. R.; SOUZA, B. I. Mapeamento do uso e adequação do solo no município de São João do Tigre – PB, com auxílio de geotecnologias. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p. 1583–1593, 2012.

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**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 675-681, 2001.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 10, p. 41-56, 1996.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção de processos erosivos. In: GERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo**: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. 1995. 200 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento em estudos ambientais: uma perspectiva sistêmica. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. **Geomática**: modelos e aplicações ambientais. (Ed.). Brasília: EMBRAPA, 2007.

Recebido em 31/07/2014

Aceito em 05/11/2015