

Cenários de uso do solo baseados em mudanças nas definições de APP de topo de morro no domínio da Mata Atlântica: estudo de caso para a bacia do rio Sapucaí

Paula Capita Siqueira¹
Paulo Siqueira Junior²
Nívea Adriana Dias Pons¹
Benedito Claudio da Silva¹

¹ Universidade Federal de Itajubá, IRN/MEMARH
Caixa Postal - 375000-000 – Itajubá - MG, Brasil
paulacsiqueira@gmail.com; {npons; silvabenedito}@unifei.edu.br

² Universidade Federal de Lavras, DCS
pauloagconsult@gmail.com

Abstract.

Considering the high degree of fragmentation of the Brazilian Atlantic Forest and the relevant eco-hydrological functions of forests, it is necessary to demonstrate how the new Forest Code, Law 12,651 / 2012, representing reduction in legal protection of the forests remains and Areas of Permanent Preservation (APP). The new definition of hilltops APP in the current law has dramatically reduced this category of protection compared to the repealed resolution, CONAMA 303/2002. The area of interest is ‘Sapucaí’ river basin, southeast region of Brazil, with the objective of presenting hypothetical scenarios of land use on hilltop APP, based on the new Forest Code (NCF) (scenario C1) and in the revoked resolution (scenario C2). In order to do so, the mapping of hilltop APPs was done according to the current legal definitions (C1) and revoked (C2) and the current land use map was used. The reduction of the area of the hilltop APP was 99% in the C1 compared to the C2. The land use scenario C1 represents the recovery of 10 ha of forest and C2 represents the recovery of 4.557 ha on the hilltop APP. Although much discussed in academy, the current legal criteria for definition of this category must be revised.

Palavras-chave: fragmentação florestal, áreas de proteção permanente, mapeamento de APP

1. Introdução

As florestas do domínio Mata Atlântica são, historicamente, as mais devastadas do Brasil. As florestas deram lugar as primeiras e maiores cidades do Brasil, onde hoje vivem mais de 145 milhões de pessoas, cerca de 70% da população (SOS Mata Atlântica, 2016). Mais de 90% dessas formações já foram devastadas e, ainda assim, os remanescentes tem uma das mais ricas biodiversidades e, por isso, é uma das 34 áreas do mundo de importância elevada para a conservação (INPE, 2016; SOS Mata Atlântica, 2016).

Dos fragmentos remanescentes, 80% são pequenos (menores que 50 ha) e apenas 9% localizam-se em unidades de conservação de proteção integral (Peixoto et al., 2016). Fora das unidades de conservação, essas florestas são protegidas por aparato legal específico: Lei 11.428/2006 (BRASIL, 2006), Lei da Mata Atlântica e Decreto 6.660/2008; além da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), o Novo Código Florestal, mais especificamente, nas diversas categorias de Áreas de Preservação Permanente (APP) definidas no art. 4º, do capítulo II. Grande parte desses remanescentes florestais está restrita as áreas montanhosas e encostas íngremes, regiões onde o relevo dificultou a ocupação por atividades agropecuárias e urbanas.

As florestas, especialmente as formações nativas, possuem funções eco-hidrológicas em diferentes posições do relevo: contribuem para a recarga de aquíferos (topos de morros); reduzem o escoamento superficial e promovem a contenção de processos erosivos (nas encostas); protegem os corpos d’água do excesso de sedimentos e contaminantes (áreas

riparias) e atuam como elementos auxiliares em todas essas funções (nos intervalos) (Tambosi et al., 2015).

Desde 2012, quando se instituiu o Novo Código Florestal, diversos trabalhos abordaram aspectos do mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) de topo de morro e montanha em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) (Oliveira; Fernandes-Filho, 2013; Cunha et al. 2015, Koumrouyan, 2015; Oliveira; Fernandes-Filho, 2016), reportando a expressiva redução dessas áreas protegidas em diversas regiões do país. Antes ainda, o mapeamento dessas áreas também foi tema de outros estudos, que trouxeram a metodologia da inversão do modelo digital de elevação (MDE) como alternativa às controvérsias da Resolução CONAMA 303/2002, norma legal que até então definia as APP de topo de morro e montanha (Hott et al., 2004; Ribeiro et al., 2005; Nowatzki et al., 2010).

