

Uso da terra na cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista, Ipaussu/SP e interferência no ciclo das águas

Edson Luís Piroli ¹
Franciele Maria Cabelo ²

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP
Av. Vitalina Marcusso, 1500 – Jardim das Paineiras – 19910-206 - Ourinhos - SP, Brasil
piroli@ourinhos.unesp.br

² Universidade Estadual Paulista – UNESP
Av. Vitalina Marcusso, 1500 – Jardim das Paineiras – 19910-206 - Ourinhos - SP, Brasil
fran.mary.cabelo@hotmail.com

Abstract. This work was developed based on the techniques of remote sensing and geoprocessing, aiming to delimit the study area, water courses, preservation permanent areas (PPA), survey of land uses, hypsometry, slope and the relief type of the headwater of the Córrego Boa Vista microbasin, located in the municipality of Ipaussu, SP, Brazil. For cartographic elaboration, Quick Bird satellite images, made available by Google Earth Pro and topographic map with a scale of 1:50,000. Digital Elevation Model (DME) was elaborated from data generated by ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) with use of Computer applications such as ArcGIS 9.3.1 and 10.3.1 and Microsoft Office Excel-2007. It was verified that the study area occupies 453.3 hectares, with preponderance of agricultural and urban uses. It has an altitudinal variation of 50 meters from the lowest to highest level. Regarding the areas PPA, it was observed that about 40% is occupied by infrastructure and buildings (urban area). The slope of the study area is less than 30% and the predominant relief is flat and smooth corrugated. By means of the results obtained, it can be verified that the inadequate occupation of the PPA may affect the water availability of the springs in the long term and compromise the water quality of the water sources of the study area, with emphasis on the municipal lake "José Nicolau" which receives a large part of the upstream flow, coming from different uses, requiring the public power and the local population conservation practices.

Palavras-chave: land use, remote sensing, geoprocessing, water bodies, GIS, uso da terra, sensoriamento remoto, geoprocessamento, corpos d'água

1. Introdução

A água ao precipitar sobre a área de uma bacia hidrográfica pode evaporar, ser retida temporariamente na superfície, infiltrar ou escoar sobre o solo transportando sedimentos e materiais, causando neste processo, erosões nas vertentes e assoreamento nos leitos dos corpos d'água. Assim, estes espaços precisam ser manejados de maneira a ampliar as taxas de infiltração e reduzir o escoamento superficial. A análise do uso da terra pode indicar os locais onde há a necessidade de intervenção tanto para recuperação quanto para a preservação das condições ambientais.

A evolução tecnológica e o desenvolvimento das geotecnologias trouxeram inúmeras técnicas que permitem estudos relacionados à informação espacial que podem ser desenvolvidos por profissionais de diferentes áreas e especialidades, tanto para uso público quanto para privado. Seus produtos possuem vasto campo de aplicações, seja para tomada de decisões, pesquisas, estudos científicos, levantamentos, aferições, monitoramentos, entre outros. Neste estudo as geotecnologias foram utilizadas para a avaliação do uso da terra e para a análise das áreas prioritárias ao planejamento, gestão e manejo ambiental, com enfoque na água.

A caracterização da superfície de determinada área e o levantamento dos seus respectivos usos podem ser feitos por meio das técnicas de geoprocessamento, definido por Piroli (2010) como um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados

de diversas fontes e profissionais especializados (PIROLI, 2010, p. 5), possibilitando a geração de produtos relacionados à localização de informações e objetos sobre a superfície terrestre.

Os termos cobertura e uso da terra são definidos como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado, quer por aspectos naturais quer por atividades desenvolvidas pelo homem (PEREIRA, 1989, p.1), como essa caracterização também envolve aspectos socioambientais, esse levantamento torna-se necessário, principalmente quando se trata de planejamento e gerenciamento, visto que a cobertura e usos da terra estão em constante modificação e tomados por conflitos de interesse. Pereira (1989) aponta que “apenas com o acompanhamento das alterações de uso da terra ocorridas no tempo é possível uma avaliação dos efeitos, na organização do espaço provenientes da atividade humana” (PEREIRA, 1989, p.3).

