

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NO DIAGNÓSTICO DOS CONFLITOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO RIBEIRÃO DAS AGULHAS – BOTUCATU (SP)

Sérgio Campos

Doutor em Agronomia e Professor Titular da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
seca@fca.unesp.br

Lincoln Gehring Cardoso

Doutor em Agronomia e Professor Titular da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
lgcardoso@fca.unesp.br

Marcelo Campos

Doutor em Física pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR e Professor Assistente Doutor da Faculdade de Ciências e Engenharia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP/Tupã-SP.
marcelocampos@tupa.unesp.br

Rafael Calore Nardini

Doutor em Agronomia e Docente do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina – UEL/Londrina-PR.
rcnardini@uel.br

Bruno Timóteo Rodrigues

Geógrafo, Mestre e Doutorando em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
brunogta21@gmail.com

Mikael Timóteo Rodrigues

Geógrafo, Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
mikaelgeo@gmail.com

Felipe de Souza Nogueira Tagliarini

Engenheiro Florestal, Mestre e Doutorando em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
felipe_tagliarini@hotmail.com

Daniela Polizeli Traficante

Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP/Botucatu-SP.
danitrafi@yahoo.com.br

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

RESUMO

As áreas de preservação permanente (APP) têm função ambiental de preservar os recursos naturais, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, o solo e a segurança do bem-estar das populações humanas. Enquanto que a degradação das matas ciliares contribui para o assoreamento, elevação da turbidez da água e para a erosão das margens dos cursos d'água, transportando substâncias poluidoras, como defensivos e fertilizantes agrícolas. O trabalho visou determinar o uso inadequado das áreas de preservação permanente da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP), tendo como base cartográfica, a carta planialtimétrica de Botucatu e a imagem de satélite de 2011. A metodologia consistiu no uso do SIG-IDRISI Selva para realização do georreferenciamento da imagem, geração dos buffer de APPs e o *overlay* na obtenção dos conflitos de uso e ocupação em APPs. O grande uso da microbacia correspondeu às pastagens com 675,34ha. As APPs (166,10ha) estão sendo usadas inadequadamente por 93,33ha com pastagens. O diagnóstico dessas áreas da microbacia indica a necessidade de uma intervenção vinculada ao plano de proteção ambiental para a recuperação das áreas degradadas e conseqüentemente permitir uma regeneração da cobertura natural das APPs que estão sendo utilizadas sem respeitar a legislação ambiental brasileira. As ferramentas de geotecnologias foram imprescindíveis para obter o diagnóstico do uso e ocupação do solo em APPs da área.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica; Uso e Ocupação do Solo; Preservação Ambiental.

**GEOPROCESSING APPLIED IN THE DIAGNOSIS OF CONFUSED
 GODS AND SOIL OCCUPATION IN AREAS OF PERMANENT
 PRESERVATION IN THE STREAM OF THE AGULHAS - BOTUCATU
 (SP)**

ABSTRACT

The permanent preservation areas (PPA) have environmental function of preserving natural resources, biodiversity, gene flow of fauna and flora, the soil and the safety of the well-being of human populations. While the degradation of riparian forests contributes to silting, water turbidity increase and the erosion of the banks of waterways, carrying pollutants, such as pesticides and agricultural fertilizers. The objective of this work was to determine the inadequate use of the permanent preservation areas of Stream of the Agulhas - Botucatu (SP) microbasin, based on cartography, Botucatu planialtimetric chart and satellite image of 2011. The methodology consisted of the use of SIG-IDRISI Jungle to perform image georeferencing, generation of PPA buffer and overlay in obtaining conflicts of use and occupation in PPA. The great use of the microbasin corresponded to pastures with 675.34ha. PPA (166, 10 ha) are being used inadequately for 93.33ha with pasture. The diagnosis of these areas of the microbasin indicates the need for an intervention linked to the environmental protection plan for the recovery of the degraded areas and consequently to allow a regeneration of the natural coverage of the PPA that are being used without respecting the Brazilian environmental legislation. The geotechnology tools are essential to obtain the diagnosis of land use and occupation in PPA in the area.

