

# ANÁLISE DO USO DA TERRA E DO COMPONENTE CLINOGRÁFICO POR MEIO DE GEOPROCESSAMENTO: O ENTORNO DO RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE - SP

*Analysis of land use and clinographic component through geoprocessing: the area  
surrounding Salto Grande Reservoir - SP*

**Marcelo Fernando Fonseca<sup>1</sup>**  
**Lindon Fonseca Matias<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade Estadual de Campinas - Unicamp**  
**Instituto de Geociências (IG) – Departamento de Geografia (DGEO)**  
Rua João Pandiá Calógeras, 51 – Cidade Universitária – CEP 13083-870 – Campinas – SP  
marcelo.fonseca@ige.unicamp.br  
lindon@ige.unicamp.br

## RESUMO

Estudos envolvendo a topografia do terreno, em especial englobando as classes de declividade, são tradicionalmente desenvolvidos em análises que buscam avaliar o uso da terra quanto a sua potencialidade e/ou limitação para fins de aproveitamento nas diversas atividades humanas. Incluído entre os diversos fatores que condicionam a ocupação e influenciam o uso e a valorização da terra dentro do contexto de apropriação urbana, o aspecto da declividade é também fator condicionador da erosão e, portanto, modelador da paisagem urbana. Assim, este trabalho objetivou identificar as classes de declive predominantes no entorno do Reservatório de Salto Grande/SP, avaliando suas características e o seus aspectos limitadores, além de fazer uma análise em relação aos principais usos da terra em cada classe considerada, utilizando para tanto o auxílio de uma base de dados constituída em software de análise espacial, o que demandou a aplicação de técnicas específicas de geoprocessamento. Os resultados demonstram a presença da cana-de-açúcar como uso principal (39,5%), seguido do uso urbano (24,2%), apontando que 29,3% da área encontra-se em declives de até 5% e a maior parte, compreendendo quase metade do território avaliado, em declives entre 5-12%, o que representa, em termos gerais, condições favoráveis na maior parte da área para usos diversificados da terra, incluindo o desenvolvimento de práticas agrícolas e englobando a possibilidade dos usos de natureza residencial e industrial, desde que adotadas as medidas corretas para a gestão da terra.

**Palavras-chave:** Uso da terra. Declividade. Geoprocessamento. Planejamento territorial.

## ABSTRACT

Researches on the topography of the land, in particular covering the classes of slope, are traditionally developed on analyses which seek to evaluate the use of land regarding to its potential and/or limitations for the purpose of utilization in the various human activities. Included among the many factors that determine the occupation and influence the land use and valuation within the urbanization context, the slope aspect is also a conditioning factor of erosion and hence shaping the urban landscape. Thus, this study aimed to identify the predominant slope classes in the area surrounding Salto Grande Reservoir/SP, assessing its characteristics and limiting aspects, in addition to analyzing the main land uses within each class considered, provided for by the assistance of a database composed of spatial analysis software, which required the application of specific geoprocessing techniques. The results demonstrate the presence of sugar cane as a primary use (39.5%), followed by urban use (24.2%), indicating that 29.3% of the area is on slopes of up to 5% and most comprising almost half of the area measured on slopes between 5-12%, which represents, in general, favorable conditions in most of the area for diversified land uses, including the development of agricultural practices and encompassing the possibility of use for residential and industrial purposes, provided that the right steps are taken to manage the land.

**Keywords:** Land use. Slope. Geoprocessing. Territorial planning.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de estudos de natureza geográfica que possam fornecer subsídios para um planejamento mais eficaz do uso e ocupação da terra no meio urbano, além de necessário, tem se mostrado cada vez mais passível de ampliação, sobretudo, em virtude do advento das geotecnologias, que propiciam novos meios para a aquisição de dados e para a geração de informações e, especificamente, para a produção em menor tempo de conhecimento geográfico. Essas novas técnicas associadas e disponibilizadas pela Cartografia Digital, pelo Sensoriamento Remoto e pelos Sistemas de Informação Geográfica, dentre outras possibilidades, servem de auxílio e suporte nos processos de análise e tomada de decisão, porém, como bem ressalta Bolfe (2006), com o seu uso cada vez mais intenso e frequente, é preciso se atentar para questões inerentes de escala, temporalidade, fonte, metodologias de processamento e, sobretudo, aos procedimentos de análise adotados por cada pesquisador, ou seja, é sempre necessário avaliar qualitativamente os produtos obtidos.

Neste trabalho procurou-se enfatizar a utilização desses recursos para o mapeamento do uso da terra dentro do recorte espacial considerado e para a geração e análise conjunta de um mapa clinográfico, o que segundo De Biasi (1992), é a nomenclatura mais adequada para o que muitos comumente denominam de mapa de declividade, utilizado, dentre outras finalidades, para se avaliar o uso da terra quanto a sua potencialidade e/ou limitação para fins de aproveitamento nas mais diversas atividades humanas.

