

## **GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO ESTUDO DO CONFLITO DE USO DO SOLO VISANDO O PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

**EDUARDO MENDES DE BRITO<sup>1</sup>; KALINE DE MELLO<sup>2</sup>; DANILO RIBEIRO DA COSTA<sup>3</sup>; LUIZ CARLOS DE FARIA<sup>4</sup> E ROBERTA AVERNA VALENTE<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Florestal, Rua Antônio Aparecido Ferraz, 73, 18052-280, Sorocaba, São Paulo, Brasil; eduardombrito@hotmail.com

<sup>2</sup> Bióloga, doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Departamento de Biossistemas, ESALQ – USP, Avenida Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil; kaline.mello@gmail.com

<sup>3</sup> Eng. Florestal, doutorando em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, Departamento de Ciências Ambientais, UFSCar Sorocaba, Rod. João Leme dos Santos, Km 110, 18052-780, Sorocaba, São Paulo, Brasil; danilorc.ambiente@gmail.com

<sup>4</sup> Eng. Florestal, Prof. Adjunto do Departamento de Ciências Ambientais, UFSCar Sorocaba, Rod. João Leme dos Santos, Km 110, 18052-780, Sorocaba, São Paulo, Brasil; lcfaria@ufscar.br

<sup>5</sup> Eng. Florestal, Profª. Adjunta do Departamento de Ciências Ambientais, UFSCar Sorocaba, Rod. João Leme dos Santos, Km 110, 18052-780, Sorocaba, São Paulo, Brasil; roavalen@ufscar.br

### **1 RESUMO**

A cobertura florestal nativa em bacias hidrográficas pode contribuir para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos, porém a crescente expansão agrícola no Brasil ameaça a conservação dos ambientes naturais e o fornecimento dos serviços ecossistêmicos. O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar o conflito de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APPs) nas cabeceiras do rio Piraporinha, no município de Piedade-SP, visando o planejamento ambiental para a manutenção dos recursos hídricos. Para tanto, foi elaborado o mapa de uso e cobertura do solo das duas microbacias da cabeceira do rio Pirapora. Por meio de geotecnologias foram delimitadas as APPs de nascentes, cursos de água, reservatórios, encostas, topos de morros e áreas de uso restrito. A classe florestal foi a predominante nas microbacias (57,05%), seguida por cultura temporária (24,24%) e pastagem (11,65%). As APPs apresentaram valor alto de cobertura florestal (73,82%) bem como as áreas de uso restrito (89%). As classes cultura temporária e pastagem apresentaram valores próximos a 8% nas APPs e 5% nas áreas de uso restrito. As APPs das microbacias em estudo representam 21,22 % da área total, sendo que 81,86% encontra-se em conformidade com a legislação ambiental, ressaltando a importância dessas microbacias para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos nessa região.

**Palavras-chave:** Áreas de Preservação Permanente; SIG; Recursos hídricos; Código Florestal.

**BRITO, E.M.; MELLO, K.; COSTA, D.R.; FARIA, L.C.; VALENTE, R.A.  
GEOTECHNOLOGY APPLIED TO THE STUDY OF LAND USE CONFLICTS  
AIMING ENVIRONMENTAL PLANNING**

## 2 ABSTRACT

The forest cover in watersheds can contribute to maintain water resources quality, but the agricultural expansion in Brazil threatens the conservation of natural environments and the ecosystem services provision. This study aimed to diagnose land use conflicts in Permanent Preservation Areas (APPs) in Piraporinha River headwaters, city of Piedade, State of São Paulo, particularly the environmental planning of water resources management. Therefore, land use and cover map of the two watersheds in Piraporinha River headwaters were prepared. Geotechnology tools were used to delimit the APPs in terms of sources, watercourses, reservoirs, slopes, hilltops and areas of restricted use. The forest class was predominant in watersheds (57.05%), followed by annual crop (24.24%) and pasture (11.65%). The APPs showed high value of forest cover (73.82%) as well as areas of restricted use (89%). The annual crop and pasture classes showed values close to 8% in APPs and 5% in areas of restricted use. The APPs of the studied watersheds represent 21.22% of the total area, of which 81.86% is in accordance with the environmental legislation, emphasizing the importance of these watersheds to the maintenance of water resources quality in this region.

**Keywords:** Permanent Preservation Area; GIS; water resources; Brazilian Forest Code.

## 3 INTRODUÇÃO

A expansão agrícola tem sido uma das principais causas responsáveis pela alteração antrópica de paisagens no Brasil, causando perda e fragmentação florestal (BARRACLOUGH; GHIMIRE, 2013). Essa expansão sobre as paisagens naturais ameaça a continuidade do fornecimento de bens e serviços ecossistêmicos, como a proteção dos recursos hídricos. Em função da atual crise hídrica mundial, destaca-se a preocupação quanto ao fornecimento de água em quantidade e qualidade adequada ao abastecimento da população (FOLEY et al., 2005).

Para que se tenha a produção agrícola e a manutenção dos bens e serviços de uma paisagem, necessita-se do entendimento de sua estrutura e dos processos que ali ocorrem, além do adequado planejamento espacial do seu uso e cobertura do solo. No caso da manutenção de recursos hídricos destacam-se áreas sensíveis das paisagens, como as suas zonas ripárias e aquelas associadas a terrenos declivosos, que em especial são ocupadas por solos com elevado potencial natural de erosão (SWEENEY et al., 2004; RANDHIR; EKNES, 2013).