Keywords: GIS; Land Use; Environmental Preservation.

**SIG APLICADOS EN EL DIAGNÓSTICO DE CONFLICTOS DE USO Y
 OCUPACIÓN DEL SUELO EN ÁREAS DE PRESERVACIÓN
 PERMANENTE EN EL RÍO DE LAS AGULHAS – BOTUCATU (SP)**

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

RESUMEN

Las Áreas de Preservación Permanente (APP) tienen una función ambiental para preservar los recursos naturales, la biodiversidad, el flujo genético de fauna y flora, el suelo y la seguridad del bienestar de las poblaciones humanas. La degradación de los bosques ribereños contribuye a la sedimentación e incremento en la turbidez del agua, a la erosión de las orillas de los cursos de agua y al transporte de sustancias contaminantes, como pesticidas y fertilizantes agrícolas. El trabajo tuvo como objetivo determinar el uso incorrecto de las áreas de preservación permanente de la cuenca del río das Agulhas – Botucatu (SP), basada en la carta planialtimétrica de Botucatu y la imagen de satélite de 2011. La metodología consistió en el uso de GIS-IDRISI Selva para la georreferenciación, la generación de los amortiguamientos de las APPs y la superposición de los conflictos de uso y ocupación. El gran uso de la cuenca se correspondió con pastizales, 675,34ha. Las APPs (166,10ha) se utilizan inadecuadamente, con 93, 33ha de pastizales. El diagnóstico indica la necesidad de un plan de protección vinculado al medio ambiente, y destinado a la recuperación de áreas degradadas, que permita la regeneración de la cubierta natural de las APPs, que se utilizan sin cumplir con la legislación ambiental brasileña. Las geotecnologías fueron herramientas indispensables para el diagnóstico del uso y ocupación del suelo en el área analizada.

Palabras clave: SIG; Uso y Ocupación del Suelo; Preservación del Medio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são, conforme Calijuri e Rohn (1994), uma excelente ferramenta para investigação de fenômenos diversos, relacionados à engenharia urbana, meio ambiente, pedologia, vegetação e bacias hidrográficas. Além disso, na área ambiental, a tomada de decisões requer um conhecimento multidisciplinar. Desta forma, os SIGs vieram para resolver grande parte dos problemas de tempo, mão-de-obra e da pouca precisão quando o volume de informações é grande (CAMPOS et al., 2010).

A opção por uma microbacia como local de estudo deve-se ao fato de ser esta uma unidade onde se tem diferentes características, desde regiões altas, onde normalmente estão localizadas as nascentes dos riachos e córregos, áreas de encostas onde as águas correm com maior velocidade e áreas de baixadas onde normalmente são observadas as consequências do manejo inadequado feito nas altitudes elevadas (PIROLI et al., 2002)

Nas bacias com cobertura de floresta natural, a vegetação promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975). Assim, a devastação das matas ciliares tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a erosão das margens de grande número de cursos d'água e o comprometimento da fauna silvestre.

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

O acompanhamento da dinâmica do uso do solo nos municípios tem grande importância no intuito de refletir sobre as mudanças de aspectos sócio-econômicos de determinadas regiões e até mesmo permitir o seu monitoramento ambiental.

Embora a legislação especifique bem a necessidade de preservação dessas áreas e as normas para supressão em casos excepcionais, as ocupações em Áreas de Preservação Permanente são comuns sendo em muitos casos fruto da busca por alimentos, água potável, madeira e combustível (BOIN, 2005).