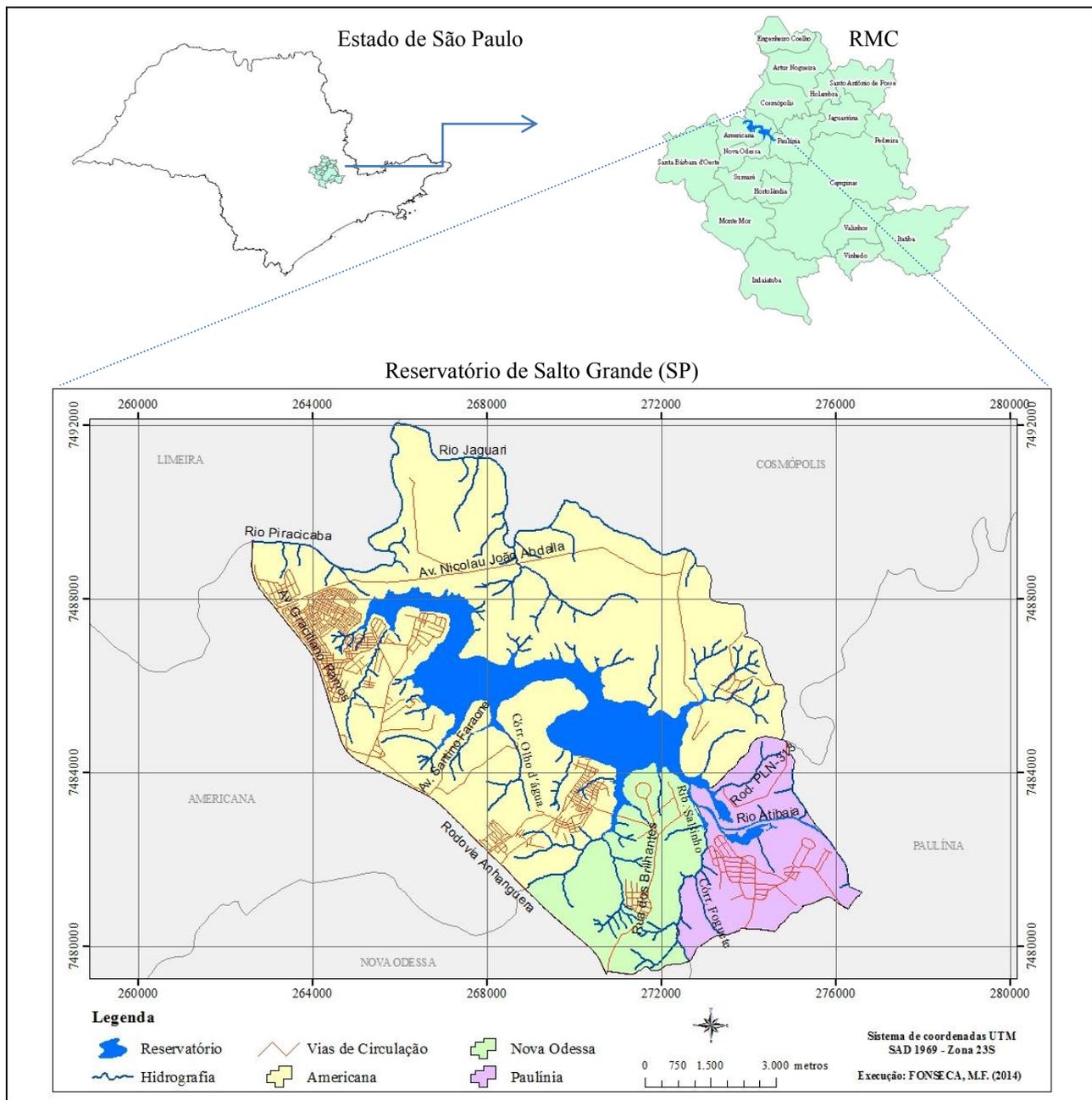
A área de estudo escolhida compreende o entorno do Reservatório de Salto Grande, cuja abrangência territorial encontra-se em três municípios paulistas limítrofes - Americana, Nova Odessa e Paulínia -, cidades pertencentes à Região Metropolitana de Campinas (RMC), criada pela Lei Complementar estadual nº 870, de junho de 2000. Trata-se de uma região com produção agrícola e industrial diversificada, notadamente destacando-se como um polo científico e tecnológico, interligada por um amplo sistema viário composto por importantes eixos de fluidez, como a rodovia Anhanguera (SP-330), a dos Bandeirantes (SP-348) e a Dom Pedro I (SP-65), que também faz a ligação com a região do Vale do Paraíba (EMPLASA, 2011); as cidades citadas neste estudo apresentam elevados índices de urbanização e industrialização (SEADE, 2011), sendo que Americana se destaca pela presença das indústrias do ramo têxtil e pela recente expansão do segmento de comércio e serviços, enquanto Nova Odessa, cuja economia também se apoia na área têxtil, tem apostado na atração de novas empresas a partir da ampliação de seu parque industrial; já Paulínia, com características peculiares, destaca-se regionalmente pela presença de um polo petroquímico, o que acarreta altos ganhos tributários à esfera municipal (AGEMCAMP, 2012).

A Tabela 1 apresenta alguns dados de interesse retratando os municípios como um todo (A) e os mesmos dados apenas para o recorte selecionado, ou seja, para a parcela territorial do entorno do reservatório de Salto Grande (B); na sequência, a Figura 1 apresenta a área de estudo, perfazendo um total de 90,44 km .

**Tabela 1:** Dados correspondentes aos municípios como um todo (A) e somente a área de estudo (B).

Município	(A)			(B)		
	População Total	Área territorial (km <sup>2</sup> )	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	População Total	Área territorial (km <sup>2</sup> )	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
Americana	210.638	133,35	1.580	38.430	67,28	571
Nova Odessa	51.242	73,80	694	518	11,63	45
Paulínia	82.146	138,83	592	4.059	11,53	352

**Fonte:** Resultados Sinopse Censo Demográfico (IBGE, 2010); elaboração do autor, 2012.



**Figura 1:** Localização da área de estudo - reservatório de Salto Grande e seu entorno.

A definição da área de estudo contempla um recorte espacial político-administrativo, privilegiando áreas limítrofes sob influência direta do reservatório.