A microbacia é considerada por Piroli (2014, p. 2) como a área ideal para análises ambientais por ser o espaço onde as relações entre as atividades humanas e os fluxos físico, químico e biológico ocorrem de maneira mais intensa e próxima. Seu levantamento torna-se necessário desde a cabeceira, área de captação, além de toda drenagem e uso urbano. Dentre as análises, a caracterização dos usos é fundamental.

Assim, esta pesquisa foi realizada na cabeceira da microbacia do Córrego Boa Vista localizada no município de Ipaussu, centro-sudoeste paulista, com o objetivo de caracterizar seu uso e analisar os possíveis impactos sobre o ciclo hidrológico. A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo na área territorial do município e a localização do mesmo no estado.

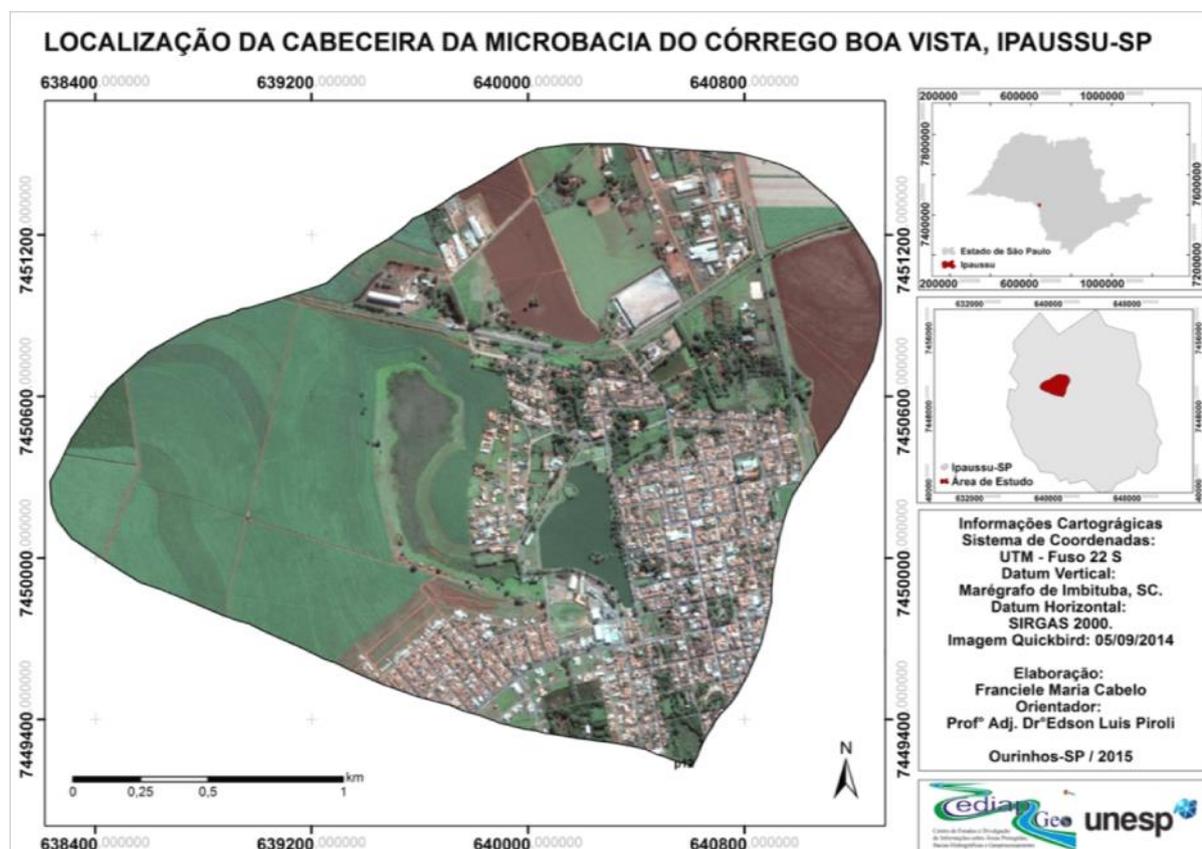


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo no município de Ipaussu, SP.

2. Metodologia de Trabalho

Os materiais utilizados para elaboração cartográfica foram uma carta topográfica do município de Ipaussu (Folha SF-22- Z-C-III-S), Folha de Ipaçu (IBGE, 1971) com escala de 1:50.000 e imagem do satélite QuickBird do dia 05 de setembro de 2009, disponibilizada pelo aplicativo Google Earth Pro.