As zonas ripárias, que incluem principalmente as margens e as cabeceiras de drenagem dos cursos de água, caracterizam-se por habitats de extrema dinâmica, diversidade e complexidade, influenciando diretamente nos recursos hídricos em termos de vazão e qualidade (LIMA; ZAKIA, 2006). Hassan et al. (2015) mostraram que a composição química da água é influenciada pelas particularidades da região em que se encontra, destacando os efeitos que vão desde a precipitação até aqueles causados pela erosão do solo.

A delimitação das zonas ripárias não é, contudo, uma tarefa fácil, sendo realizada por metodologias distintas (LIMA; ZAKIA, 2006; MINGOTTI; VETTORAZZI, 2011; ATTANASIO et al., 2012). Da mesma forma, existe complexidade em termos de determinação das áreas sensíveis de uma paisagem, quando relacionadas à sua declividade natural (RIBEIRO et al., 2014; SIEFERT; SANTOS, 2015). Essa ameaça da declividade é melhor entendida ao considerar que essas áreas, por razão de possuir cobertura inadequada do solo ou descobertas, podem ser as causadoras de deslizamentos e produzir sedimentos que, juntamente com outros danos, podem afetar diretamente a qualidade da água. Quando recobertas por floresta, essa

suscetibilidade pode ser amenizada, contribuindo para a estabilidade dessas regiões (KHAN; GUPTA; MOHARANA, 2001).

O reflorestamento dirigido em bacias hidrográficas, notadamente por meio de ações de restauração florestal, tem sido apontado como uma das soluções mais factíveis para a questão da produção da água em quantidade e de qualidade, e a espacialização dessas ações é um aspecto importante a ser considerado no processo de planejamento ambiental (PHUA; MINOWA, 2005). Nesse sentido, a legislação brasileira vem sendo utilizada como um parâmetro indicativo das áreas prioritárias à restauração florestal, no entanto, as ações locais serão mais efetivas ao se considerar a restauração da estrutura ecossistêmica de toda paisagem (LEITE et al., 2013).

Contudo, existem ressalvas quanto ao disposto na legislação, visto que a largura da mata ciliar prevista muitas vezes não corresponde à zona ripária e, nem tão pouco, as áreas de preservação permanente (APPs) de encosta e topo de morro envolvem a maioria das áreas sensíveis (quanto a declividade) de uma paisagem (LIMA; ZAKIA, 2006). Ainda assim, Tabarelli et al. (2012) ressaltam que a degradação das APPs acarreta na fragmentação florestal, resultando em uma paisagem onde os remanescentes florestais encontram-se rodeados por culturas agrícolas e pastagens.

As APPs despertam interesses em muitos agricultores, visto que são locais com potencial produtivo, mesmo sendo consideradas áreas sensíveis de uma paisagem. Dessa forma, faz-se necessário o monitoramento constante de seu uso e cobertura do solo, a fim de se avaliar a presença de usos conflitantes aos objetivos disposto por lei (RIBEIRO; CARVALHO, 2013), além de subsidiar o planejamento adequado da paisagem (SANTOS et al., 2014). Nesse sentido, as geotecnologias se apresentam como ferramentas essenciais para a tomada de decisão, visto sua capacidade de modelar uma paisagem, transformando informações implícitas em explícitas e passíveis de diferentes análises (FARINA, 1998).

Neste contexto, o estudo objetivou o diagnóstico do conflito de uso e cobertura do solo, em paisagem agrícola, visando o planejamento ambiental para manutenção dos recursos hídricos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

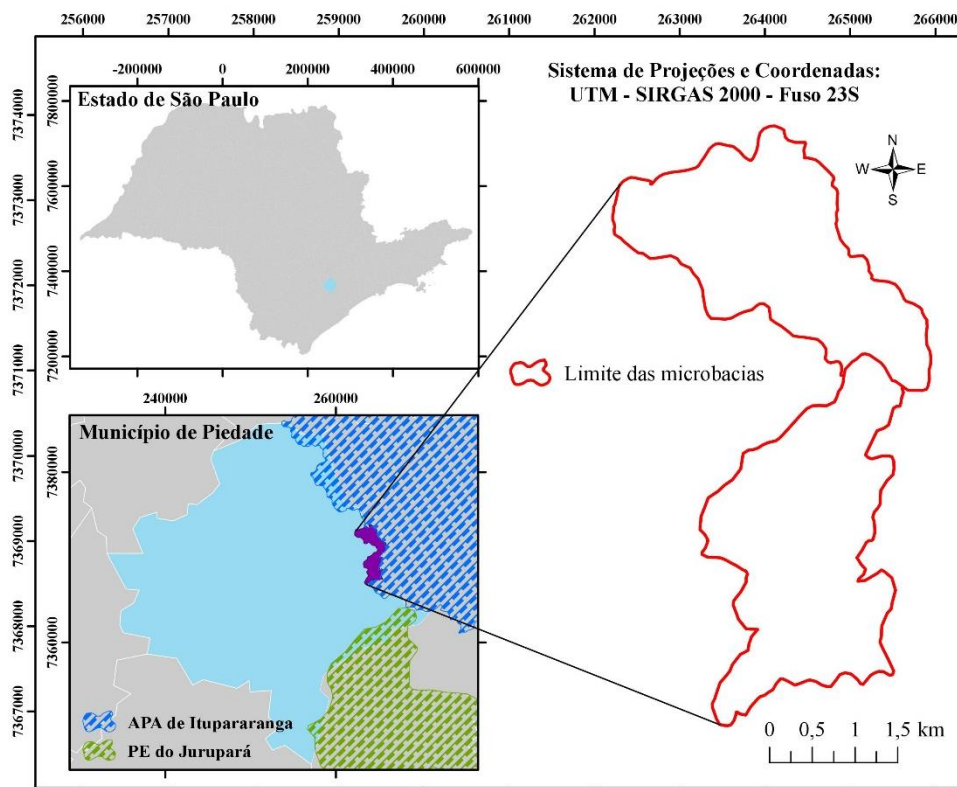
A área de estudo é composta por duas microbacias localizadas no município de Piedade (SP) (Figura 1). O município possui uma área total de 729 km<sup>2</sup>, sendo 6% no perímetro urbano e 94% no perímetro rural. De acordo com o censo demográfico de 2010, sua população é de 52.214 habitantes. Piedade possui como uma das principais atividades econômicas a agricultura, destacando-se o plantio de culturas agrícolas temporárias como cebola, batata, alcachofra, abóbora, batata-doce, morango, entre outras (PIEADADE, 2014).

