

Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica

Guilherme de Castro Oliveira¹
Elpídio Inácio Fernandes Filho²

^{1,2} Departamento de Solos - Universidade Federal de Viçosa - UFV
Av. Ph. Rolfs s/n - Viçosa - MG, Brasil
guilhermecastro186@gmail.com;elpidio@ufv.br

Abstract. Among the various protected areas in Brazil are the permanent preservation areas (APPs) on hilltops. The New Forest Code (Law n 12651/2012) established new parameters for defining these areas. In this sense, it makes necessary to develop a new procedure in geographic information systems (GIS) that allows the mapping of these. This paper aims to describe a methodology developed in ArcGIS 10 (ESRI, 2010) environment, which can be employed on any digital elevation model (DEM). The municipal district of Araponga (MG) was used as a case study. We present a map with processing results and a table showing all functions performed. The APPs were successfully delineated with the application of the model generated. The new parameters established by law caused a significant reduction in permanent preservation areas on hilltops and the calculation of the "average slope" needs to be regulated, as shown subjective.

Palavras-chave: protected areas, forest code, APP, topos de morros, lei 12.651/2012, SIG, modelagem

1. Introdução

O Novo Código Florestal brasileiro, Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), trouxe novos parâmetros para a definição das áreas de preservação permanente (APP) em topos de morros. Anteriormente, a Lei 4771/65 (BRASIL, 1965) considerava os topos de morros como APP e a resolução 303/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA dispunha de parâmetros, definições e limites. Após a publicação da nova Lei, não somente tais parâmetros foram alterados como também a forma de calcular sua delimitação, uma vez que a linha imaginária que define a base do morro (*i.e.*, base legal, que se difere da base hidrológica) agora é dada pela cota do ponto de cota mais próximo à elevação. Embora houvesse interpretações divergentes da resolução 303/02, o ponto de cota já era considerado por alguns como a base do morro (CORTIZO, 2007). No entanto, este entendimento não era pacífico e causou insegurança jurídica com relação a estas áreas.

Os parâmetros dispostos na Lei nº 12.651/2012 para a delimitação das APPs em topos de morros são a altura da elevação (topo) em relação à base (definida pelo ponto de cota) e a declividade média do morro. A altura deve ser superior a 100m e a declividade média deve ser superior a 25°. Importante ressaltar que na legislação revogada, bastava que a o morro apresentasse declividade superior a 17° na linha de maior declividade e altura mínima de 50 metros para que seu topo fosse considerado como APP.

A demarcação destas áreas em campo constitui um procedimento que demanda conhecimento técnico e instrumentos específicos (GPS, altímetro, clinômetro, mapas topográficos etc.), além de grande esforço por se tratar muitas vezes de áreas de difícil acesso. Se por um lado é impraticável que isto seja feito pelos próprios produtores rurais (em sua grande maioria), por outro, é logisticamente inviável que os técnicos ambientais percorram todas as propriedades para fazê-lo.

Como alternativa, a delimitação em sistemas de informação geográfica (SIG) apresenta maior celeridade e padronização nas medições, permitindo gerar um banco de dados georreferenciado e confiável com menores custos. Desta forma, este trabalho se propõe a apresentar uma metodologia desenvolvida em ambiente ArcGIS 10 (ESRI, 2010), a qual, através de operações matemáticas baseadas em um Modelo Digital de Elevação (MDE),

permite gerar uma carta contendo todas as APPs em topos de morros detectadas em escala regional.

2. Metodologia

A delimitação das APPs em topos de morros foi realizada através de uma série de processos que localizam estas áreas com base em funções matemáticas no SIG ArcGIS 10. A base de dados utilizada foi o MDE ASTER 2ª versão com resolução espacial de 1 arc seg. (aprox. 30m), disponibilizado gratuitamente. Todavia, trata-se de um modelo genérico e poderá ser aplicado sobre qualquer matriz que contenha dados altimétricos.

A região utilizada como estudo de caso neste trabalho é o município de Araponga, localizado na Zona da Mata mineira.

Ao final, apresentar-se-á o modelo construído para agrupar os processos e a ferramenta criada (FIGURA 2). Para melhor entendimento, na Tabela 1 são apresentadas todas as funções executadas no ArcGIS, sendo os números mencionados no texto correspondentes a cada uma delas.

2.1 Pré-tratamento

Utilizou-se o MDE com um buffer de 5 km a partir do limite do município, para evitar efeitos de borda. O MDE é primeiramente submetido ao comando FOCAL STATISTICS (1), que neste caso se trata de um filtro de médias com 3x3 células de dimensão. Este procedimento foi necessário, uma vez observadas anomalias nas curvas de nível geradas do MDE original, que são provenientes de erros sistemáticos durante o processo de obtenção do MDEo sensoriamento remoto e podem causar distorções na superfície modelada. Em seguida, este MDE “filtrado” é conduzido ao comando FILL (2) que remove as depressões espúrias, gerando o *raster* “mde_fill”. Esta base de dados somente será utilizada para determinação da posição geográfica das áreas relativas às bases dos morros. Toda informação altimétrica retornada futuramente é obtida do MDE original.

2.2 Delimitando a base hidrológica dos morros, pontos de cela e topos.

Antes de definir a base legal dos morros, é preciso determinar sua base hidrológica. Para tanto, é necessário que se inverta o MDE original. Isto é, os pontos de topos se tornam fundos de vale e vice-versa. Matematicamente, esta operação é simples, bastando a subtração (MINUS [3]) de um valor “n” pelo MDE, desde que “n” seja maior do que todas células presentes no MDE. Em outras palavras, define-se um valor de altitude que não há no local (e.g, 5.000m para o Estado de MG) e subtrai-se o MDE deste valor, resultando um MDE que representa a paisagem invertida com todos os valores positivos nas células. Em seguida, é gerado o *raster* de direção de escoamento (FLOW DIRECTION [4]) deste MDE invertido e, subsequencialmente, o comando BASIN (5), que delimita as bacias de drenagem relativas a este escoamento invertido.