A declividade foi obtida através do Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir de dados gerados pelo ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), realizado por meio de uma parceria entre o Ministério de Economia, Indústria e Comércio do Japão (METI - *Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry*) e pela Agência Espacial Norte-Americana (NASA- *National Aeronautics and Space Administration*), disponibilizado gratuitamente na internet no site <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/> com resolução espacial de 30 metros.

O mapa de altitude (hipsométrico) foi elaborado a partir das curvas de nível extraídas do ASTER. A elaboração dos mapas contou com uma base de dados georreferenciados, processados e armazenados no aplicativo Arcgis 9.3.1 e 10.3.1. As classes de uso da terra foram adaptadas do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

A primeira etapa do trabalho consistiu no georreferenciamento da imagem e dos dados ASTER. Em seguida foram vetorizados o limite da cabeceira da microbacia, nascentes e córregos sobre a carta topográfica digital georreferenciada, com ajustes sobre a imagem de satélite. Na sequência foram elaborados os mapas de uso da terra por meio da classificação supervisionada com interpretação visual da imagem e de localização das APP.

3. Resultados e Discussão

A área de estudo possui 453,3 hectares e seus usos foram caracterizados em 15 classes de usos da terra, definidas a partir daquelas indicadas no Manual Técnico do Uso da Terra do IBGE (2013), sendo elas: campestre (áreas úmidas e capoeiras, composta por gramíneas e arbustos), chácaras e sedes (corresponde a presença de infraestrutura em chácaras e afins), cultura permanente (culturas agrícolas que permanecem no solo e proporcionam mais de uma colheita, num longo período de tempo), cultura temporária (culturas agrícolas sujeitas ao replantio após a colheita, num curto período de tempo), expansão urbana (áreas destinadas ao crescimento urbano), ferrovia (linha férrea), pecuária (pastagem com vegetação do tipo rasteira), erosão hídrica acelerada (área degradada), reflorestamento (apresenta plantio de espécies nativas para fins ambientais e de produção de madeira), rodovia (infraestrutura rodoviária), solo exposto (solo desnudo ou solo preparado para cultivo), água (corpos d'água naturais ou artificiais), área industrial (complexo industrial), área urbana (locais que apresentam infraestrutura urbana) e áreas verdes (arborização urbana). A distribuição dos usos na área estudada é apresentada na Figura 2.