O presente trabalho teve como objetivo analisar o diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente e de conflitos de uso, bem como as atividades antrópicas na microbacia Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia Ribeirão das Agulhas (Figura 1), situada no município de Botucatu (SP), possui uma área de 1.236,85 ha. Sua situação geográfica é definida pelas coordenadas: Latitude 22° 47' 05" a 22° 51' 55" S e Longitudes 48° 28' 10" a 48° 30' 04" WGr.

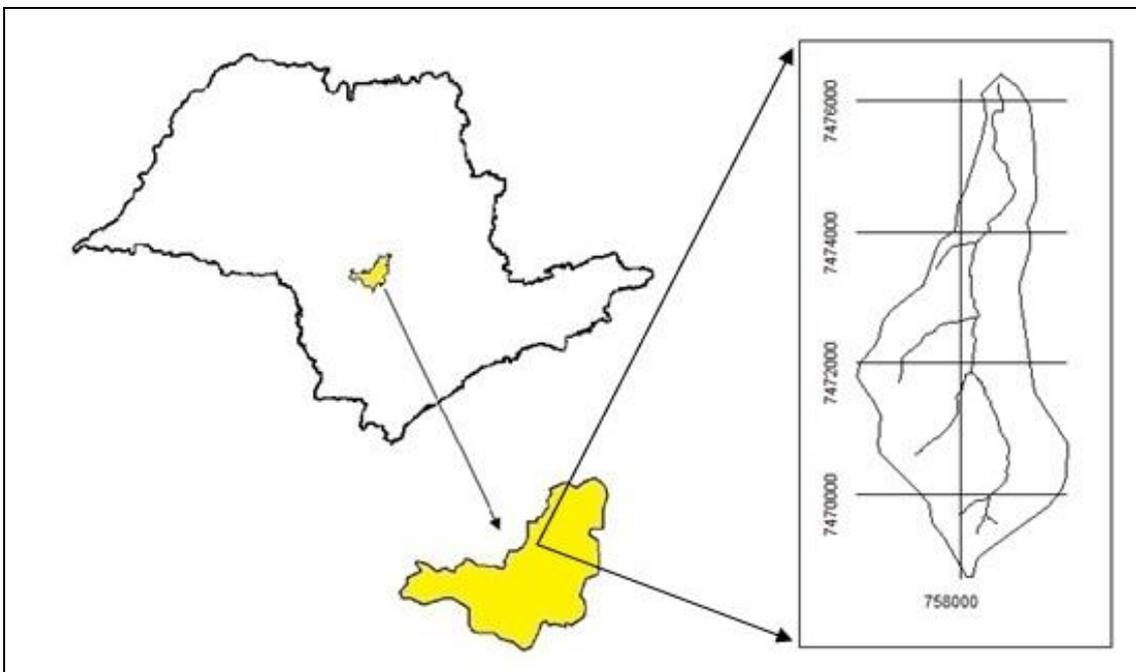


Figura 1 – Localização da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Fonte: Elaboração própria.

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

O clima predominante do município, classificado, segundo o sistema Köppen, é do tipo Cwa - Clima Mesotérmico de Inverno Seco - em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente ultrapassa os 22°C.

Os pontos de controle para o georreferenciamento, a delimitação da área e os pontos de máxima altitude para digitalização do limite da microbacia tiveram como base a carta planialtimétrica em formato digital, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1969), em escala 1:50.000, bem como a imagem de satélite digital, das bandas 3, 4 e 5 do sensor *Thematic Mapper* do LANDSAT – 5, órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 2011, escala 1:50000 e para caracterização das classes de uso e ocupação do solo .

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno, que são definidas pela conformação das curvas de nível existentes nas cartas planialtimétricas e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem (ARGENTO; CRUZ, 1996), ou segundo os pontos mais elevados em torno da drenagem (ROCHA, 1991) para bacia hidrográfica.

Primeiramente, foi importado para o IDRISI em formato vetorial, o arquivo TIFF que contém a carta planialtimétrica. Esse arquivo foi georreferenciado, sendo, posteriormente, com o auxílio do *Software CartaLinx*, feita a delimitação da área de estudo.