A necessidade de uma lei florestal federal mais moderna, com definições claras e práticas era evidente. Entretanto, diversos artigos do Novo Código Florestal trouxeram perdas ambientais que interferem em processos hidrológicos, proteção do solo e conservação da biodiversidade, além de serem incompatíveis com acordos internacionais para conter o aquecimento global, sendo o mais recente deles, o Acordo de Paris, ratificado pelo Brasil em setembro de 2016 (ONU, 2016).

No que se refere às novas definições para APP de topo de morro, o Código vigente, como norma federal, apresenta pelo menos duas falhas técnicas: a definição do método utilizado para mensurar a declividade e a escala em que o mapeamento deve ser feito, o que interfere na localização dos pontos de sela (Oliveira, 2015).

Considerando a relevância do tema e a necessidade em demonstrar as perdas ambientais do Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012) para as áreas de morro e montanha, bem como as falhas técnicas da Resolução CONAMA 303/2002; este trabalho tem o objetivo de apresentar cenários hipotéticos de uso do solo nas APP de topo de morro, baseados na resolução revogada e no Novo Código Florestal.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

A área de estudo é a bacia do rio Sapucaí (BRS), que integra a bacia do rio Grande, na região sudeste do Brasil (Figura 1). Com 9.271 Km² (927.100 ha) de extensão, a BRS abrange 3 municípios no estado de São Paulo e 48 em Minas Gerais. As cabeceiras ocupam parte da Serra da Mantiqueira, um complexo montanhoso de altitude de grande relevância, que abriga nascentes de importantes rio e alta biodiversidade (Drummond, 2005). A bacia insere-se no Domínio da Mata Atlântica e a cobertura florestal nativa remanescente encontra-se, quase toda, na região da Mantiqueira e contrafortes. O uso do solo predominante é agropecuário. Os tipos de solo encontrados são os Cambissolos, nas regiões de maiores altitudes e declives, os Latossolos, nas áreas de relevo menos acidentado e os Neossolos Flúvicos, nas margens de cursos d'água e planícies aluviais (Curi et al., 2008).