Formado a partir do represamento do rio Atibaia e tendo entre seus principais tributários o ribeirão Saltinho e os córregos Foguete e Olho d'água, este reservatório encontra-se em operação desde 1949, pertencendo à bacia hidrográfica do rio Piracicaba, junto a Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI) de número 05; a principal função desempenhada por este sistema, desde a sua construção até os dias atuais, é a geração de energia elétrica, sendo administrado pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). No município de Americana localiza-se toda a infraestrutura de geração elétrica, junto à barragem construída (COESA; CPFL, 2004); a Figura 2 apresenta uma perspectiva da usina hidrelétrica de pequeno porte (PCH) e alguns aspectos gerais da área, como a presença de plantas aquáticas próximas a barragem de contenção e, ao sul, remanescentes florestais e uma parcela da área urbana presente no entorno.



**Figura 2:** Barragem e estrutura de geração elétrica, com aspecto da área urbana ao fundo.  
**Fonte:** Autoria própria, 2010.

O mapeamento do uso da terra realizado por meio de fontes cartográficas oficiais obtidas junto ao Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC), com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e levantamentos de campo, identificou uma significativa ocupação urbana já consolidada e movimentos imobiliários especulativos que impulsionam a implantação de novos condomínios fechados ao sul do reservatório; ao norte e a leste da represa, a ocupação urbana ainda não atinge espaços significativos, prevalecendo o cultivo de monoculturas, como a cana-de-açúcar, por grandes extensões de terra, geralmente através de arrendamento destas por empresários que buscam atender um mercado crescente dos derivados desta cultura agrícola; já nas proximidades das margens da represa, encontram-se muitas residências tipicamente unifamiliares e chácaras de veraneio, cuja presença remonta aos primeiros anos posteriores à criação do reservatório.

Foco deste trabalho, a análise do potencial de uso da terra em função das classes de declividade buscou a compreensão deste fator como um dos responsáveis pela adoção diferenciada de técnicas na ocupação territorial planejada, obviamente ao lado de outros aspectos socioeconômicos e ambientais. Sendo assim, este trabalho reforça a importância deste conhecimento como um dos elementos norteadores no contexto da gestão territorial municipal já que, segundo Lepsch (2002), declives muito acentuados, por exemplo, podem limitar o uso da terra a usos específicos, como pastagens ou reflorestamentos. Torna-se fundamental considerar este aspecto no quadro das leis do zoneamento urbano, para consolidação das diretrizes formais de proteção e controle ambiental, gerenciando assim o uso e a ocupação de fundos de vale, as áreas sujeitas à inundação, as cabeceiras de drenagem e as áreas de diferentes declividades (BRAGA; CARVALHO, 2003).

## 2 METODOLOGIA

Com o objetivo de constituir inicialmente a base cartográfica de apoio, foram inseridas no software ArcGIS<sup>®</sup> versão 10 (ESRI, 2010) as cartas topográficas em formato digital da área de estudo na escala 1:10.000, obtidas junto ao Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC, 2002) e pertencentes ao Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Também foram utilizadas imagens orbitais provenientes do satélite japonês ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), sensor

PRISM (*Panchromatic Remote-Sensing Instrument for Stereo Mapping*), que apresenta resolução espacial de 2,5m, imageando faixas de até 35 km (IBGE, 2010); junto à Prefeitura Municipal de Americana (PMA), onde se encontra a maior parte da área avaliada, foram obtidas fotografias aéreas do ano de 2008, apresentando resolução espacial mais refinada, na faixa de 0,6m.

Após o processo de ajustes envolvendo o georreferenciamento dos temas e a criação dos respectivos planos de informação, constituiu-se o mapa de uso e ocupação da terra para o entorno do reservatório de Salto Grande, tendo como referência o Manual Técnico de uso da terra (IBGE, 2006), e que neste trabalho específico compreendeu o uso das seguintes categorias: urbano, corpo d'água, mata, campo, cana-de-açúcar, citrus e mineração. A checagem de campo foi realizada com a finalidade de excluir possíveis equívocos do mapeamento como também para captar a dinâmica de transformação do uso da terra, que se encontra em pleno movimento, e a importância estratégica desta atividade é apontada por diversos autores. Segundo Venturi (2006, p. 75-76), “o momento do trabalho de campo representa o contato imediato do cientista com a realidade; é o momento de conhecê-la melhor por meio de técnicas de observação e interpretação, instrumentalizadas ou não e, no campo, o cientista está submetido às dinâmicas da realidade que eleger estudar”; daí deriva sua relevância dentro deste trabalho, provendo a atualização da base de dados utilizada.

Com relação à elaboração do mapa clinográfico, o processo se deu a partir dos temas relacionados às curvas de nível com equidistância de 5 metros e ao levantamento de pontos cotados, dados estes que deram origem ao mapa hipsométrico da área, instrumento importante na análise de processos relativos à dinâmica de uso e ocupação da terra (MENDONÇA, 1999). Fazendo-se uso de técnicas de geoprocessamento através de ferramentas específicas contidas no software - barra de ferramentas 3D Analyst -, gerou-se um modelo TIN (*Triangulated Irregular Network*), estrutura muito usada para modelar superfícies contínuas usando o modelo de dado vetorial; cálculos trigonométricos foram então processados pelo software para calcular a declividade do terreno (MIRANDA, 2010), o que resultou na elaboração do mapa clinográfico do entorno do reservatório de Salto Grande.