Inicialmente foi elaborada uma composição colorida a partir da imagem de satélite digital, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica. Esta composição apresenta os corpos d'água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados.

No processo de composição da imagem RGB (Red Green Blue) foi utilizada a função *Composite* do menu *Display* do IDRISI (Figura 2).

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

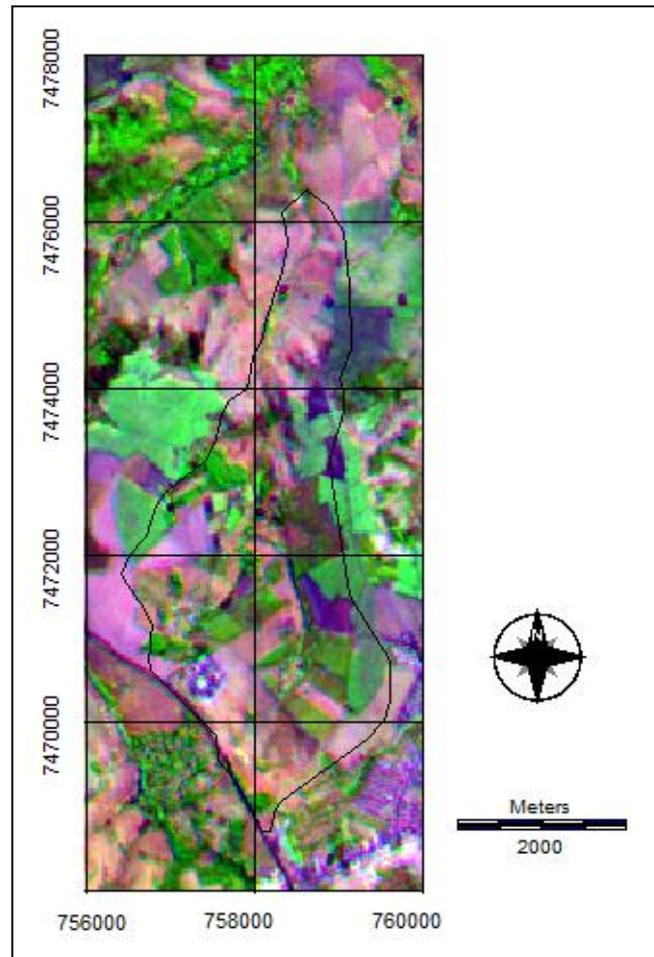


Figura 2 – Carta imagem da microbacia do Ribeirão das Agulhas, Botucatu (SP)
Fonte: Elaboração própria.

No georreferenciamento da composição foi utilizado o módulo *Reformat/Resample* do SIG – IDRISI, sendo os pontos de controle obtido nas cartas planialtimétricas do IBGE, referente ao município de Botucatu. A seguir, foi feito o corte, extraindo-se apenas a área da microbacia, sendo utilizado o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, datum Córrego Alegre. Geraram-se dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem de satélite e, o segundo, da carta topográfica de Botucatu georreferenciada, ficando determinadas as coordenadas de cada ponto, obtendo-se um arquivo de correspondência, o qual permitiu o recorte da imagem através da opção *Reformat/Window*.

No Software CartaLinx através do comando *File/ Image Conversion* importou-se o arquivo georreferenciado e através dos comandos *File/New Coverage/Coverage Based Upon Bitmap* delimitou-se os elementos: limite, rede de drenagem e os usos e cobertura, foram criados os polígonos correspondentes através do menu *Tables/Add Fields* e em cada polígono identificado o elemento.

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

Posteriormente, exportaram-se estes arquivos criados para o SIG - IDRISI Selva, transformado para o formato *raster* e determinadas as áreas e as porcentagens de cada uso e ocupação do solo através do comando *Area* do menu *Database Query* - módulo *Analysis*.