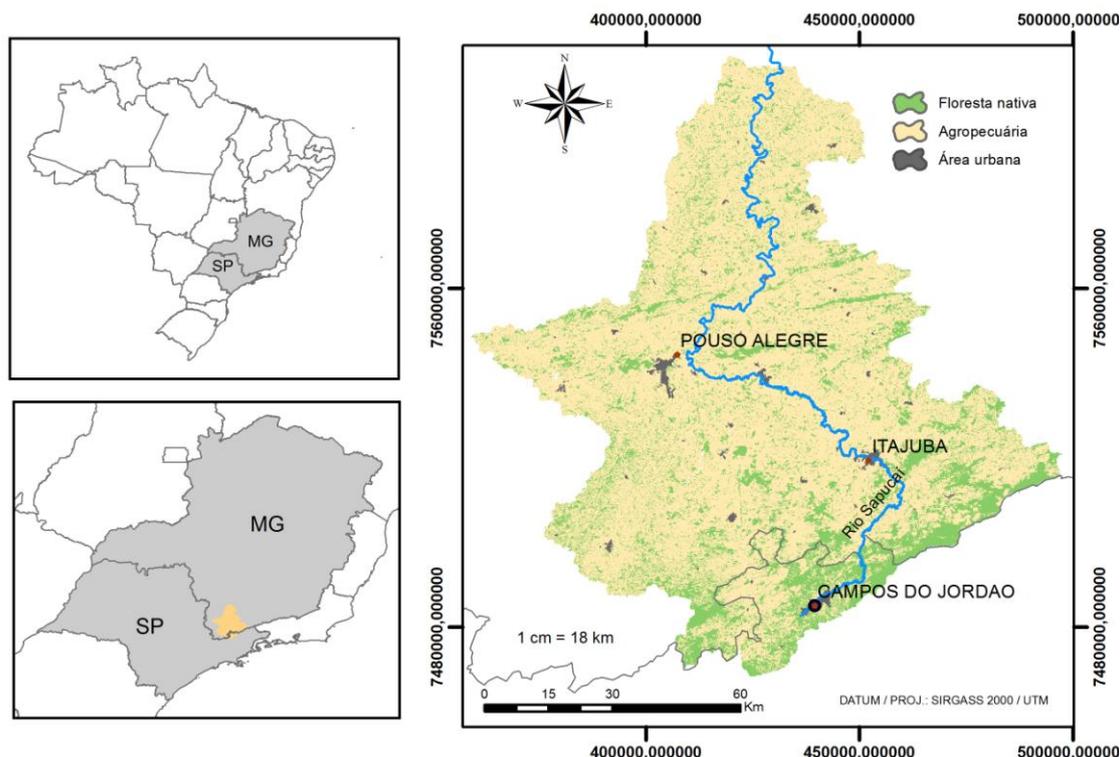


Figura 1 – Localização da área de estudo na região sudeste do Brasil.
Fonte de dados: IGAM (2015); IBGE (2016).

2.2. Mapeamento das APP de Topo de Morro

Utilizou-se um MDE com resolução espacial de 30m, obtido do Projeto Topodata (Valeriano, 2008). Desenvolveu-se metodologia do MDE invertido no ArcGis 10.4 (ESRI, 2015), de acordo com Oliveira e Fernandes Filho (2016) e Cunha et al. (2015). Para o mapeamento de acordo com Novo Código Florestal (NCF), Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), utilizou-se a rotina automatizada desenvolvida por Oliveira e Fernandes Filho (2016). E com as devidas adaptações, sem automatização, realizou-se o mapeamento das APP de acordo com a lei revogada, a resolução CONAMA 303/2002, mencionada adiante pela sigla “CON”.

O mapeamento das APP de topo de morro na legislação revogada e na vigente difere em dois pontos: a definição da base do morro e o critério de declividade.

A base legal de um morro, de acordo com o Novo Código Florestal (NCF), Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), é dada pelo ponto de sela mais próximo à elevação. Na resolução revogada (CON), não há clareza quanto à definição da base do morro e, embora o ponto de sela já tenha sido adotado por Cortizo (2007) e Cunha et al. (2015), neste estudo, entende-se que a base do morro compreende a cota mais baixa da delimitação hidrológica, de acordo com Nowatzki et al. (2010).

2.3. Criação dos Cenários de Uso do Solo nas APP de Topo de Morro

O Mapa de Uso de Solo da bacia foi obtido a partir de uma base de dados com resolução espacial de 5 m, obtida por classificação orientada ao objeto sobre imagens *Rapid Eye*, gentilmente cedida pelo Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal (LEMAF), do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras (DCF/UFLA) (dados não publicados). As classes originais (desmatamento recente, regeneração florestal e outras) foram reclassificadas em floresta, agropecuária, área urbana e água.

Os cenários de uso e cobertura do solo (UCS) são hipotéticos, desenhados a partir do mapa de uso do solo atual, apresentando diferenças na cobertura florestal nativa relacionadas às mudanças nos parâmetros legais que definem as APPs em topos de morros e elevações, adaptado de Koumrouyan (2015). O cenário C1 é baseado no NCF e remove toda vegetação remanescente das áreas que na resolução revogada eram consideradas APP de topo de morro, considerando-as áreas de agropecuária. O cenário C2 é baseado na resolução revogada CONAMA 303/2002 e recupera a vegetação nativa em todas as APP de topo de morro.

Utilizando-se os arquivos vetoriais gerados no mapeamento de APP, denominados “APP_NCF” e “APP_CON”, realizou-se o recorte sobre o mapa de Uso do Solo (formato *raster*), transformou-se em vetor e foram quantificadas as áreas ocupadas pelas classes de uso.

Para desenhar o cenário C1, utilizou-se o vetor “APP_CON”, substituindo-se o código de identificação da classe floresta por agropecuária em todos os polígonos, gerando-se um novo vetor nomeado “APP_CON_agro”, mantendo-se a vegetação remanescente apenas nas áreas de topo de morro mapeadas de acordo com NCF. Para desenhar o cenário C2, realizou-se o mesmo procedimento anteriormente descrito, com a substituição inversa: todos os polígonos identificados com a classe agropecuária substituídos por floresta, gerando-se um novo arquivo nomeado “APP_CON_veg”. De posse dos dados em formato vetorial, as feições “APP_CON_veg” e “APP_CON_agro” foram, separadamente, agrupadas ao “ws_uso_polig” formando o C1 e C2.