Segundo Lepsch (1983, p. 87), “a topografia do terreno, especialmente a declividade representada nos mapas clinográficos, se constitui em um dos principais condicionadores da capacidade de uso da terra”. Importante frisar que o termo capacidade de uso geralmente envolve a sobreposição e integração de outros temas relativos ao meio físico, como características do clima, do solo, do relevo, que por sua vez se constituem em fatores atuantes no que tange aos riscos maiores ou menores de degradação da terra (SANTOS, 2004).

Para embasar as discussões propostas neste trabalho, foram definidos os respectivos intervalos de valores das classes de declividade a se adotar, bem como o número de classes consideradas. Este aspecto foi investigado mais profundamente, encontrando-se relevantes contribuições em Lepsch (1983; 2002), De Biasi (1992) e Ramalho Filho; Beek (1995), sendo que se optou por seguir os limites de classes em porcentagem e as respectivas recomendações sugeridas segundo De Biasi (1992), que se baseia em aspectos normativos do que já está estabelecido em lei para fazer indicações quanto aos usos mais apropriados e as possíveis restrições quanto à ocupação territorial, conforme a Tabela 2:

**Tabela 2:** Classes de declividade e suas características quanto à ocupação recomendada.

Intervalos das Classes de Declividade (%)	Recomendações quanto ao uso da terra
0-5	Limite adequado para o uso urbano-industrial.
5-12	Limite máximo para emprego da mecanização na agricultura sem restrições.
12-30	Limite máximo para urbanização sem restrições.
30-47	Limite máximo para corte raso, a partir do qual a exploração só é permitida se sustentada por cobertura de florestas.
> 47	Área restrita a florestas, só sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

**Fonte:** De Biasi, 1992; compilação do autor, 2012.

Buscou-se, assim, realizar o mapeamento das classes de declividade no entorno do reservatório de Salto Grande a partir dos procedimentos mencionados, obtendo a área total em km em cada classe e sua representatividade percentual dentro do contexto geral.

A partir daí, realizou-se uma análise relacionando-se estes resultados ao mapeamento dos usos da terra previamente elaborado, identificando, por consequência, os principais usos da terra em cada uma das respectivas cinco classes de declividade. Este procedimento nos permitiu a condução de reflexões focadas nos indicativos sobre o uso presente e potencial de uso da terra, quando considerado as recomendações presentes na Tabela 2 e demais peculiaridades da área pesquisada.

A espacialização destes dados foi complementada com trabalhos de campo na área de estudo e o geoprocessamento, entendido aqui como uma tecnologia transdisciplinar (ROCHA, 2007), apresentou-se como instrumental preciso e adequado para gerar informações capazes de subsidiar as análises socioespaciais delineadas.

Ressalta-se que a obtenção destas informações por si só não garantem ações efetivas no âmbito do planejamento territorial no entorno do reservatório, sendo necessário levar em consideração outros fatores, como a realidade política e socioeconômica da área. Ao analisar os diversos aspectos intrínsecos ao conhecimento e planejamento do território, associado aos seus usos intencionais, Santos e Silveira (2008) já chamavam a atenção para a importância de se compreender as qualidades da informação, reconhecer também os seus produtores e possuidores, decifrar os seus usos, sendo que são exatamente os seus produtores e possuidores – empresas, Estado, sociedade – que vão decidir, a partir daí, as formas de uso do território, que passam então a estar sujeitas aos interesses e intervenções diretas e indiretas de cada um destes agentes.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