A formação florestal do município é de transição entre Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual (KRONKA, 2005). Segundo classificação de Köppen (1948), a região possui clima predominante Cwa (temperado úmido), caracterizado por invernos secos e verões chuvosos, sendo a precipitação média anual entre 1354,7 e 1807,7 mm e a temperatura média anual de 22,8°C nos meses mais quentes e 15,8°C nos meses mais frios (CEPAGRI, 2014).

As microbacias estão localizadas nas cabeceiras do rio Piraporinha, um importante manancial da região que abastece os municípios de Piedade, Salto de Pirapora e Araçoiaba da Serra, fazendo divisa com a Área de Proteção Ambiental de Itupararanga e próximas ao Parque

Estadual Jurupará. Nesse sentido, as microbacias de estudo possuem grande importância tanto em relação aos mananciais como em relação aos seus remanescentes florestais, sendo caracterizadas como Zona de Conservação Ambiental (ZCA) pelo Plano Diretor Municipal, onde os recursos hídricos são utilizados para a produção de alimentos (MORAES, 2013).

**Figura 1.** Localização das microbacias hidrográficas na cabeceira do rio Piraporinha, Piedade, SP.



## 4.2 Mapeamento de uso e cobertura do solo

Todos os mapeamentos e análises espaciais foram gerados no programa ArcGIS 10.2. O mapa de uso e cobertura do solo foi obtido por meio de classificação manual, com uso de digitalização em tela em formato vetorial, tendo como base uma imagem orbital multiespectral do satélite SPOT, do ano de 2010, com resolução espacial de 2,5 m e levantamento em campo com o uso do GPS *Garmin Map GS2SC*. Também foram vetorizadas as estradas presentes nas microbacias.

As classes de uso e cobertura do solo foram definidas segundo o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), sendo encontradas na área de estudo as classes: área urbanizada, cultura temporária, pastagem, silvicultura, florestal, campestre (que corresponde as áreas de brejo) e corpo de água continental. Foram excluídas as áreas ocupadas por estradas e cursos de água, sendo estes quantificados separadamente.

## 4.3 Áreas de Preservação Permanente

Para a obtenção da planialtimetria e hidrografia das microbacias, foi necessária a digitalização em tela das informações cartográficas (curvas de nível, pontos cotados, nascentes

e curso de água) das cartas planialtimétricas do IGC, folhas do Bairro Piraporinha (SF-23-Y-C-V-1-SE-E), Vargem do Salto (SF-23-Y-C-V-1-SE-F), Bairro Furnas (SF-23-Y-C-V-3-NE-A), Bairro do Lajeado (SF-23-Y-C-V-3-NE-B), Bairro Fazendinha (SF-23-Y-C-V-3-NE-C) e Bairro Itaguapeva (SF-23-Y-C-V-3-NE-D) escala 1:10.000, ano de 1979. Para evitar anomalias presentes nas bordas, uma faixa com largura de 500 m em todo o entorno da área de estudo também foi digitalizada.

As APPs de nascentes, cursos de água e reservatórios foram delimitadas pelo cálculo das distâncias estabelecidas pelo Código Florestal, Lei 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012), sendo 50 metros no entorno das nascentes, 30 metros nas marginais dos cursos de água de menos de 10 metros de largura e 15 metros no entorno de reservatórios de água artificiais situados em áreas rurais com superfície de 1 a 20 hectares.

As curvas de nível e os pontos cotados foram utilizados para gerar o Modelo Digital do Terreno (MDT) com resolução de 5 m, e posteriormente o mapa de declividade. O mapa de declividade foi reclassificado para se extrair um novo mapa, somente com as áreas para declividades iguais e superiores a 45°, obtendo-se o mapa final das APPs correspondentes às encostas.

Para a obtenção das APPs de topo de morros foi utilizada a metodologia proposta por Oliveira e Fernandes Filho (2013). Este método aplica rigorosamente a legislação ambiental e utiliza operações matemáticas baseadas no MDT para gerar o mapa de APPs de topo de morros da área de estudo.

Correspondentes às áreas com declividades entre 25° e 45°, as áreas de uso restrito foram obtidas a partir do mapa declividade. Este foi reclassificado para se extrair um novo mapa, somente com as áreas para declividades entre 25° e 45°, obtendo-se o mapa final das áreas de uso restrito.