3. Resultados e Discussão

O mapeamento da base legal CON, resultou em 768 morros e, aplicado o critério de declividade máxima de 17°, 728 morros atendem o critério e seus respectivos terços superiores totalizam 7149,19 ha (0,77 % da área total da bacia) conforme Figura 2.

A nova definição de APP de topos de morro do NCF, com o critério de diferença de cota superior a 100 m entre a base e o cume do morro, reduziu o número de morros com APP. O mapeamento da base legal (que considerou o ponto de sela) indicou 132 morros que atendem tal condição, mas, ao se aplicar o critério de declividade média superior a 25°, restaram quatro morros, cujo terço superior representa o total de APP com 19,95 ha (0,002% da área total da bacia), apresentado na Figura 3. A redução dessa categoria de área protegida para a bacia do rio Sapucaí é superior a 99% com a aplicação do código vigente.

O uso do solo atual na bacia é de 73% da área ocupada pela classe agropecuária e 23% por florestas nativas. As áreas urbanas ocupam 1% da bacia e a classe água representa 0,3%.

Cunha et al. (2015) mapearam a redução de 88% nas APP de topo de morro comparando-se as leis em questão na bacia do Alto Camaquã, RS, Brasil. Estes autores, no entanto, consideraram o ponto de sela como base dos morros em ambos critérios legais.

Pelo cenário C1, baseado no NCF, deve-se ter 19,95 ha de cobertura florestal, distribuídos nos 4 (quatro) topos de morro legalmente protegidos na bacia. Considerando que 53% desta área encontram-se atualmente desmatados, o C1 promoveria a recuperação de pouco mais que 10 ha de floresta nativa. No cenário C2, baseado na CONAMA 303/2002, deve-se ter 7.149,19 ha de APP de topo de morro cobertos por floresta, o que representaria a recuperação de 4.557 ha (64% dessas APP não possuem cobertura florestal), considerando o uso do solo atual. Os valores mapeados somados e subtraídos do uso atual são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Área ocupada por floresta e agropecuária no cenário real e nos cenários hipotéticos na BRS.

	CENÁRIO REAL	CENÁRIO 1 / NCF (C1)	CENÁRIO 2 / CON (C2)
Floresta nativa	213.233 ha.	211.725 ha.	217.790 ha.
Agropecuária	676.783 ha.	678.291 ha.	672.225 ha.

A diferença percentual nas áreas protegidas definidas pela resolução revogada e pela lei vigente, ainda que expressiva, representa um percentual bem pequeno da bacia, 0,77% representam as APP de topo de morro no C2. Esses topos de morro preservados, no contexto das microbacias em que se localizam, favoreceriam a conexão entre os remanescentes, além de suas funções hidrológicas de favorecer a infiltração da água no solo e reduzir as perdas de solo por erosão (Calder, 1993).

Embora esses remanescentes florestais sejam protegidos pela Lei da Mata Atlântica e a possibilidade de supressão dependa de anuência da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SUPRAM), na prática, há redução do amparo legal para essas áreas (Oliveira, 2015). Gerdenits et al. (2007) identificou 8097 ha de APP (todas as categorias) com uso do solo irregular, sendo que parte de sua área de estudo ocupa a porção sul da bacia rio Sapucaí.

Um cenário de conversão de florestas como o C1 não seria uma realidade tão distante, visto que as leis ambientais no Brasil são uma situação peculiar, em que as infrações ou o não cumprimento são comuns, sem grandes prejuízos ao infrator. Os processos que seguem na justiça são, quase sempre, lentos e a própria gestão de recursos advindos de passivos ambientais é falha. Faltam fiscalização e uma estrutura mais forte de órgãos públicos que favoreça o cumprimento efetivo das leis, além de incentivos para conservação e recuperação de florestas. Dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) apontam que pelo menos 22, 2 Mha (milhões de hectares) de áreas protegidas (APP) não tem cobertura vegetal nativa, são áreas que foram desmatadas que deveriam estar protegidas (Girardi, 2016) e, de acordo com o Código vigente, se o desmatamento ocorreu antes de 2008, a área é considerada de “uso consolidado” e não necessita ser recuperada.