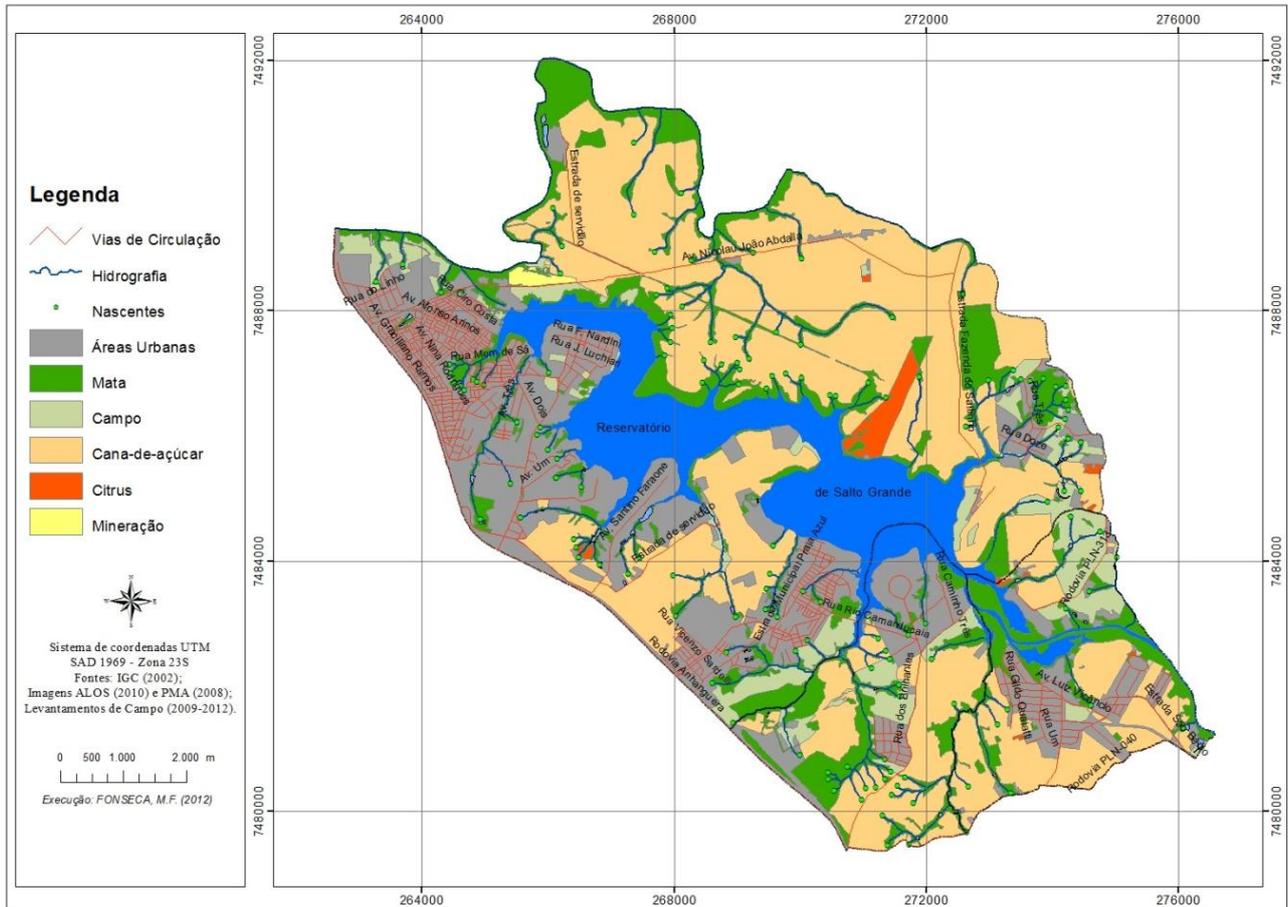
Para a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra foram consideradas as classes compreendendo o uso urbano (áreas já consolidadas e em consolidação, englobando os usos residenciais, industriais, comerciais e/ou de serviços), corpos d'água (incluindo a rede de drenagem composta por rios, nascentes, lagos e o próprio reservatório), matas (com destaque para a vegetação remanescente no entorno do reservatório), campo (terras predominantemente planas, cobertas ou não por vegetação tipicamente rasteira, às vezes com a presença de pequenos arbustos), cana-de-açúcar (principal cultivo agrícola encontrado na área de estudo), citrus (embora em pequena quantidade, predomínio da laranja e do limão) e mineração (no recorte selecionado, a existência da atividade de extração mineral ocorre para fins de pavimentação de ruas, com a retirada de diabásio). A Tabela 3 apresenta a área, em km e percentualmente, das respectivas classes de uso da terra encontradas neste mapeamento.

**Tabela 3:** Classes de uso da terra no entorno do reservatório de Salto Grande.

Classes de Uso	Área (km <sup>2</sup> )	%
Cana-de-açúcar	35,72	39,49
Urbano	21,88	24,19
Mata	15,24	16,85
Corpos d'água	10,82	11,96
Campo	5,80	6,42
Citrus	0,77	0,85
Mineração	0,21	0,24
<b>Total</b>	<b>90,44</b>	<b>100,00</b>

**Fonte:** Elaboração do autor, 2012.

Destaca-se que os números apresentados acima incluem o próprio reservatório na classe de corpos d'água e justamente por este motivo o valor encontrado para esta categoria é representativo em termos de área. Na tabela acima fica evidente a extensa área ocupada pela cana-de-açúcar, enquanto que quase  $\frac{1}{4}$  do total é correspondente ao uso urbano. A distribuição espacial do uso da terra pode ser observada na Figura 3.



**Figura 3:** Mapa de uso e ocupação da terra no entorno do reservatório de Salto Grande - SP (2012).

Com relação à declividade, ou grau de inclinação do terreno, é fato que sua configuração influencia consideravelmente a concentração, a dispersão e a velocidade do escoamento superficial, agindo diretamente sobre o transporte das partículas do solo (LEPSCH, 2002); quanto maior a declividade do terreno, mais suscetível à erosão hídrica fica sujeito este solo, o que gera uma escala crescente de restrições quanto ao uso da terra para atividades humanas.

Os usos mais recomendados e as práticas de conservação associadas a cada classe de declividade devem ser diferenciados, lembrando sempre que as propostas baseadas neste tipo de classificação não devem ser entendidas do ponto de vista único e definitivo, muito pelo contrário, devem ser compreendidas como mais um elemento norteador dentro de uma série de levantamentos necessários para qualquer atividade de planejamento no contexto urbano. A Tabela 4 apresenta o detalhamento dos resultados encontrados para a área de estudo segundo os intervalos de classe utilizados, sem a devida inclusão da categoria corpos d'água.

Observa-se pelo exposto que praticamente metade da área considerada ocupa a classe de declividade entre 5-12%, cujas recomendações apontam para o que De Biasi (1992) caracterizou como limite máximo para emprego da mecanização na agricultura sem restrições, ou seja, uma faixa de declive que vai basicamente do plano/praticamente plano, passando pelo suave ondulado e chegando, no máximo, ao moderadamente ondulado (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995). Isso

representa uma extensa área (39,33 km<sup>2</sup>) distribuída heterogeneamente no entorno do reservatório de Salto Grande cujo uso potencial da terra, levando-se em conta apenas este fator, aponta para condições favoráveis para usos diversificados, englobando inclusive os usos urbanos mais comuns (residencial, industrial), desde que adotadas as medidas mínimas de conservação para a gestão da terra.

**Tabela 4:** Classes de declividade e área total correspondente.

Intervalos das Classes de Declividade (%)	Total da área (km <sup>2</sup> )	Total da área (%)
0-5	23,27	29,23
5-12	39,33	49,39
12-30	15,77	19,81
30-47	0,94	1,18
> 47	0,31	0,39
<b>TOTAL</b>	<b>79,62</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Elaboração do autor, 2012.