#### **4.4. Conflitos de uso do solo nas APPs e áreas de uso restrito**

Para avaliar os conflitos de uso do solo foi feita a sobreposição do mapa de APP e uso restrito sobre o mapa de uso e cobertura do solo. As APPs de cursos de água, nascentes, encostas, topo de morros e reservatórios de água foram unidas em uma única feição, representando todas as APPs da área de estudo, que foi utilizada para extrair do mapa de uso e cobertura um novo mapa, com as classes de uso e cobertura do solo nas APPs. Foram consideradas em não conformidade com a lei as áreas que não pertenciam às classes florestal, campestre e corpo de água continental dentro dos limites das APPs e das áreas de uso restrito.

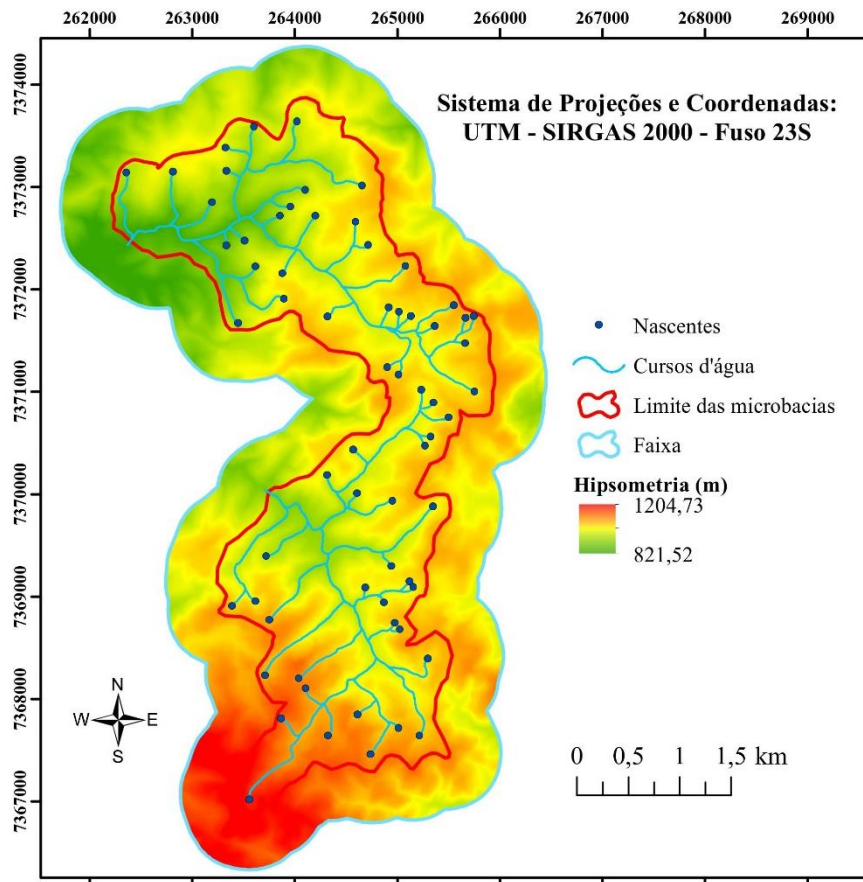
## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Declividade e uso e cobertura do solo**

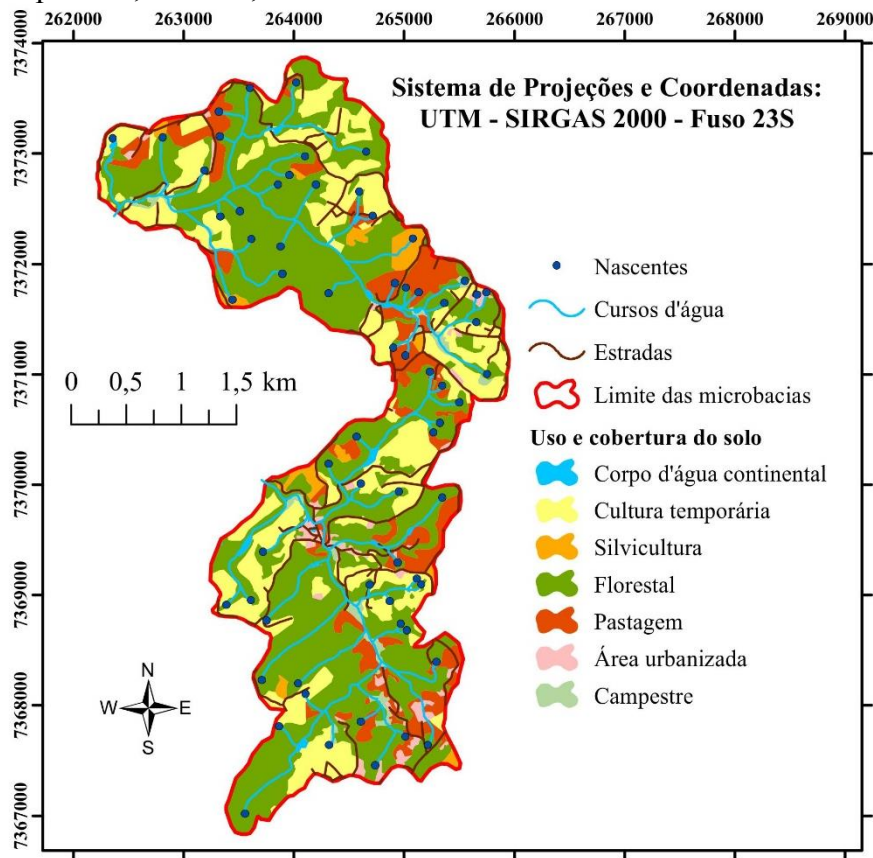
As duas microbacias hidrográficas apresentaram juntas uma área de 1121 ha, com perímetro de 24,5 km. A declividade média é de 14,65°, variando de 0,01° a 48,69°. As altitudes variaram de 821,52 a 1204,73 m, com média de 1008,99 m (Figura 2).