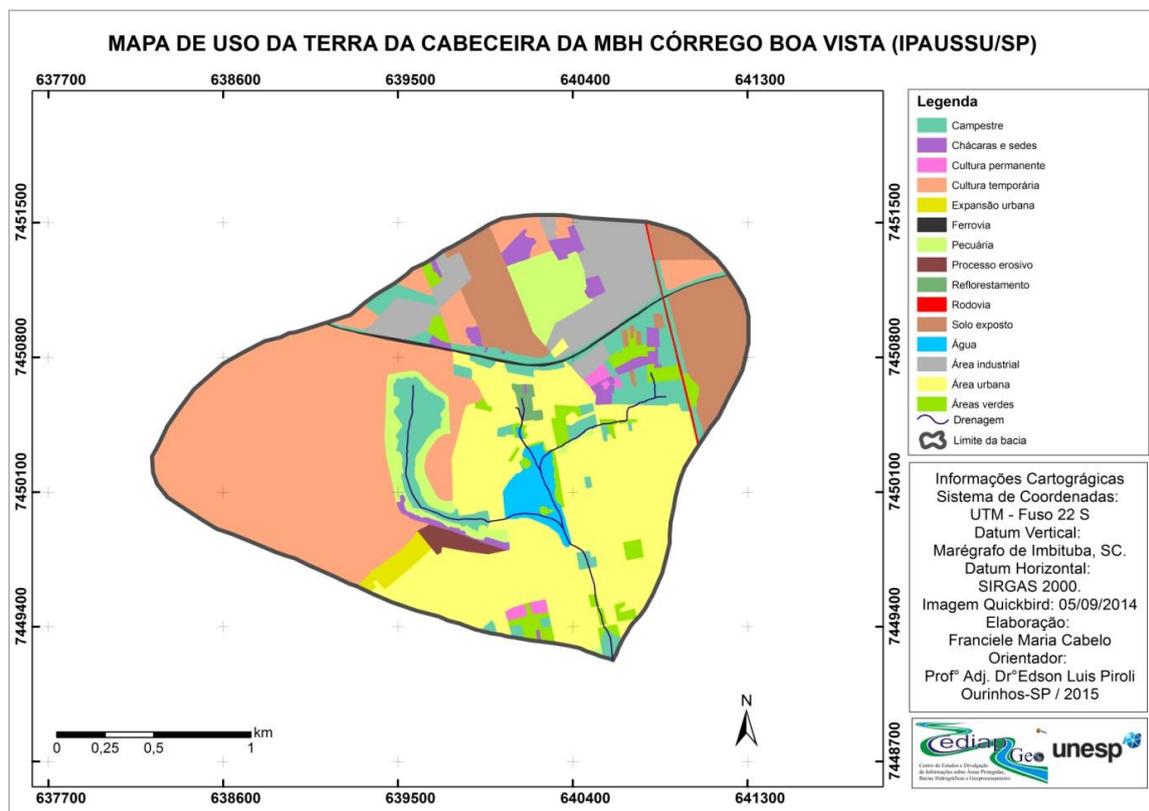


Figura 2. Mapa de uso da terra da cabeceira da microbacia hidrográfica Córrego Boa Vista.

A partir do mapa gerado, foi possível constatar que os usos predominantes na área estudada são a cultura temporária, com 144,6 hectares (31,9%) e a área urbana, que corresponde a 123,5 hectares (27,3%). Todos os usos da terra identificados e suas áreas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição das classes de uso da terra da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista.

Classes de uso da terra	Área (ha)	(%)
Água	9,3	2,1
Área industrial	32,3	7,1
Cultura permanente	2,4	0,5
Cultura temporária	144,6	31,9
Pecuária	22,7	5,0
Reflorestamento	1,9	0,4
Expansão urbana	4,0	0,9
Chácaras e sedes	10,6	2,3
Rodovia	1,2	0,3
Ferrovia	2,7	0,6
Áreas verdes	14,9	3,3
Campestre	37,6	8,3
Solo exposto	42,4	9,3
Erosão hídrica acelerada	3,3	0,7
Área urbana	123,5	27,3
Total	453,3	100,0

Na área correspondente à cultura temporária é realizada agricultura intensiva, conforme pesquisa realizada em campo, com plantações de cana de açúcar, soja e milho, predominantemente. Observou-se que estas áreas são manejadas adequadamente, com adoção de terraços em nível e da rotação de culturas (visível nas imagens de satélite temporais), que consiste em alternar espécies vegetais no decorrer do tempo, numa mesma área agrícola (EMBRAPA SOJA, 2011). Esta é importante para a preservação ambiental e para a economia, pois, além de contribuir na recuperação, manutenção e melhoria dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, aumenta a renda dos produtores rurais (PIROLI, 2016).

As áreas urbanas que ocupam espaço significativo da microbacia exercem influência importante na impermeabilização dos solos (por conta do asfalto e das construções), o que as torna responsáveis pela diminuição da capacidade de infiltração e ampliação da geração de escoamento superficial, o que impacta negativamente o ciclo hidrológico.

No que se refere à rede de drenagem, a hierarquia fluvial da área estudada indica que a mesma é uma microbacia de 2ª ordem, pois nela há o encontro de canais de 1ª ordem. Christoletti (1980) afirma que os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOLETTI, 1980, p. 103).

Após a realização do mapeamento dos cursos d'água, verificou-se que a drenagem da área de estudo apresenta um padrão dendrítico, também conhecido como arbóreo, por se assemelhar a uma árvore, sendo caracterizado pelo desenvolvimento sobre rochas de desenvolvimento uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103).

No que se refere à hipsometria, que se trata de um aspecto importante para caracterização geomorfológica, apresentando informações como distribuição rochosa e erosão superficial, constatou-se que a cabeceira da Microbacia do Córrego Boa Vista possui uma altitude com variação de aproximadamente 50 metros, sendo a menor cota de 553 metros e a maior cota superior a 600 metros, não possuindo grandes variações de altitude.

