



Uso e ocupação do solo em APPs da bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira em atendimento ao Código Florestal⁽¹⁾

Isabel Cristina de Barros Trannin⁽²⁾; Alessandra Malta Mattos Branco⁽³⁾; Celso de Souza Catelani⁽³⁾; Marcos Henrique da Silva⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (Fehidro)

⁽²⁾ Professora do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Unesp, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, SP. isatrannin@feg.unesp.br

⁽³⁾ Doutorando(a) em Gestão Ambiental e Sustentabilidade, na área de Energia, do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, alessandramb@gmail.com; cscatelani@gmail.com

⁽⁴⁾ Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Unesp, marcos_ambiental@yahoo.com.br

RESUMO: A delimitação de áreas de Preservação Permanente (APPs) é uma importante Ferramenta para a gestão dos recursos naturais e preservação dos seres vivos em bacias hidrográficas. O objetivo deste estudo foi aplicar o Sistema de Informação Geográfica (SIG) para delimitar as APPs hídricas e de declividade da bacia da Serra da Mantiqueira – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 1 (UGRHI 1) e avaliar se o uso e ocupação dessas áreas atende as exigências do Código Florestal estabelecido pela Lei Federal 12.651/2012. Para a delimitação das APPs e verificação do conflito de uso, os mapas de drenagem, declividade e uso e ocupação do solo foram manipulados por ArcGIS 10.1 e softwares SPRING. Os resultados mostraram que as APPs abrangem 100,30 km², o que corresponde a 14,84% da área total da bacia (675,60 km²), dos quais 14,74% são APPs hídricas e 0,10% são APPs declividade. As APPs hídricas ocupam 43,97 km² da bacia e são utilizadas com atividades que não atendem ao Código Florestal Brasileiro, sendo 71,54% ocupados por pastagens para o desenvolvimento de pecuária extensiva. Estes dados são essenciais para subsidiar as políticas públicas em projetos e intervenções que visem o uso sustentável do solo em bacias hidrográficas.

Termos de indexação: gestão de bacias hidrográficas, Lei Federal 12.651/2012; conservação do solo e da água.

INTRODUÇÃO

A ausência de planos de manejo e de gerenciamento dos recursos naturais de uma bacia hidrográfica tem como consequência o desenvolvimento de atividades em locais inadequados, inclusive em áreas de preservação permanente (APPs). De acordo com o Código Florestal brasileiro, instituído pela Lei Federal nº 12.651/12 (Brasil, 2012), as APPs são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não, por vegetação nativa, que têm como função, 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 da população. As APPs hídricas são áreas diretamente ligadas aos cursos d'água, como as nascentes ou olhos d'água, onde a água aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente; os manguezais; a água subterrânea e as matas ciliares, que são formações vegetais das margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes, que também são conhecidas como matas de galeria, matas de várzea, vegetação ou floresta ripária. As APPs de declividade compreendem as encostas com declividade superior a 45 graus e, de acordo com o Código Florestal, devem ser preservadas e restabelecidas, sendo que o uso indevido é considerado crime ambiental pela Lei Federal nº 9.605/98.

A delimitação das APPs e o mapeamento do uso do solo de uma bacia hidrográfica, utilizando ferramentas do sistema de informações geográficas (SIG) é um mecanismo de extrema importância para a gestão e proteção dos recursos naturais de uma bacia hidrográfica.

Neste contexto, os objetivos deste estudo foram delimitar as APPs da bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira - UGRHI 1, identificar o uso conflitante com o que estabelece o Código Florestal e fornecer subsídios às políticas públicas para a gestão adequada dos recursos naturais desta bacia. Embora a mata atlântica, que compõe a Serra da Mantiqueira, seja considerada como bioma insubstituível pela UNESCO, há décadas esta bacia tem sido submetida a intervenções antrópicas progressivas e até o desenvolvimento deste estudo não existiam informações disponíveis sobre a delimitação e a caracterização do uso do solo em suas APPs.

MATERIAL E MÉTODOS

A UGRHI 1 localiza-se na porção nordeste-leste do Estado de São Paulo, fazendo divisa com a bacia do Rio Paraíba do Sul e a oeste-norte, com o Estado de Minas Gerais. A bacia possui uma área de



675,60 km², que corresponde a 0,28% do estado de São Paulo e é constituída pelos municípios de Campos do Jordão (290,00 km²), Santo Antônio do Pinhal (133,00 km²) e São Bento do Sapucaí (252,60 km²), com área urbanizada de 3.058,33 ha e uma população estimada de 65.114 habitantes até o ano de 2011 (SMA/CPLA, 2013). A UGRHI 1 se divide em duas unidades hidrográficas principais, a oeste, a Sapucaí-Mirim, sob influência dos municípios de Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí e, a leste, a Sapucaí-Guaçu, sob influência de Campos do Jordão. Estas duas unidades principais foram ainda subdivididas em bacias secundárias ou pequenas bacias municipais.