A redução de áreas florestais nos topos de morros pode interferir em processos hidrológicos em bacias hidrográficas de pequena a grande escala e em diversos tipos de usos dos recursos hídricos, tais como a redução da vazão de nascentes e aumento da vazão nos rios. O aumento do escoamento superficial favorece a formação de processos erosivos, deslizamentos, perda de solo e enchentes.

A Procuradoria Geral da União questionou a constitucionalidade de artigos do Novo Código Florestal que remetem, entre outros temas, às perdas ambientais relativas à vegetação de margens de curso d’água e aos desmatamentos anteriores a 2008 anistiados (Agência Senado, 2015). Não há, no entanto, questionamento ou parecer sobre a nova definição de APP de topo de morro e a drástica redução de áreas protegidas decorrente desta. Mapeamentos apontam que a redução desta categoria de áreas protegidas chega a 87%, considerando todo o território nacional (Soares-Filho et al., 2014).

A Figura 2 apresenta o mapeamento de APP de topo de morro, de acordo com a resolução revogada (CONAMA 303/2002) para a bacia do rio Sapucaí.

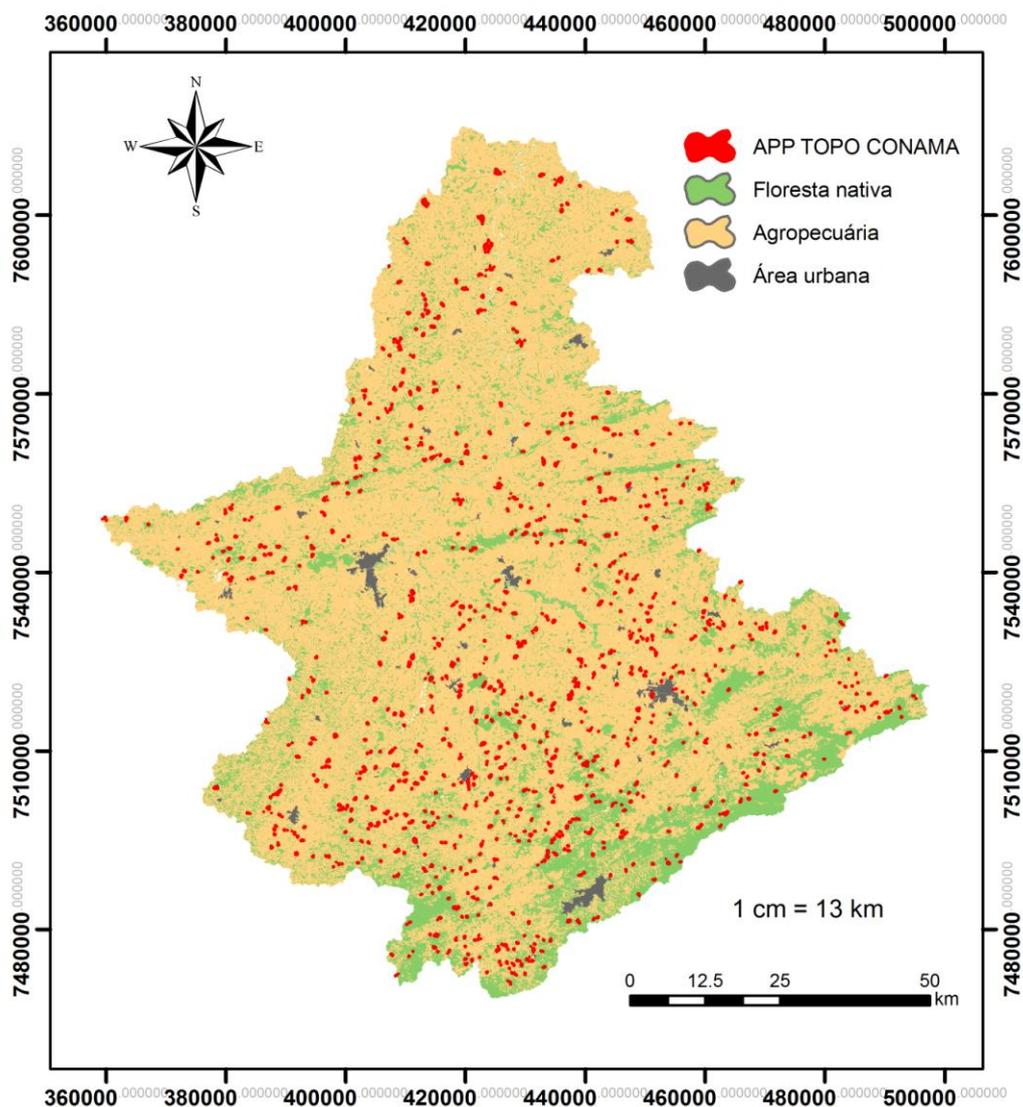


Figura 2 – Mapeamento de APP de topo de morro, de acordo com resolução revogada (CONAMA 303/2002) para a bacia do rio Sapucaí.