A classe de uso e cobertura do solo predominante nas cabeceiras do rio Piraporinha foi a classe florestal (Figura 3), com 57,05% de toda a área (Tabela 1), seguida por cultura temporária (24,24%) e pastagem (11,65%). O uso antrópico com menor ocorrência foram as áreas urbanizadas, com apenas 2,2% da área total. Os cursos de água ocupam uma área de 3,77 ha, representando 0,33%, e as estradas ocupam 20,77 ha ou 1,82% da área total de estudo.

**Figura 2.** Hipsometria e rede hidrográfica das microbacias hidrográficas na cabeceira do rio Piraporinha, Piedade, SP.



**Figura 3.** Uso e cobertura do solo das microbacias hidrográficas na cabeceira do rio Piraporinha, Piedade, SP.



**Tabela 1.** Área e distribuição percentual das classes de uso e cobertura do solo das microbacias hidrográficas na cabeceira do rio Piraporinha, Piedade, SP.

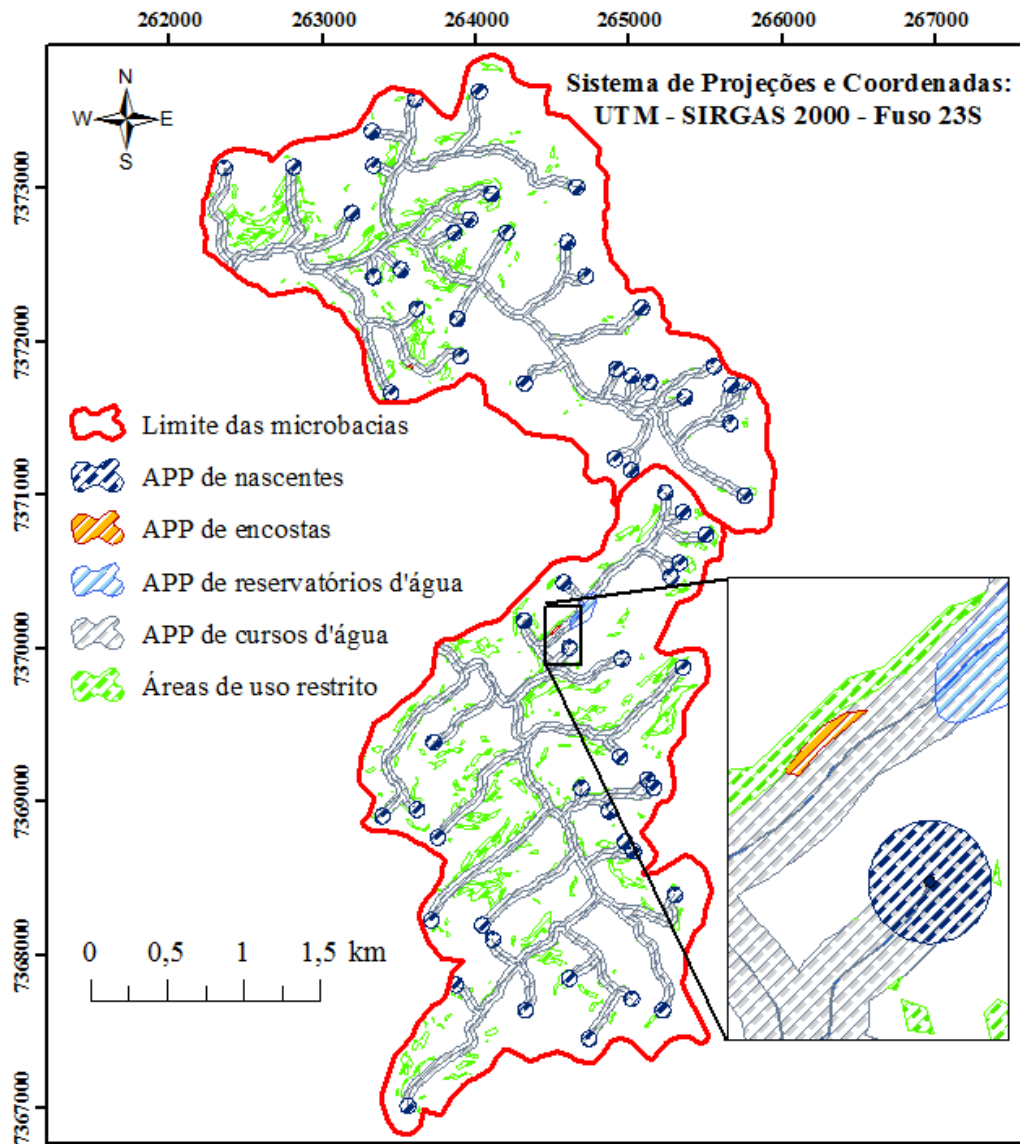
Uso e cobertura do solo	Área (ha)	% da área
Florestal	639,55	57,05
Cultura temporária	271,74	24,24
Pastagem	130,59	11,65
Silvicultura	28,68	2,56
Área urbanizada	24,68	2,20
Campestre	18,74	1,67
Corpo de água continental	7,02	0,63
<b>Total</b>	<b>1121</b>	<b>100,00</b>

**5.2 APPs e conflitos de uso de solo**

Obteve-se um total de 242,33 ha de APP na área de estudo, representando 21,22% da área total. São consideradas áreas de uso restrito 64,11 ha, ou seja, 5,61 % da área das microbacias (Figura 4). As APPs e as áreas de uso restrito juntas representam um total de 26,83% das microbacias da cabeceira do rio Piraporinha. Não foram encontradas APP de topo de morros na área de estudo devido ao fato dos morros presentes na área não atingirem a altura mínima estabelecida por lei, que é de 100 m em relação ao ponto de cota mais próximo.