As APPs foram definidas ao longo dos cursos d'água e ao redor das nascentes do Ribeirão das Agulhas, utilizando-se da operação *Gis analysis* através do comando *Distance operators/Buffer* do IDRISI, a qual proporcionou a criação de um buffer de 50m de raio nas áreas das nascentes e um buffer de 30m de cada lado da drenagem ao longo das margens do ribeirão, resultando no mapa de APPs, fundamentado na Lei Florestal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, que considera essas áreas, cobertas ou não por vegetação nativa: “com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Em seguida, foram cruzados os dois buffers, referentes às nascentes (50 m) e o curso d'água (30 m), utilizando-se da opção *Mathematical operators* do menu *Gis Analysis* com o comando *Database Query/Overlay*, gerando-se o mapa final das APPs.

Os usos conflitantes foram todas as áreas que não eram de vegetação nativa presentes nas APPs das nascentes e rede de drenagem da microbacia.

Após a sobreposição desses mapas (Figura 3), as áreas de ocorrência dos conflitos de uso e ocupação do solo em APPs foram identificadas e mensuradas, através das funções de cálculo de área, operação *Database Query/ Area*.

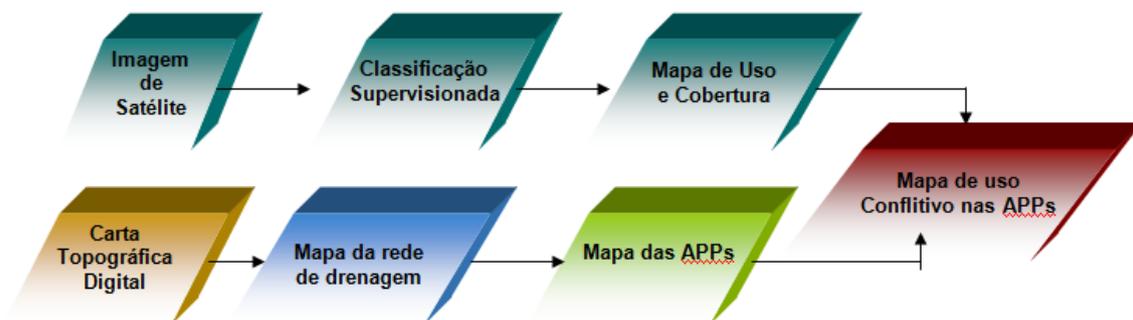


Figura 3 – Fluxograma metodológico para delimitação dos conflitos de uso e ocupação do solo em APPs.
Fonte: Elaboração própria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados (Figura 4 e Tabela 1) permitiram mostrar que a microbacia foi ocupada por 675,34ha (54,64%) de pastagens, cujo uso distribui-se em grandes fragmentos na área. Em uma pequena área observa-se também o reflorestamento, que corresponde a

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

apenas 2%. Esta última atividade deveria ter uma maior ocupação da área visto que, segundo Fonseca et al. (2003), além da contribuição para o sequestro do carbono atmosférico, advindo de áreas reflorestadas com Eucalipto que devem ser considerados como valores agregados às atividades socioeconômicas desenvolvidas pelas comunidades humanas que habitam a área.

As matas, vegetação nativa que deve ser preservada, é bastante expressiva na área, representa 36,43%. Essas áreas encontram-se em toda a extensão da microbacia, fragmentadas e intercaladas com a área de pastagem.

O solo exposto (4,18%), fragmentos que não representam nenhum tipo de vegetação ou cobertura, foi exterminado devido à ação antrópica, mais suscetíveis à erosão do que áreas que possuem cobertura.