Quando consideradas as duas primeiras classes de declividade (0-5% e 5-12%), o total ultrapassa os 75% da área de estudo, ou seja, mais de  $\frac{3}{4}$  da área apresentam ótimas e/ou boas condições para a expansão urbana com pouca e/ou praticamente nenhuma restrição de ocupação na avaliação deste quesito. No tocante às atividades agrícolas, os declives nestas faixas normalmente não prejudicam o uso de máquinas agrícolas (MACIA, 2009).

Por outro lado, 19,81% da área se encontra classificada no intervalo de declividade correspondente a 12-30%, que compreende já um relevo passando de ondulado a fortemente ondulado, onde se fazem necessárias medidas construtivas específicas, no caso de ocupações urbanas residenciais e, no caso da atividade agrícola, há necessidade de maiores investimentos em máquinas agrícolas especiais, principalmente quando o cultivo é mais intenso. Apenas 1,57% da área encontram-se no limite cujo grau de dificuldade de ocupação é mais crítico e restritivo, a partir do qual a exploração só é permitida se sustentada por cobertura de florestas ou então sob uso totalmente específico, como para fins de pesquisa da fauna e flora, tratando-se, por exemplo, de áreas destinadas à ocupação de florestas e/ou reflorestamentos especiais, devendo-se manter estas áreas preservadas, segundo prerrogativas do próprio Código Florestal brasileiro, atualizado pela Lei Federal nº 12.651, do ano de 2012.

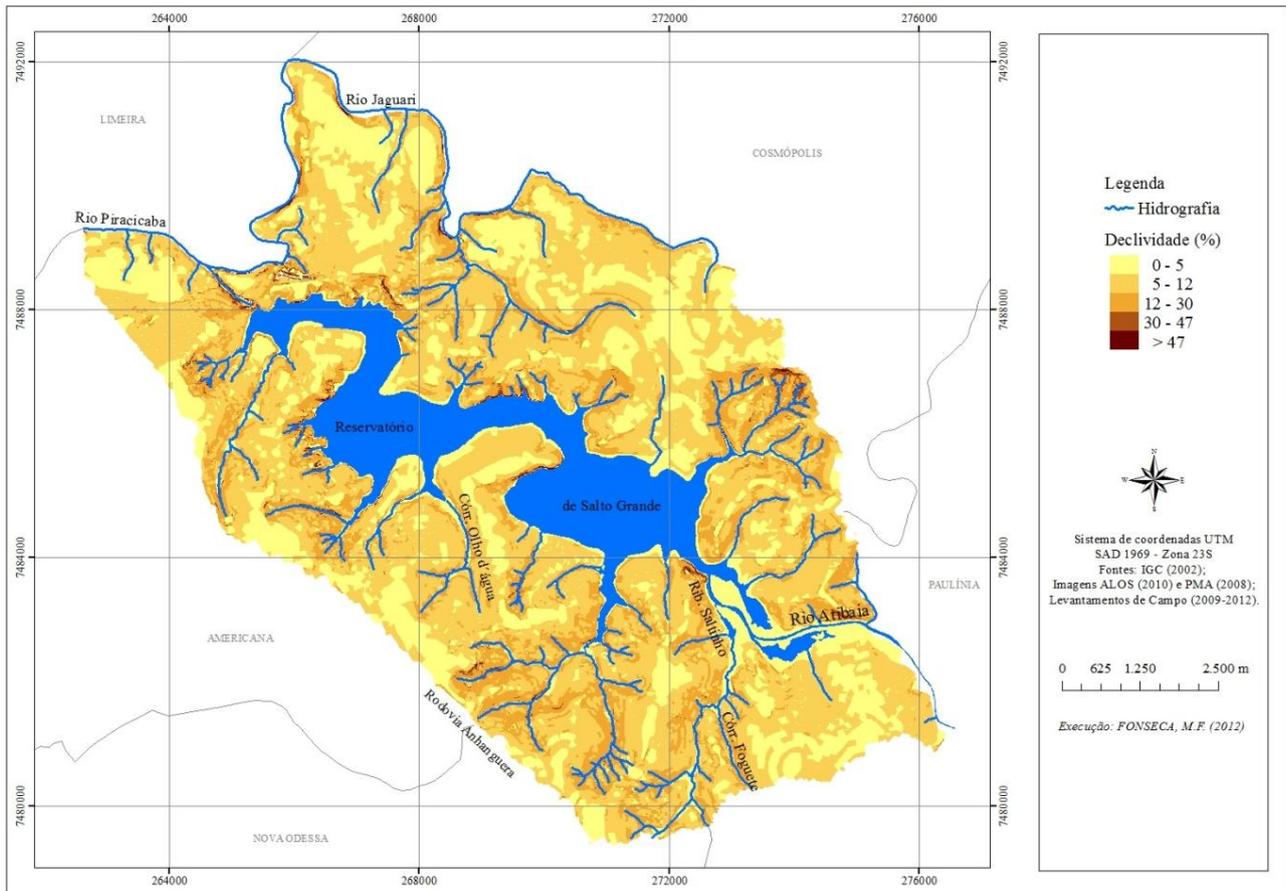
De posse das informações apresentadas - mapeamento do uso da terra versus mapeamento das classes de declividade - e objetivando uma análise comparativa com os dados destes planos de informações através da aplicação de técnicas de geoprocessamento, procedeu-se a geração de uma tabela síntese especificando os valores encontrados de acordo com a distribuição dos usos da terra nas respectivas classes de declividade, para o entorno do reservatório, sendo a mesma apresentada na Tabela 5.