A UGRHI 1 é composta por unidades de conservação, que incluem a área de proteção ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira. Pela classificação climática de Köppen, nessa região predomina o clima temperado ou mesotérmico úmido – Cfb, com temperatura média anual entre 13,4°C a 17°C e, ocasionalmente, podem ocorrer temperaturas inferiores a 0°C. O total médio anual de precipitação pluviométrica é superior a 1500 mm, com chuvas bem distribuídas em todos os meses do ano, decrescendo no período de inverno, quando ocorre estiagem. De acordo com o mapa de uso e ocupação do solo da UGRHI 1 fornecido pela Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal (2008), entre os usos do solo destacam-se: a pastagem relacionada à pecuária (25.844,70 ha), o reflorestamento (4.791,78 ha), a vegetação de campo natural com perturbação antrópica (2.644,58 ha) e a agricultura (1.835,65 ha).

A delimitação das APPs hídricas e de declividade da bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira teve como referência o Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº 12.651/12, que estabelece a faixa de 30 m marginais ao longo dos cursos d'água com largura inferior a 10 m; faixa de 50 m ao longo dos cursos d'água de 10 a 50 m de largura; o raio de 50 m ao redor das nascentes e a faixa marginal de 50 m em lagoas na zona rural com área inferior a 20 ha e para as APPs de declividade foram consideradas as encostas ou partes destas com declividade superior a 45 graus, equivalente a 100 m de projeção horizontal.

O mapa de drenagem da bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira foi fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008). As classes de declividade foram mapeadas, considerando a relação com o relevo, conforme De Biase (1993): A (0-3%) = plano; B (3-5%) = plano a suave ondulado; C (5-12%) = suave ondulado a ondulado; D (12-20%) = ondulado e forte ondulado; E (20-40%) = forte ondulado a montanhoso; F (>40%) = montanhoso. Para gerar o mapa de classes de declividade da bacia da Serra da

Mantiqueira (**Figura 1**) foi utilizado o conjunto de arquivos do projeto TOPODATA produzidos ao longo do processamento dos dados SRTM e realizado o fatiamento da grade numérica da declividade em porcentagem (Valeriano & Rossetti, 2011), empregando-se o software SPRING (Câmara et al., 1996).

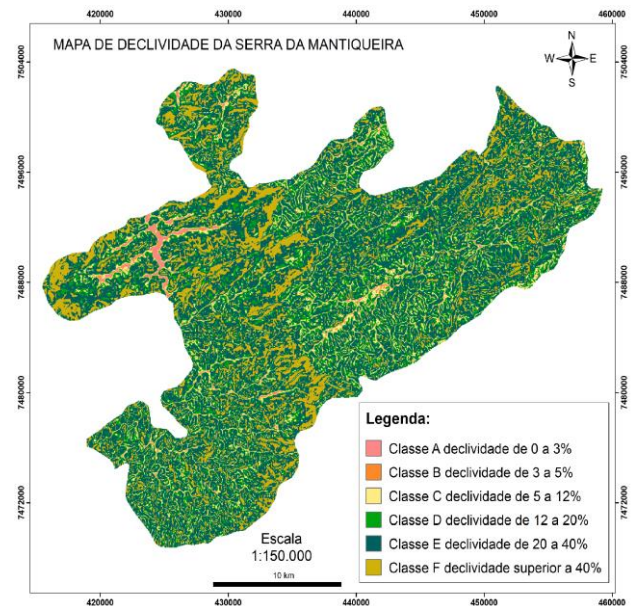


Figura 1. Classes de declividade da bacia da Serra da Mantiqueira – UGRHI 1.