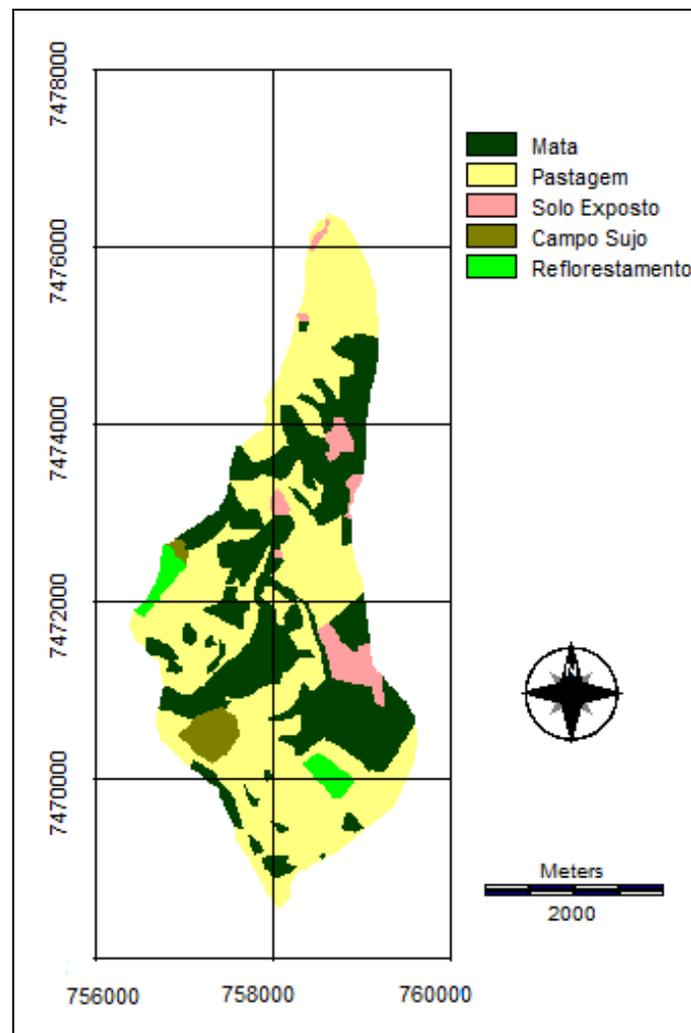


Figura 4 – Uso e ocupação do solo na bacia Ribeirão das Agulhas-SP
 Fonte: Elaboração própria.

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

Tabela 1 – Classes de uso na microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu -SP

Classes de uso da Terra	Área	
	(ha)	%
Mata	450,24	36,43
Pastagem	675,34	54,64
Solo Exposto	51,71	4,18
Reflorestamento	28,93	2,34
Campo Sujo	30,63	2,41
Total	1236,85	100

Fonte: Elaboração própria.

As áreas com campo sujo não foram muitos expressivas, visto que representa apenas 2,41% da área, pode ser resultado do abandono das pastagens pelo gado e, devido ao empobrecimento destas, hoje são apenas vegetações irregulares e espaçadas.

As APPs (Figura 5) são consideradas espaços físicos legalmente protegidos, estando devidamente definidos no Código Florestal Brasileiro. Estas áreas, em geral, são cobertas por vegetação nativa que tem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. É de suma importância a preservação destes espaços, pois prestam “serviços” aos ecossistemas nos quais eles estão inseridos (NOWATZKI et al., 2010).