Após a delimitação dos corpos d'água da área de estudo, foi gerado um Buffer seguindo as medidas propostas na Lei 12.651/12 e Medida Provisória 571/12, que consideram 30 metros para corpos d'água com largura inferior a 10 metros e 50 metros para nascentes.

Considerando que os córregos possuem largura inferior a 10 metros e o lago se trata de um lago artificial, adotou-se a largura do Buffer de 30 metros para cada lado do lago. Ao redor das nascentes as APP foram delimitadas a partir da criação de um arquivo vetorial de pontos e gerou-se um Buffer de 50 metros de raio. A partir do cruzamento dessas informações com os usos, foi possível identificar os usos da terra predominantes na APP (Figura 3): área urbana, com 40,3% (13,7 hectares) e campestre com 35,3% (12 hectares).

Nesse contexto, a utilização de APP com área urbana apresenta um uso inadequado às áreas destinadas a mata ciliar, o que pode vir a comprometer os cursos d'água, alterar a capacidade de infiltração do solo, intensificando o escoamento e promovendo suscetibilidade de erosão nas margens do córrego. Apesar da segunda classe de uso mais presente nas áreas de conservação ser a campestre, que corresponde a áreas úmidas e capoeiras, podem-se notar outros usos incorretos, tais como: pecuária, cultura temporária e chácaras e sedes.

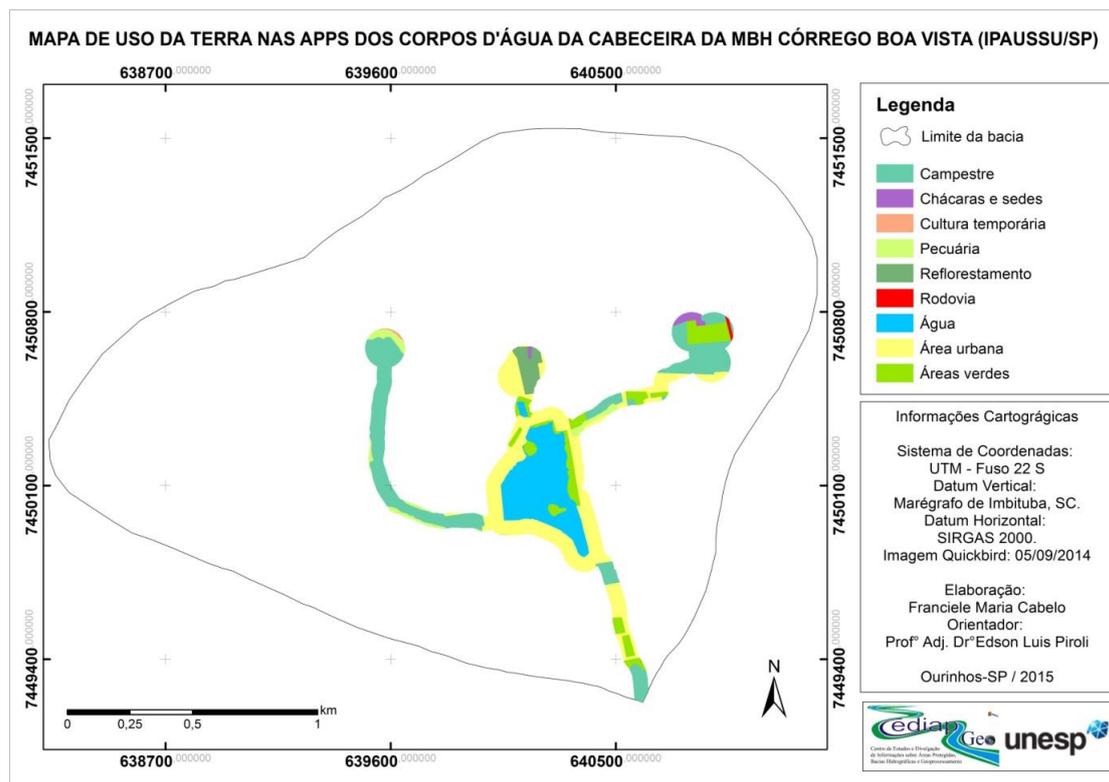


Figura 1. Mapa de uso da terra nas APP dos corpos d'água da área de estudo.