Para a delimitação das APPs hídricas e de declividade, foram considerados os parâmetros indicados na Lei 12.651/12, do Código Florestal e, por meio da ferramenta *Buffer* do software ArcGIS® 10.1 e extração das áreas de declividade com valor superior a 45°, foi possível quantificar o número de APPs hídricas e de declividade da bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira. Após a delimitação das APPs foram consideradas sob uso conflitante ao que estabelece o Código Florestal, todas estas áreas, quando desprovidas de vegetação nativa nas nascentes, cursos d'água e encostas com declividade superior a 45 graus e as áreas não ocupadas com culturas permanentes nas classes de 20% a 45% de declividade, conforme metodologia de Bigarella & Mazuchowski (1985). Para a identificação do uso conflitante do solo nas áreas de 20% a 45% de declividade utilizou-se uma operação condicional, cruzando-se os mapas de declividade e de uso do solo. Para a obtenção do mapa de uso conflitante, cruzaram-se os mapas de APPs e de uso atual do solo e para quantificar os usos conflitantes foi aplicada a função de tabulação cruzada do SPRING.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

As APPs hídricas e de declividade correspondem a uma área de 100,30 km² da bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira, o que corresponde a 14,84% de sua área total. Como pode ser observado na **tabela 1**, os principais usos do solo identificados nas APPs hídricas foram vegetação secundária em estágio médio (41,58%), pastagens (31,48%), vegetação secundária avançada (11,49%) e reflorestamento (5,29%) e, nas APPs de declividade, vegetação secundária em estágio médio (71,01%), pastagens (15,94%) e afloramento rochoso (4,35%).

Tabela 1. Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídricas e de declividade da bacia da Serra da Mantiqueira (UGRHI 1).

Uso e Ocupação do solo da UGRHI 1	APPs hídricas		APPs de declividade	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Afloramento rochoso	-	-	0,03	4,35
Campo natural com perturbação antrópica	1,12	1,12	-	-
Campo natural sem perturbação antrópica	0,59	0,59	-	-
Corpo d'água	0,12	0,12	-	-
Pastagem	31,35	31,48	0,11	15,9
Reflorestamento	5,27	5,29	0,01	1,45
Solo exposto	0,01	0,01	-	-
Uso agrícola	2,38	2,39	0,01	1,45
Araucária	0,52	0,52	-	-
Vegetação de várzea	0,48	0,48	-	-
Vegetação secundária – estágio avançado	11,44	11,49	0,02	2,9
Vegetação secundária – estágio inicial	1,21	1,21	0,02	2,9
Vegetação secundária – estágio médio	41,41	41,58	0,49	71,0
Área urbanizada	3,71	3,72	-	-
Total	99,6	100	0,69	100

Dos 43,84 km² das APPs hídricas, 71,51% são ocupados por pastagens, 12,02% por reflorestamento, 8,46% por urbanização, 5,43% por agricultura, 2,56% campo natural com perturbação antrópica e 0,02% com solo exposto e dos 0,13 km² das APPs de declividade, 84,62% são ocupados por pastagens, 7,49% por reflorestamento e 7,49% com uso agrícola e não atendem ao que estabelece o Código Florestal brasileiro, instituído pela Lei 12.651/12 (**Tabela 2**).

Verificou-se que os usos conflitantes relacionados às APPs ocupam 43,97% de toda a área delimitada como APPs, dos quais somente 0,13% estão em APPs de declividade (**Figura 2**).

Tabela 2 – Conflito do uso do solo nas APPs hídricas e de declividade da bacia da Serra da Mantiqueira (UGRHI 1).

Uso Conflitante do solo da UGRHI 1	APPs hídricas		APPs de declividade	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Afloramento rochoso	-	-	-	-
Campo natural com perturbação antrópica	1,12	2,56	-	-
Campo natural sem perturbação antrópica	-	-	-	-
Corpo d'água	-	-	-	-
Pastagem	31,35	71,5	0,11	84,62
Reflorestamento	5,27	12,0	0,01	7,69
Solo exposto	0,01	0,02	-	-
Uso agrícola	2,38	5,43	0,01	7,69
Araucária	-	-	-	-
Vegetação de várzea	-	-	-	-
Vegetação secundária – estágio avançado	-	-	-	-
Vegetação secundária – estágio inicial	-	-	-	-
Vegetação secundária – estágio médio	-	-	-	-
Área urbanizada	3,71	8,46	-	-
Total	43,84	100	0,13	100

Na bacia da Serra da Mantiqueira, as pastagens representam o maior percentual de uso conflitante nas APPs hídricas e de declividade, evidenciando a destruição dos fragmentos florestais o que pode interferir diretamente no ciclo hidrológico e alterar o processo de infiltração de água nos solos, contribuindo para a ocorrência de processos erosivos, assoreamento dos cursos d'água e escassez de água na bacia.