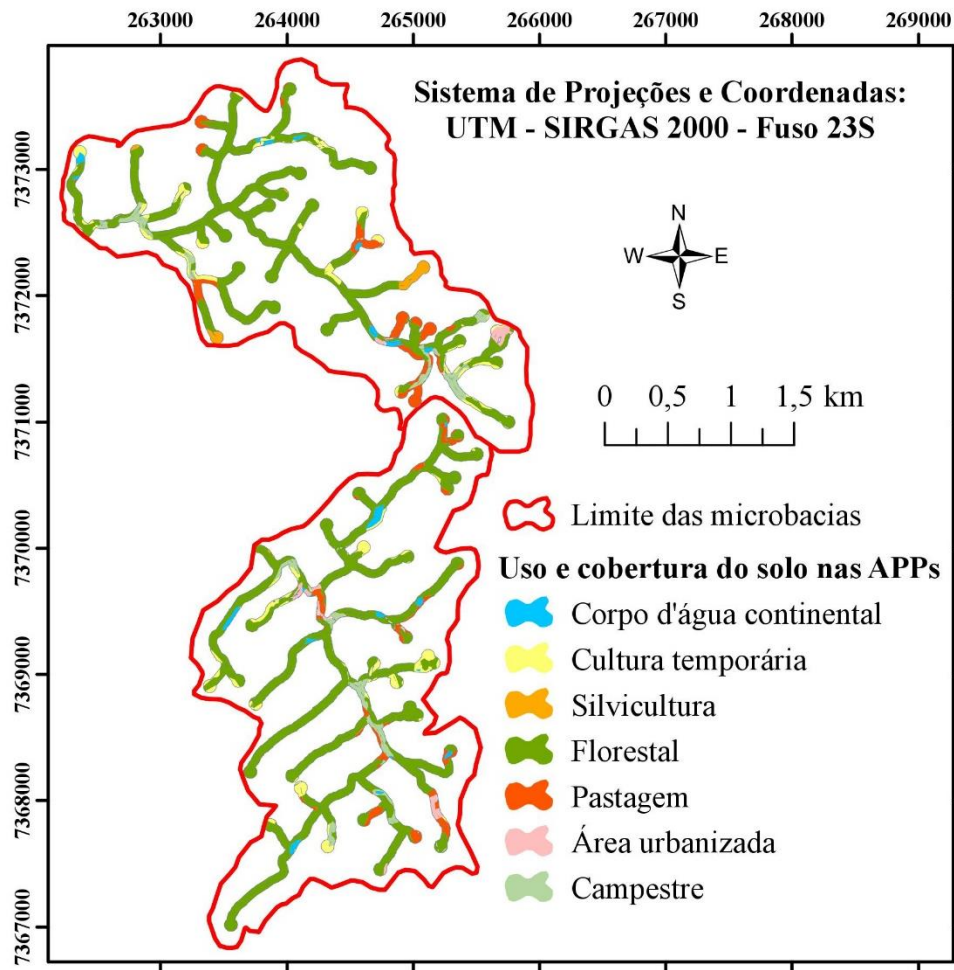
A classe de uso predominante nas APPs é a classe florestal (Figura 5), com 73,82% da área total (Tabela 2). A classe de uso conflitante com maior predominância foi a pastagem, representando 8,07% de ocupação nas APPs, seguida pela cultura temporária, com 7,17% e área urbanizada (1,78%) (Tabela 2). As APPs em conformidade com a legislação predominam nas microbacias, mostrando que 81,66% da área total possui cobertura do solo adequada (Tabela 3).

**Figura 4.** Áreas de Preservação Permanente das microbacias hidrográficas na cabeceira do rio Piraporinha, Piedade, SP.





**Figura 5.** Uso e cobertura do solo nas Áreas de Preservação Permanente das microbacias hidrográficas na cabeceira do rio Piraporinha, Piedade, SP.



**Tabela 2.** Área e distribuição percentual das classes de uso e cobertura do solo nas APPs presentes nas microbacias hidrográficas na cabeceira do rio Piraporinha, Piedade, SP.

Uso e cobertura do solo nas APPs	Área (ha)	% da área
Florestal	178,88	73,82
Cultura temporária	17,36	7,17
Pastagem	19,55	8,07
Silvicultura	3,23	1,33
Área Urbanizada	4,30	1,78
Campestre	13,13	5,42
Corpo de água continental	5,88	2,43
<b>Total</b>	<b>242,33</b>	<b>100</b>

**Tabela 3.** Área e distribuição percentual das APPs em conformidade e não conformidade com a legislação ambiental.

Conflito do uso do solo nas APPs	Área (ha)	% da área
Em conformidade	197,88	81,66
Em não conformidade	44,44	18,34
Total	242,33	100

Na Tabela 4 são apresentados os valores de área e porcentagem das classes de uso e cobertura do solo nas áreas de uso restrito das microbacias. O uso predominante nessas áreas é o florestal (89%), seguido de cultura temporária (5,68%) e pastagem (4,62%). As áreas urbanizadas representam apenas 0,10% das áreas de uso restrito.