**Tabela 5:** Classes de uso da terra x classes de declividade.

Classes de declividade	0-5%		5-12%		12-30%		30-47%		>47%	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)								
<b>Cana-de-açúcar</b>	10,98	47,19	19,64	49,94	5,03	31,90	0,07	7,45	0,00	0,00
<b>Urbano</b>	5,88	25,27	11,96	30,41	3,85	24,41	0,16	17,02	0,03	9,68
<b>Mata</b>	5,11	21,96	4,38	11,14	4,86	30,82	0,64	68,09	0,25	80,65
<b>Campo</b>	1,02	4,38	2,85	7,25	1,86	11,79	0,06	6,38	0,01	3,23
<b>Citrus</b>	0,24	1,03	0,43	1,09	0,10	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Mineração</b>	0,04	0,17	0,07	0,18	0,07	0,44	0,01	1,06	0,02	6,45
<b>TOTAL</b>	23,27	100,00	39,33	100,00	15,77	100,00	0,94	100,00	0,31	100,00

Fonte: Elaboração do autor, 2012.

Na sequência, na Figura 4, apresenta-se o mapa clinográfico do entorno do reservatório de Salto Grande, segundo as classes de declividade adotadas neste trabalho.



**Figura 4:** Mapa clinográfico do entorno do reservatório de Salto Grande/SP (2012).

Nota-se claramente que o cultivo da cana-de-açúcar ocupa relevantes espaços nas classes com menores declividades, o que está diretamente relacionado à sua presença maciça nas regiões norte e sudeste do reservatório; ao norte, contraditoriamente, encontra-se definida legalmente a APAMA (Área de Proteção Ambiental Municipal de Americana), definida pela lei nº 4.597/2008, que instituiu o atual Plano Diretor do município. Segundo este documento (PDDI, 2008, p.13), esta área deverá ser objeto de “regulamento específico de uso e ocupação”, dada sua importância social em termos de território com potencial para a expansão de áreas residenciais e industriais e também com relevante destaque ambiental por comportar ainda áreas de refúgios e de remanescentes da fauna e flora local. Com base nestas premissas, é possível afirmar que esta grande área ao norte da represa apresenta atualmente um uso da terra em situação inadequada, de acordo com o que estabelece o PDDI, conforme já fora apontado em estudos anteriores (CRUZ, 2008; FONSECA, 2008), mesmo que tal situação possa ser revertida e/ou modificada a partir da formulação e aplicação do respectivo regulamento específico para a área.

A maior parte das áreas urbanas, num total de mais de 80%, encontra-se em superfícies que são caracterizadas como planas / praticamente planas até suaves / moderadamente onduladas (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), o que pressupõe condições adequadas de ocupação avaliando-se somente este quesito; chama a atenção, mesmo em pequena área, a existência de ocupações urbanas nas classes de declividade entre 30-47%, o que exige maiores cuidados no parcelamento e conservação do solo, e até mesmo em declividades superiores, cujas recomendações de uso não

condizem com construções urbanas, independente de sua natureza, constituindo-se este fato em evidente conflito de uso da terra, ao menos quando avaliada a declividade do terreno.

As classes de declividade maiores que 30%, que deveriam geralmente ser alocadas para preservação, apresentaram predominantemente matas em sua ocupação, representando uma parcela pequena da área avaliada (1,25 km<sup>2</sup>). Isso traz como implicação a necessidade iminente de se estabelecerem áreas para a preservação que não fiquem restritas somente a esta condição de declividade, pois isso poderia significar uma justificativa infundada para se ocupar toda a área sem maiores preocupações com as chamadas Áreas de Preservação Permanente (APP) ou as áreas ambientalmente relevantes. É preciso, por exemplo, ficar atento à incorporação de áreas de vegetação natural em declividades menores que deveriam ser preservadas ou exploradas de forma sustentável, mas que acabam servindo, muitas vezes, ao capital especulativo agrícola e industrial e/ou interesses de agentes imobiliários, sofrendo sérios processos de degradação ou extinção.

Assim, entende-se que estudos desta natureza são instrumentos básicos complementares para a identificação de áreas prioritárias de intervenção, seja do ponto de vista mitigador (combate a processos erosivos em áreas já ocupadas, por exemplo) ou mesmo para o planejamento futuro da área, de acordo com o seu uso potencial, e estes devem sempre ser fundamentados em uma base de dados o mais ampla quanto detalhada possível, integrando-se a outros temas de análise (solos, clima, dados socioeconômicos etc.).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto do entorno do reservatório de Salto Grande, compreendendo uma área total de 79,62 km<sup>2</sup> avaliada e classificada segundo as classes de declividade, cerca de 23,27 km<sup>2</sup> ou o equivalente a praticamente 30% da área encontra-se na faixa de declividade de 0-5%, e cerca de 39,33 km<sup>2</sup> (quase metade da área) encontra-se na faixa seguinte de declividade, de 5-12%, o que representa a obtenção de resultados que denotam elevado potencial de uso da terra para fins de ocupação residencial, industrial e agrícola, ao menos quando considerado este quesito.

Avaliados junto a outras temáticas, estes dados podem indicar a existência de uma grande extensão de terras com perspectivas promissoras de ocupação no entorno do reservatório, aumentando significativamente as reservas destinadas à expansão urbana dos municípios de Americana, Nova Odessa e Paulínia. Porém, também chama a atenção o fato de que são graves os problemas socioambientais que o desenvolvimento destes processos de ocupação pode ocasionar, tanto para o reservatório quanto para seu entorno, se forem desprovidos de um planejamento territorial adequado.