Ao realizar uma avaliação geral, se pode considerar que a maior parte das APP da cabeceira da MBH Córrego Boa Vista não estão de acordo com o disposto na legislação ambiental, o que pode ser considerado um fator de comprometimento do uso sustentável da água e do solo.

Depois de realizada a coleta de informações detalhadas sobre os usos nas APP, por meio das técnicas de geoprocessamento, foi feito levantamento quanto à declividade, onde foi utilizado um modelo digital de elevação ASTER para geração do mapa, calculado em porcentagem, sendo as classes de declive determinadas a partir do seguinte agrupamento de valores indicados para fins de estudos referentes a conservação do solo: as classes de declive de 0-5 correspondem ao relevo plano cuja característica principal é o escoamento superficial lento, que contribui para a infiltração no solo e não oferece graves danos, apresentando baixa suscetibilidade à erosão. De Biasi (1992, p. 47) determina este limite como urbano-industrial.

Classes de declividades de 5 a 12% correspondem à classe de relevo suave ondulado, que apesar de não oferecer danos, quando há o aumento da declividade os riscos de erosão podem, dependendo da rampa e do tipo de encosta ser maiores, principalmente em áreas agrícolas, com atividades intensivas o que exige práticas conservacionistas para diminuir os impactos no solo. Esta faixa determina o limite máximo para o emprego da mecanização agrícola (CHIARINI e DONZELLI, 1973 *apud* DE BIASI, 1992, P. 47).

Fonseca e Matias (2014 p. 55), afirmam que os terrenos com declividade de 0 a 12% apresentam ótimas e/ou boas condições para a expansão urbana com pouca e/ou praticamente nenhuma restrição de ocupação. No que se refere às atividades agrícolas, os declives nestas faixas normalmente não prejudicam o uso de máquinas agrícolas (MACIA, 2009 *apud* FONSECA E MATIAS, 2014, p. 55).

A faixa de relevo de 12 a 30% é definida como limite máximo para urbanização sem restrições (DE BIASI, 1992, p. 47). A partir dessa faixa, deverão ser seguidas exigências específicas para construções. Segundo Macia (2009 *apud* Fonseca e Matias, 2014) as classes de declive de 12-30% compreendem:

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 (MACIA, 2009 *apud* FONSECA E MATIAS, 2014, p. 55).

A partir do mapa gerado, foi possível constatar que a declividade da Cabeceira da MBH Córrego Boa Vista não ultrapassa 30%, sendo a classe de declive de 0 a 5% a predominante, representando 60% da área estudada, o que corresponde a 272 hectares. Ela é seguida da classe de declive de 5 a 12% que ocupa uma área de 166,7 hectares (36,8%). Essas duas classes compreendem 96,8% da área estudada, ou seja, 438,7 hectares.

Já as classes de declive de 12 a 20% representam pequenas áreas com terreno ondulado e quando somada a classes de declive de 20 a 30% correspondem a somente 3,2% da área estudada, que representa 14,6 hectares.

Referente à classe de 20-30%, se refere ao relevo fortemente ondulado e seus usos da terra merecem atenção, porém, na área de estudo corresponde a somente 0,1% (0,5 ha), sendo pouco expressiva diante das demais. É ocupada por área urbana (0,27 ha) e pelo Lago Municipal Jose Nicolau (classe água, com 0,27 ha). Quanto à área urbana, conforme apontado anteriormente, há necessidade de cautela nas construções, utilizando medidas específicas para esse tipo de relevo.

Neste contexto, verifica-se que os usos da terra predominantes na área estudada ao serem cruzados com as classes de declividade, indicam ser a cabeceira da MBH do Córrego Boa Vista uma área de baixo risco à ocorrência de grandes problemas ambientais. No entanto, as altas taxas de impermeabilização nas categorias Urbana e Industrial indicam importante redução na infiltração das águas das chuvas e conseqüente aumento no escoamento superficial, o que amplia os riscos e a ocorrência de processos erosivos nos pontos onde a água é direcionada em volumes maiores, sem cobertura de concreto ou asfalto. Aumenta ainda o assoreamento dos corpos d'água e do Lago José Nicolau, além de potencializar a ocorrência de inundações nas ruas e adjacências localizadas nas regiões mais baixas do relevo, próximo à foz da área de estudo.