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

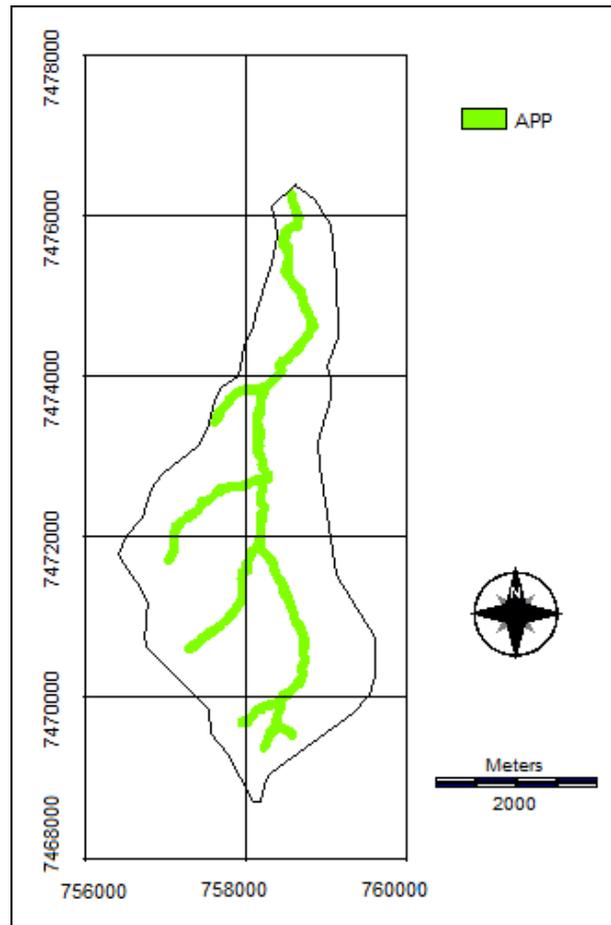


Figura 5 – Áreas de Preservação Permanente da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Fonte: Elaboração própria.

Os conflitos de uso caracterizados por pastagens, reflorestamento e solo exposto em Áreas de Preservação Permanente (NARDINI, 2009) e as matas e várzeas consideradas como usos adequados das APPs (Figura 6), mostram que a microbacia vem sendo preservada ambientalmente, uma vez que compõem mais de 1/3 das APPs da microbacia.

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

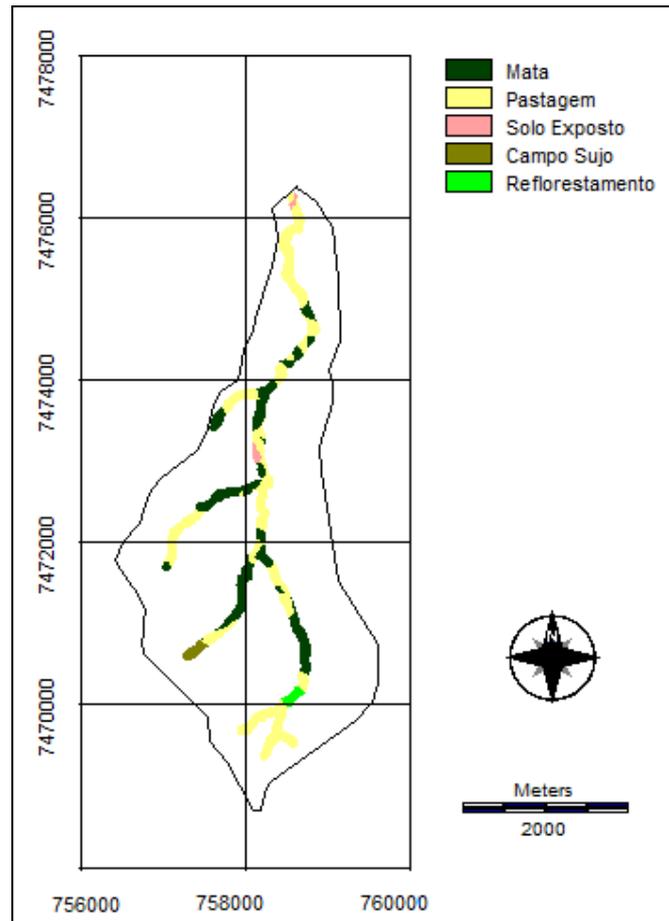


Figura 6 – Conflitos de uso em áreas de preservação permanente na microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP). Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 – Áreas de Preservação Permanente e conflitos de uso na microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)

Classes de uso da Terra	APPs		Conflitos	
	(ha)	%	(ha)	%
Mata	57,03	35,62	-	-
Pastagem	93,33	58,29	93,33	93,54
Solo Exposto	2,70	1,69	2,70	2,71
Reflorestamento	3,29	2,05	-	-
Campo Sujo	3,75	2,35	3,75	3,75
Total	160,10	100	99,78	100

Fonte: Elaboração própria.