**Tabela 4.** Área e distribuição percentual das classes de uso e cobertura do solo nas áreas de uso restrito presentes nas microbacias hidrográficas.

Uso e cobertura do solo nas áreas de uso restrito	Área (ha)	% da área
Florestal	57,04	89
Cultura temporária	3,65	5,68
Pastagem	2,96	4,62
Silvicultura	0,30	0,46
Área urbanizada	0,07	0,10
Campestre	0,06	0,10
Corpo de água continental	0,03	0,04
Total	64,11	100

## 6 DISCUSSÃO

As culturas temporárias representam a principal atividade antrópica nas cabeceiras do rio Piraporinha. As culturas mais presentes nessas microbacias, conforme registrado em campo, foram legumes, frutas e verduras como: cebola, batata, alface, pepino e morango. Esse é o padrão de uso para todo o município de Piedade, que possui 94% do seu território em área rural (PIEIDADE, 2014), evidenciando a importância dessa atividade para a região e também a importância de um manejo sustentável dessas culturas para minimizar os impactos negativos sobre os recursos hídricos.

Mesmo se tratando de uma área agrícola, as cabeceiras do rio Piraporinha apresentaram valores altos de cobertura florestal nas APPs (74%) e áreas de uso restrito (89%). Mello et al. (2014) encontraram valor de cobertura florestal em APPs de 45% para o município de Sorocaba e Santos et al. (2014) encontraram um percentual de 31% de APP com mata ciliar na bacia do Ribeirão Lavapés, em Botucatu, o que demonstra que a área estudada, em comparação com esses estudos, apresenta alto valor de conservação das APPs. Nas bacias com cobertura de floresta natural, a vegetação promove a proteção contra processos erosivos, assoreamento dos corpos de água, retenção de poluentes, lixiviação excessiva de nutrientes e elevação da temperatura da água (SWEENEY et al., 2004; LIMA; ZAKIA, 2006; MINGOTI; VETTORAZZI, 2011).

A presença de áreas agrícolas nas APPs e áreas de uso restrito das microbacias de cabeceira do rio Piraporinha podem contribuir para o assoreamento e contaminação das nascentes e cursos de água, podendo representar incremento de nitrogênio, fósforo e sedimentos na água (RANDHIR; EKNESS, 2013). Culturas como o morango podem representar uma

ameaça para a conservação dos recursos hídricos uma vez que muitos cultivos apresentam elevada aplicação de agrotóxicos, muitas vezes superior aos limites estabelecidos por lei (FARIA et al., 2009). O uso indiscriminado de fertilizantes e agrotóxicos podem exercer grande impacto na contaminação da água. Além disso, essas culturas temporárias possuem muitas vezes solo exposto, que podem contribuir para o incremento de sedimentos nos rios devido ao escoamento superficial e processos erosivos, especialmente em áreas declivosas (PETSCH; SANTOS, 2015). Portanto, o uso de defensivos agrícolas e o próprio preparo do solo nas áreas agricultáveis podem contribuir para o escoamento de poluentes, sedimento e nutrientes para o corpo de água.

As pastagens também podem representar um importante vetor de degradação, devido ao impacto sobre a regeneração natural, compactação dos solos e contaminação das águas (PINTO et al., 2005). Pinto, Mello e Ávila et al. (2013) detectaram altos valores de coliformes fecais durante todo o ano hidrológico em uma microbacia com cobertura por pastagem em Minas Gerais, devido à intensa presença de gado nessas áreas.

Além das APPs de curso de água, as APPs de encosta e as áreas de uso restrito apresentam importância na conservação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas. Magalhães et al. (2012) definiram áreas com declividade superiores a 30% como de alto risco e altíssimo risco de perda de solo por erosão. A presença da vegetação nessas áreas contribui para a retenção de sedimentos, evitando-se o processo de erosão e assoreamento dos rios. Além disso, a vegetação ripária pode contribuir para a conexão dos fragmentos florestais, potencializando a formação de corredores ecológicos (MELLO et al., 2014).

A presença do Parque Estadual Jurupará e da APA de Itupararanga ressalta a importância da conservação das florestas nas cabeceiras do rio Piraporinha para a conexão da paisagem e para a preservação desse manancial, essencial para as atividades agrícolas da região e para o abastecimento de água para a população local.

## 7 CONCLUSÕES

As microbacias das cabeceiras do rio Piraporinha apresentaram a classe florestal como predominante, e a cultura temporária como principal uso antrópico.

As áreas de preservação permanente das microbacias em estudo representam 21,22 % da área total, destas áreas 81,86% encontra-se em conformidade com a legislação ambiental.

A classe de uso e cobertura do solo predominante nas APPs e áreas de uso restrito é a florestal, exercendo um papel importante na conservação dos recursos hídricos da região. A cultura temporária é a atividade antrópica mais representativa

A utilização do SIG mostrou-se eficiente para a delimitação de APP e a avaliação de usos conflitantes, sendo um importante instrumento para o monitoramento do cumprimento do Código Florestal vigente.

## 8 REFERÊNCIAS

ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JUNIOR, J. C. T.; LIMA, W. P. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012.