A Figura 3 apresenta o mapeamento de APP de topo de morro de acordo com o Código Florestal vigente (Lei 12.651/2012), com detalhe em dois dos quatro morros legalmente protegidos (devido à área reduzida dos polígonos, os mesmos não seriam bem representados na figura da bacia inteira).

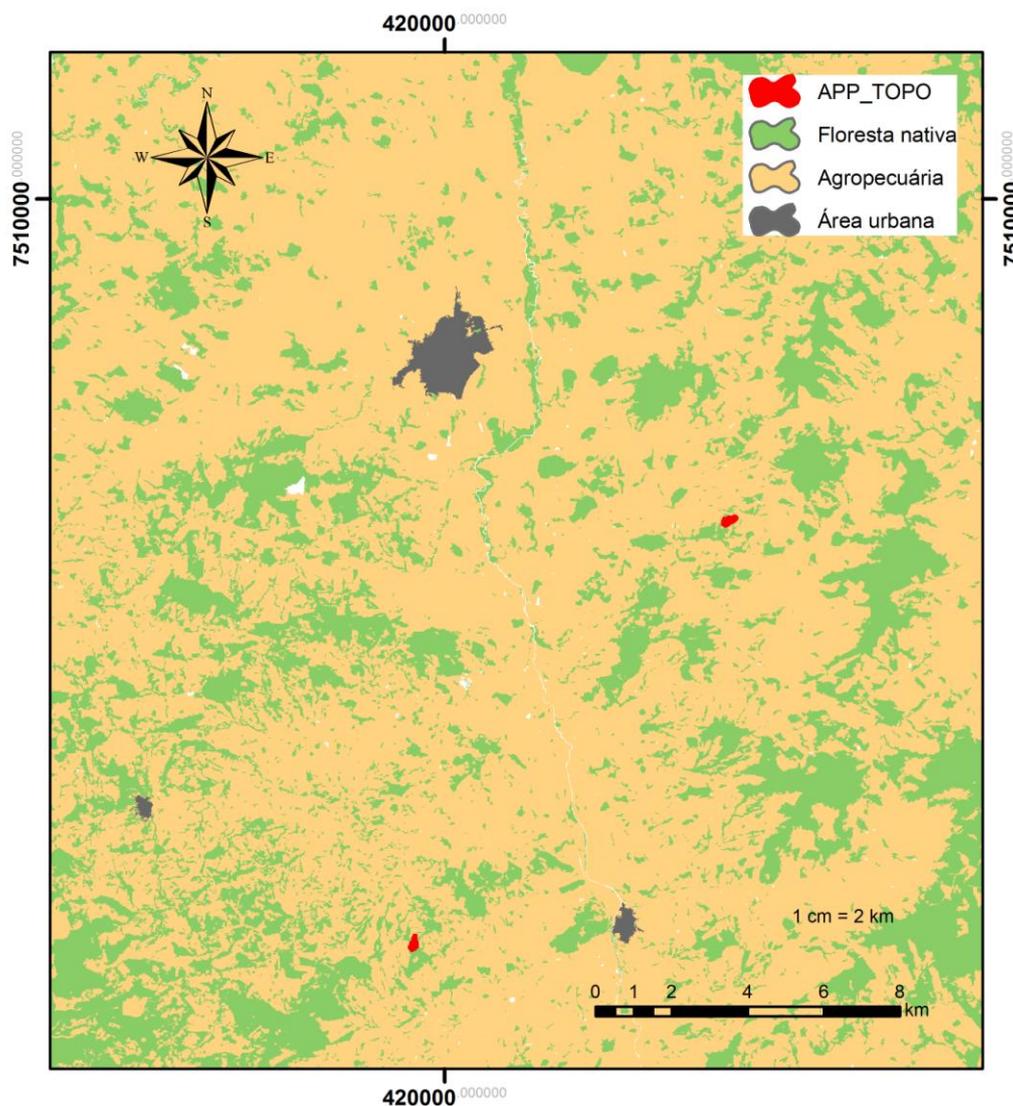


Figura 3 – Mapeamento de APP de topo de morro (detalhe de dois dos quatro morros) de acordo com o Código Florestal vigente (Lei 12.651/2012).