4. Conclusões

Com o estudo realizado, foi possível verificar algumas questões que merecem estudo aprofundado e atenção pelo poder público. Uma das principais é a falta de mata ciliar em determinados locais, tendo em vista a proteção que ela fornece ao curso d'água, e que a sua falta pode significar (em longo prazo) a extinção de nascentes, o assoreamento de mananciais, além de erosões, entre outras conseqüências. A restituição da mata ciliar nos trechos onde inexistente é absolutamente necessária.

Com relação ao lago municipal que recebe influência dos usos agrícola e urbano (apesar de receber efluentes pluviais de diferentes usos, inclusive o industrial) há necessidade de um constante acompanhamento e fiscalização e no caso de anormalidades, deverão ser realizados estudos específicos no intuito de identificar a origem da fonte poluidora e a partir daí a tomada de providências, incluindo o estabelecimento de regras para que os problemas não voltem a ocorrer.

As cabeceiras da bacia precisam de atenção, pois são as áreas responsáveis pela maior parte do abastecimento das nascentes que renovam os cursos d'água. A partir do momento que há a completa cobertura do solo com pavimentação, a infiltração está completamente prejudicada, podendo assim fazer com que nascentes venham a desaparecer pela falta de infiltração e conseqüentemente, da recarga do lençol freático, pois, se não há volume de água suficiente para abastecimento deste, não terá como haver seu ressurgimento superficial. Para que a água possa continuar infiltrando e sendo disponibilizada nas nascentes, é necessário que

haja a conservação e restituição de matas ciliares e a manutenção de áreas permeáveis em toda a bacia. Recomenda-se que o poder público mantenha áreas desocupadas e adequadamente geridas para a retenção da água das chuvas no sistema e para aumento da infiltração.

Estas práticas conservacionistas são necessárias para auxiliar o meio ambiente que já foi e está sendo alterado demasiadamente pelo homem.

Observou-se ainda que as técnicas de geoprocessamento e os dados obtidos a partir do uso de geotecnologias foram fundamentais para o estudo e podem ser adotados para trabalhos de mesmo direcionamento em áreas com características parecidas.

Referências Bibliográficas

Brasil. **Lei Federal n.12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, 2012.

Chiarini, J. V.; Donzelli, P. L. 1973. **Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo.** Boletim técnico do IAC 3: 1-20 *apud* De Biasi, M. A Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia (FFLCH/USP), São Paulo, n. 6, p.45-60, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47110/50831>> Acesso em: 05 Jun. 2016.

Christofoletti, A. **Geomorfologia.** 2ª Ed., São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1980, 200p.

De Biasi, M. **A Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção.** Revista do Departamento de Geografia (FFLCH/USP), São Paulo, n. 6, p.45-60, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47110/50831>> Acesso em: 15 Jun. 2016.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Soja (Embrapa Soja). **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p. Embrapa Soja (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Disponível em: < <http://www.cnpsa.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>> Acesso em 21 Mar. 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística (IBGE). **Manuais Técnicos em Geociências, número 7 - Manual Técnico de Uso da Terra.** 3ª. ed., Rio de Janeiro: 2013.

Macia, C. J. Avaliação das terras da província de Maputo (Moçambique), **O caso das bacias hidrográficas de Changalane e Mazimunhama.** Campinas, SP.[s.n.], Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências 2009 *apud* Fonseca, M. F., Matias, F. L. Análise do Uso da Terra e do Componente ClinoGráfico por Meio de Geoprocessamento: O Entorno do Reservatório de Salto Grande – SP. Bol. geogr., Maringá, v. 32, n. 3, p. 48-60, set.-dez, 2014

Pereira, M. N. **Cobertura e uso da terra através de sensoriamento remoto.** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), 1989. 118p.

Piroli, E. L. **Água: por uma nova relação.** Jundiá: Paco Editorial, 2016.

Piroli, E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução do uso da terra e seus impactos sobre a infiltração de água em microbacias hidrográficas.** In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (COMBEA) 2014, Campo Grande-MS: SBEA, 2014.

Piroli, E. L. **Introdução ao geoprocessamento.** Ourinhos: Unesp / Campus Experimental de Ourinhos, 2010.