A hidrografia permitiu determinar as APPs (160,10ha) da área toda da microbacia e as áreas de conflito correspondem a 99,78ha, ou seja, estas áreas de conflito estão sendo utilizadas de forma inadequada e prejudicial à microbacia.

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

As áreas conflitivas representam 99,78ha dos quais 93,33ha estão sendo utilizadas com pastagens (93,54%) para o gado, impedem a regeneração da vegetação natural e causa compactação do solo; são áreas susceptíveis à erosão.

Esse uso inadequado pode transformá-lo em um solo infértil, decorrente de erosões irreversíveis que causam o assoreamento do rio, vem resultando culturas improdutivas, acarretando num baixo nível socioeconômico das populações da área.

CONCLUSÕES

O diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente da microbacia indica a necessidade de uma intervenção vinculada ao plano de proteção ambiental que vise retirar os conflitos da área, recuperando as áreas degradadas e permitindo uma regeneração da cobertura natural.

O SIG – Idrisi Selva foi uma ferramenta importante para a realização deste trabalho, pois permitiu a geração de informações que podem ajudar o planejador a criar uma estratégia de monitoramento e uso racional da microbacia.

Na microbacia do Ribeirão das Agulhas foram encontrados vários casos de degradação ambiental, evidenciando a necessidade do cumprimento da legislação ambiental brasileira, na qual exige uma faixa de 30 metros em ambas as margens de curso d'água de 10 metros de largura e 50 metros de raio para nascentes. Assim, os problemas ambientais podem ser minimizados, proporcionando a qualidade dos recursos naturais, principalmente da água e do solo.

REFERÊNCIAS

ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 264-282.

BOIN, M. N. Áreas de Preservação Permanente: Uma visão prática. In: Centro de Apoio Operacional de Urbanismo e Meio Ambiente (Org.). **Manual Prático da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005.

BRASIL. **Lei n° 12.727 de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167

Geoprocessamento aplicado no diagnóstico dos conflitos de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP)
Sérgio Campos et al.

da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

BRASIL. **Código Florestal**. Lei nº 4.471 de 15 de setembro de 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 01 maio 2013.

CALIJURI, M. L.; ROHM, S. A. **Sistemas de Informações Geográficas**. Viçosa, MG: CCET/DEC/UFV; Imprensa Universitária, 1994. 34p.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for windows: user's guide**. Version 2.0. Clark University, 1997. 350p.

FONSECA, S. de M.; DRUMMOND, J. A. Reflorestamento de manguezais e o valor de resgate para o seqüestro de carbono atmosférico. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 10, n. 3, p. 1071-1081, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta Topográfica**. Serviço gráfico do IBGE, 1969. Escala 1:50.000.

NARDINI, R. C. **Determinação do conflito de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente da microbacia do Ribeirão Água-Fria, Bofete(SP) visando a conservação dos recursos hídricos**. 2009. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

NOWATZKI, A.; SANTOS, L. J. C.; PAULA, E. V. de. Utilização do SIG na delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) na Bacia do Rio Sagrado (Morretes/PR). **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2010.

PEREIRA, R.S. **Sistema de tratamento de imagens multiespectrais**. 1995. 262f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 1995.

PIROLI, E. L.; BECKER, E. L. S.; BOLFE, E. L.; PEREIRA, R. S. Análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio - Santa Maria - RS, por Sistema de Informações Geográficas e imagem de satélite. **Cienc. Rural** [online]. v. 32, n. 3, p. 407-413, 2002.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 1991. 181p.

SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 4, n. 1, p. 24-29, 1975.

Recebido para avaliação em 05/07/2016
Aceito para publicação em 27/11/2016