BARRACLOUGH, S. L.; GHIMIRE, K. B. **Agricultural expansion and tropical**

**deforestation:** International trade, poverty and land use. New York: Earthscan Publications Ltd, 2013. 149 p.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 07 maio 2014.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA – CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Campinas, 2014. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_428.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_428.html)>. Acesso em: 07 maio 2014.

FARIA, V. H. F.; DIAS, B.M.; DA COSTA, M.C.M.; DA SILVA, V.R.; DRUMMOND, A.L.; FRANCO, V.P.; CUNHA, M.R.R.; FRANKLIN, H.M.O.H.; PEIXOTO, T.M.A.G. Avaliação de resíduos de agrotóxicos em polpa de morango industrializadas. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 19, p. 49-56, 2009.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. London: Chapman & Hall, 1998. 391 p.

FOLEY, A.L.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPING, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KYCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global Consequences of land use. **Science**, Washington, v. 309, n. 570, p. 570-574, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro, 2013. 171 p.

HASSAN, Z.; SHAH, J. A.; KANTH, T. A.; PANDIT, A. K. Influence of land use/land cover on the water chemistry of Wular Lake in Kashmir Himalaya (India). **Ecological Processes**, East Lansing, v. 4, n. 9, p. 1-11, 2015.

KHAN, M. A.; GUPTA, V. P.; MOHARANA, P. C. Watershed prioritization using remote sensing and geographical information system: a case study from Guhiya, India. **Journal of Arid Environments**, Trelew, v. 49, p. 465-575, 2001.

KÖPPEN, W. **Climatologia: conunestudio de los climas de la terra**. Ciudad del Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

KRONKA, F. J. N. (Ed.). **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 200 p.

LEITE, M. S.; TAMBOSI, L. R.; ROMITELLI, I.; METZGER, J. P. Landscape ecology perspective in restoration projects for biodiversity conservation: a review. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 108-118, 2013.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. O papel do ecossistema ripário. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M.

J. B. (Org.). **As florestas plantadas e a água**: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: RIMA, 2006. p. 77-87.

MAGALHÃES, I. A. L.; NERY, C. V. M.; ZANETTI, S. S.; PENA, F. E. R.; AVELINO, R. C.; SANTOS, A. R. Uso de geotecnologias para estimativa de perda de solo e identificação das áreas susceptíveis a erosão laminar na sub-bacia hidrográfica do Rio Vieira, município de Montes Claros, MG. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 74-84, 2012.

MELLO, K.; PETRI, L.; CARDOSO-LEITE, E.; TOPPA, R. H. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, p. 309-317, 2014.

MINGOTI, R.; VETTORAZZI, C. A. Relative reduction in annual soil loss in micro watersheds due to the relief and forest cover. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 6, p. 1202-1211, 2011.

MORAES, C. **Análise da prática dos agricultores familiares na Microbacia do Rio Piraporinha, Piedade-SP, usando indicadores**. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental)-Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2013.

OLIVEIRA, G. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 4443-4450.

PETSCH, C.; SANTOS, M. L. Análise comparativa entre métodos de estimativa de perda de solos, o caso do Ribeirão Monangueira – PR. **Boletim de Geografia**, Paraná, v. 33, n. 1, p. 15-26, 2015.

PIEDADE. **Dados gerais do município**. Piedade: Prefeitura Municipal de Piedade, 2014. Disponível em: <<http://www.piedade.sp.gov.br/portal/cidade/11>>. Acesso em: 07 maio 2014.

PINTO, L. C.; MELLO, C. R.; ÁVILA, L. F. Water quality indicators in the Mantiqueira range region, Minas Gerais State. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 687-692, 2013.

PINTO, L. V. A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 49-60, 2005.

PHUA, M.-H.; MINOWA, M. A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. **Landscape and Urban Planning**, Ann Arbor, v. 71, n. 2/4, p. 207-222, 2005.

RANDHIR, T. O.; EKNESS, P. Water quality change and habitat potential in riparian ecosystems. **Ecohydrology and hydrobiology**, Lodz, v. 13, n. 3, p. 192-200, 2013.

RIBEIRO, C. E.; CARVALHO, G. A. Mapeamento do conflito do uso do solo em Áreas De Preservação Permanente do município de Piedade dos Gerais/Mg. **e-Xacta**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 111-130, 2013.

RIBEIRO, C. A. A. S.; LEMOS, N. C. M.; BARROS, K. O.; SOARES, V. P.; SILVA, E.; MARTINS, S. J.; MENEZES, M. C. Uso e a ocupação da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Córrego Sertão, Cajuri, MG. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 6, n. 2, p. 21-29, 2014.

SANTOS, J. B.; PEZZONI FILHO, J. C.; DANTAS, J. F.; ZIMBACH, C. R. L.; PESSA, L. G. F. Avaliação da adequação da ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente (APPs). **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 333-344, 2014.

SIEFERT, C. A. C.; SANTOS, I. Identificação de áreas hidrologicamente sensíveis por meio de modelagem hidrológica e da distribuição espacial de solos e vegetação em ambientes hidromórficos. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 141-155, 2015.

SWEENEY, B. W.; BOTT, T.L.; JACKSON, J.K.; KAPLAN, L.A.; NEWBOLD, J.D.; STANDLEY, L.J.Ç HESSION, W.C.; HORWITZ, R.J. Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 101, n. 39, p. 14132-14137, 2004.

TABARELLI, M. A conversação da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciência**, Caracas, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012.