4. Conclusões

O mapeamento adequado das APP de topos de morro exige bom conhecimento do analista em SIG, ainda que utilize uma rotina automatizada. Atentar-se a fonte e resolução do MDE, assim como às adequações entre a lei revogada e a vigente é de suma importância para gerar informações com confiança, que poderão embasar qualquer análise comparativa.

Em um contexto mundial de mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, o artigo que apresenta as definições de APP de topo de morro no Código vigente carece de revisão, assim como outros artigos já considerados inconstitucionais por juristas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

Agência Senado. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2013/01/22/pgr-questiona-constitucionalidade-do-novo-codigo-florestal>>. Acesso em: dez. 2015.

Calder, I. R. Hydrologic effects of land-use change. In: Maidment, D. R. **Handbook of hydrology**. Ed. McGraw-Hill. 1993.

Cortizo, S. Proposta de nova redação para a Resolução CONAMA nº 303/02, no que se refere a topos de morro, montanha e linha de cumeada. In: **3º GT Definição dos conceitos de 'topo de morro' e de 'linha de cumeada' referidos na Resolução CONAMA nº 303/02**, Data: 20/08/08 Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/processos/FBF21C00/topo1.pdf>.

CURI, N. et al. Solos, geologia, relevo e mineração. In: SCOLFORO, J. R. S. et al. (Ed.). **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: zoneamento e cenário exploratórios**. Lavras: Editora UFLA, 2008. p. 73-88.

Drummond, G. M. et al. (org.). **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

Girardi, G. Terras privadas têm 30% menos floresta do que deveriam. Coluna Sustentabilidade. Estadão. Disponível em: <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/blogs/ambiente-se/analise-preliminar-aponta-deficit-de-30-de-reserva-legal-no-pais/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

Hott, M. C. et al. Método para determinação automática de Áreas De Preservação Permanente em topos de morro do Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento. Embrapa Monitoramentos por Satélite. Documentos, 34. 2004.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Portal Infohidro: mapoteca. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/mapas-e-bases-cartograficas>>. Acesso em: 9 dez. 2015.

Koumrouyan, A. Desenvolvimento de cenários de cobertura da terra em uma bacia de mesoescala na mata atlântica e análise de respostas hidrológicas simuladas pelo modelo DHSVM. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: 15 out. 2016.

Nowatzki, A. et al. Utilização do SIG na delimitação das áreas de preservação permanente (APP's) na Bacia do Rio Sagrado, Morretes, PR. **Sociedade & natureza (UFU Online)**, v. 22, p. 121-134, 2010.

Oliveira, G. C. Precisão de modelos digitais de terreno, mapeamento automático de APPs em topos de morros e a eficácia do novo código florestal. Dissertação (Mestrado em Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/645>>.

Oliveira, G. C.; Fernandes Filho, E. I. Automated mapping of permanent preservation areas on hilltops. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 111-120, mar. 2016 .

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: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, 2013. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR : INPE, 2013. p. 4443-4450, 2013.

Peixoto, A. L. et al. (org.). Conhecendo a biodiversidade. Brasília: MCTIC, CNPq, PPBio, 2016. 196 p. Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/conhecendo_a_biodiversidade_livro.pdf >. Acesso em: 10 out. 2016.

Soares-filho, B. S. et al. Cracking Brazil's Forest Code (Supplementary materials). **Science**, v.344, n.6182, p.363-4, 2014. Disponível em <<http://science.sciencemag.org/content/suppl/2014/04/23/344.6182.363.DC1>>.

Sos Mata Atlântica. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/14622/divulgados-novos-dados-sobre-a-situacao-da-mata-atlantica>>. Acesso em: 15 out. 2016.

Viana, V. M. e Pinheiro, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998