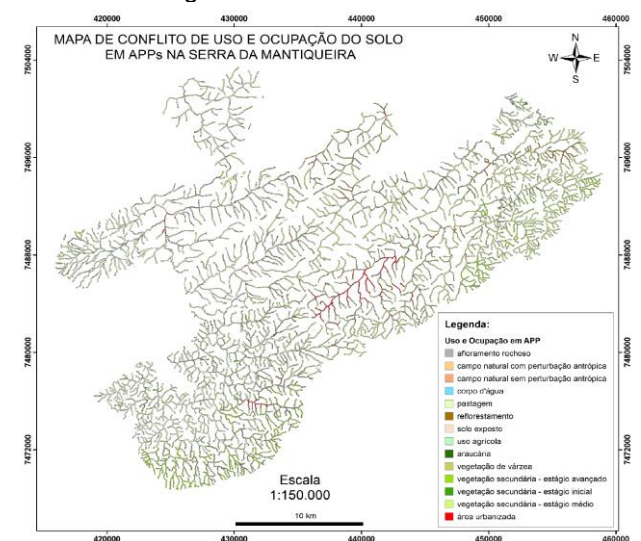


Figura 2 – Conflito de uso e ocupação do solo em APPs hídricas e de declividade da bacia da Serra da Mantiqueira (UGRHI 1).



É preciso destacar que a bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira apresenta cerca de 80% de sua área sobre relevo forte ondulado a montanhoso e uma precipitação total média anual superior a 1.500 mm, fatores que facilitam o escoamento superficial e aumenta a necessidade de proteção das APPs.

Pinto et al. (2005) também verificaram que as pastagens representaram o uso predominante (62,41%), na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, em Lavras (MG), sendo responsável por 84,57% dos 11,04% de uso conflitante nas APPs. Estes autores relataram que mais de 70% das APPs de declividade estavam sendo ocupadas por pastagem e que, apesar destas APPs representarem uma área restrita da bacia, são de extrema importância para a conservação do solo e da água. Neste sentido, Adami et al. (2012) aplicaram métodos de análise multicriteriais em SIG para a priorização de APPs visando à recuperação da vegetação, estabelecendo prioridade para as áreas de maior declividade, solos mais rasos e mais suscetíveis aos processos erosivos.

No caso da bacia da Serra da Mantiqueira é imprescindível a elaboração de um plano de recomposição vegetal das APPs, considerando que o uso inadequado do solo pode refletir na quantidade e na qualidade dos recursos naturais desta bacia.

CONCLUSÕES

As APPs ocupam uma área de 100,3 km², que representam 14,84% da área total da bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira, onde 43,84% correspondem ao uso conflitante, representado principalmente por pastagens.

Dos 43,97 km² de APPs em uso conflitante, 43,84 km² correspondem a APPs hídricas e estão sendo explorados de forma indevida, com 71,51% ocupados por pastagens, 12,02% por reflorestamento, 8,46% por urbanização, 5,43% por agricultura, 2,56% por campo natural com perturbação antrópica e 0,02% com solo exposto. Dos 0,13 km² de uso conflitante em APPs de declividade, 84,62% estão ocupados por pastagens, 7,49% por reflorestamento e 7,49% por agricultura.

REFERÊNCIAS

Adami, S.F.; Francisco, C.E.S.; Coelho, R.M.; Torres, R.B. Análise multicriterial aplicada à priorização para recuperação de áreas de preservação permanente: uma implantação em Sistemas de Informações Geográficas. Bol. Camp. Geog., v.2, n.3, 2012

Bigarella, J.J.; Mazuchowski, J.Z. Visão integrada da problemática da Erosão. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Maringá, 1985. Anais...Curitiba, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1985. p.372.

Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 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; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012.

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling.. Amsterdam, Computers & Graphics, v.20, n.3, 1996. p.395-403.

De Biase, M.A. Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista de geografia, v. 6, p 45-60, 1993.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística – IBGE. Rede de Drenagem do Estado de São Paulo. 2008. Disponível:<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm> Acesso em 15 mar. 2014.

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**, v 11, p 49-60, 2005.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SMA/Instituto Florestal de São Paulo - IF. Elaboração de base georreferenciada para o mapeamento do uso e ocupação da terra e das unidades de conservação da bacia hidrográfica da Mantiqueira, 2008. Disponível em: <<http://200.144.14.214:8080/alovmap/index.html>>, Acesso em 14 fev. 2014.

Secretaria do Meio Ambiente - SMA/Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA. Relatório de Qualidade Ambiental 2013. São Paulo, 2013.

Valeriano, M.M.; Rossetti, D.F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. Applied Geography (Sevenoaks), v.32, p.300-309, 2011.