Responsável por quase 40% da ocupação na área, o cultivo da cana-de-açúcar para fins comerciais mostra um uso até certo ponto seletivo do território, localizando-se predominantemente em declives menores; tal fato também precisa ser (re)avaliado sob a perspectiva dos interesses sociais, pois a princípio, o uso de uma grande e extensa área ao redor de um reservatório com reconhecido potencial, embora ainda não explorado, de usos múltiplos para a população, não pode ficar restrita a uma ou outra cultura agrícola; é preciso rever as diretrizes de planejamento, definindo claramente critérios para o uso de determinadas áreas, garantindo que elas cumpram a sua verdadeira função socioambiental.

Do ponto de vista da obtenção de informação para a tomada de decisão e, dentro do momento histórico atual, também chamado de técnico-científico-informacional (SANTOS, 1997), as pesquisas aplicadas às atividades de planejamento envolvendo o uso da terra podem se apropriar dos recursos disponibilizados pelas geotecnologias, o que acarreta significativos ganhos analíticos, poupando inclusive recursos; como bem salientou Matias (2004), nas condições sociais e econômicas do mundo contemporâneo, esta é uma necessidade eminente, fazendo-se necessário decidir de forma coesa, com a participação dos diversos agentes sociais, e no menor tempo possível, ainda mais quando se tratam de questões inerentes ao planejamento territorial. Estas tecnologias não

só podem contribuir para mapeamentos, mas também para monitoramentos futuros da área, já que as bases de dados podem ser alimentadas constantemente com novos dados, permitindo análises comparativas e estudos de cenários distintos, deixando mais claro o processo de transformação e os possíveis conflitos e incompatibilidades existentes na gestão do uso da terra.

## AGRADECIMENTOS

Em especial, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudos modalidade Doutorado, através da qual foi possível a coleta de dados para este artigo e sua elaboração no contexto do desenvolvimento da tese relacionada.

## REFERÊNCIAS

AGEMCAMP, Agência Metropolitana de Campinas. **Dados e Indicadores**. Disponível em: <<http://www.agemcamp.sp.gov.br>> Acesso em: 15 fev. de 2012.

BOLFE, E.L. **Geotecnologias aplicadas à gestão de recursos naturais**. III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Aracaju/SE, 25 a 27 de out., 2006.

BRAGA, R.; CARVALHO, P.F. de. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – Deplan – Unesp. IGCE, 2003. 131p.

COOESA; CPFL. **Diagnóstico ambiental para gestão e monitoramento da bacia contribuinte à Usina Hidrelétrica Americana**. Relatório Final elaborado pela Cooperativa de Trabalho de Engenheiros, Arquitetos e Técnicos Especializados, apresentado à CPFL Geração de Energia. 2004. 173p.

CRUZ, J.R. da. **Mapeamento dos impactos socioambientais no entorno da represa de Salto Grande no município de Americana (SP)**. Relatório final de iniciação científica submetido à FAPESP. 2008. 56p.

DE BIASI, M. **Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. Revista do Departamento de Geografia (FFLCH/USP), São Paulo, n. 6, p.45-60, 1992.

EMPLASA, Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Região Metropolitana de Campinas: Sistema Viário**. Disponível em: <<http://www.emplasa.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. de 2011.

ESRI, Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Desktop 10**. ESRI, 2010.

FONSECA, M.F. **Geotecnologias aplicadas ao diagnóstico do uso da terra no entorno do Reservatório de Salto Grande, município de Americana (SP), como subsídio ao planejamento territorial**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Depto. de Geografia. Campinas. 2008. 69p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados Preliminares do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 14 de ago. de 2011.

\_\_\_\_\_. **Imagens ALOS: sensor PRISM**. Cena ALPSMN211144055, de 10 de jan. de 2010. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **Manual Técnico de uso da terra.** Manuais Técnicos em Geociências, 2º Edição. Rio de Janeiro, 2006, 91p.

IGC, Instituto Geográfico e Cartográfico. **Americana; Nova Odessa; Paulínia/SP: cartas topográficas na escala 1:10.000.** Secretaria de Economia e Planejamento, Governo do Estado de São Paulo, 2002.

LEPSCH, I.F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

\_\_\_\_\_. (Org.) **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1983. 175p.

MACIA, C.J. **Avaliação de terras da Província de Maputo (Moçambique). O caso das bacias hidrográficas de Changalane e Mazimunhama.** Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Instituto de Geociências. Dissertação de Mestrado. Campinas, SP. 2009, 140p.

MATIAS, L.F. Por uma economia política das geotecnologias. Geo Crítica / Scripta Nova. **Revista electrónica de geografía y ciencias sociales.** Barcelona: Universidad de Barcelona, 2004, vol. VIII, n. 170 (52). Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit>>. Acesso em: 15 de fev. de 2012.

MENDONÇA, F. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **Revista Raega.** Curitiba, v.3, n.3, 1999, p. 67-89.

MIRANDA, J.I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília/DF. 2ºed., 2010, 425p.

PDDI, AMERICANA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – município de Americana.** Lei nº 4.597: Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do Município de Americana. Americana: 01 de fev. 2008.

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

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar.** Juiz de Fora, MG: 3º Ed., 2007. 220p.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: espaço e tempo: razão e emoção.** São Paulo: Hucitec, 1997. 308p.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI.** Rio de Janeiro, Editora Record, 12º ed., 2008. 473p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SEADE, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações municipais.** Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. de 2011.

VENTURI, L.A.B. O papel da técnica no processo de produção científica. **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo: AGB. Número 84, 2006, p. 69-76.

**Data de submissão:** 15.05.2014

**Data de aceite:** 28.07.2014

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.