Em uma análise normal a direção de escoamento indicaria onde se formam os canais de drenagem e a bacia de drenagem delimitaria as linhas de cumeada. Todavia, em um MDE invertido a direção de fluxo indica os topos de morro do MDE original, enquanto as bacias de drenagem coincidem com as bases hidrológicas dos morros, as quais passam justamente nos pontos de cela em sua altitude máxima.

Para delimitar o ponto de cela, o *raster* gerado pelo comando BASIN (5) é então convertido para o arquivo “basin_polyg” em formato vetorial através do comando RASTER TO POLYGON (6) e posteriormente em linhas pelo comando FEATURE TO LINE (7). Como observado, as linhas que definem os limites das bacias de contribuição do MDE invertido passam sobre os pontos de cela, sendo estes os pontos máximos destas linhas. Assim, com a função ZONAL STATISTICS (8), criou-se um *raster* com os valores máximos

destas linhas e, através da função RASTER CALCULATOR (9), buscaram-se as células do MDE original, as quais contivessem o mesmo valor, resultando em uma matriz que foi reclassificada (RECLASSIFY [10]) para o valor “1” e convertida em pontos vetoriais (RASTER TO POINT [11]). Finalmente, com a função ADD SURFACE INFORMATION (12), adiciona-se aos pontos suas respectivas altitudes, tomadas do MDE original. Obtêm-se inúmeros pontos de cela para cada morro, com suas respectivas altitudes indexados. No entanto, para atender o disposto em lei, devemos considerar apenas o ponto de cela mais próximo da elevação, isto será discutido adiante.

Quanto ao ponto que representa o topo, sua obtenção começa com o arquivo “basin_polyg” (que representa a base hidrológica dos morros), o qual é utilizado na função ZONAL STATISTICS [13] como zona para retornar valores máximos do MDE original. De maneira análoga ao que foi feito para os pontos de cela, calcula-se onde esses valores máximos são iguais ao MDE original com a função RASTER CALCULATOR (14), resultando num *raster* que é reclassificado (RECLASSIFY [15]), convertido para o formato vetorial (RASTER TO POINT [16]) e abastecido com a informação da altitude do ponto obtida do MDE original (ADD SURFACE INFORMATION [17]). O arquivo final é um *shapefile* de pontos relativos aos topos de morros contendo sua altitude em um campo da janela de atributos.

2.3 Delimitando a base legal dos morros

Atendendo o disposto na Lei nº 12.651/2012, a base dos morros é definida pela cota do ponto de cela mais próximo da elevação. Assim, para os arquivos de pontos de cela e topo, utilizou-se o comando GENERATE NEAR TABLE (18), que retorna uma tabela relacionando todos os pontos de topos e seus respectivos pontos de cela mais próximos. Com a função JOIN FIELD (19 e 20), adicionou-se a esta tabela as coordenadas geográficas dos pontos de cela e topos. Tendo sido obtidos o ponto de topo, o ponto de cela mais próximo e suas respectivas altitudes, basta subtrair as mesmas para ter a diferença de nível entre o topo e a base, que segundo a Lei deve ser superior a 100m. Estes comandos foram executados pelas funções ADD FIELD (21) e CALCULATE FIELD (22). A seleção dos topos com altura maior que 100m neste ponto é apenas para reduzir o volume de dados e acelerar o processamento, visto que mais adiante esta triagem é feita novamente.

Com a função SPATIAL JOIN (23) resgatamos o *shapefile* das bases hidrológicas dos morros (“basin_polyg”) e adicionamos à sua tabela de atributos a informação dos pontos de topo e pontos de cela presentes no *shapefile* “ponto_topo”. Depois, convertamos este arquivo para o formato *raster* (POLYGON TO RASTER [24]), determinando que o campo contendo a altitude do ponto de cela seja o valor das células. Posteriormente, subtrai-se a altitude do ponto de cela do MDE (i.e, $MDE - h_{\text{Pontocela}}$) com a função RASTER CALCULATOR [25] e seleciona-se as células, em que esta diferença é igual ou superior a zero. Estas células são então reclassificadas para o valor um (RECLASSIFY [26]) e convertidas para o formato vetorial de polígonos (RASTER TO POLYGON [27]). Este arquivo, denominado “base_morro_polyg” representa a base legal dos morros.

2.4 Calculando a declividade

O MDE foi submetido ao comando FILL, que remove inconsistências hidrológicas do modelo. Foi calculada diferença máxima de altitude entre cada célula (pixel) central e suas oito células adjacentes, no comando FOCAL STATISTICS. Cada uma das oito direções foi individualmente apresentada como um *raster* contendo a diferença de altitude de cada célula da área de análise em relação às células vizinhas. Então este valor foi dividido pela distância entre as células (30m na direção ortogonal e 42,43m na direção diagonal), através da função RASTER CALCULATOR. Posteriormente, foi determinado o valor máximo de declividade

previamente calculado para cada célula em todas as direções com a função CELL STATISTICS, que, por sua vez, foi multiplicado por $180/\pi$ para retornar o valor em graus (RASTER CALCULATOR) contido no *raster* “dec_graus”.

2.5 Selecionando topos de morros que atendam o disposto em Lei

O último passo deste processo consiste em determinar se as áreas legalmente definidas como bases de morros, previamente delimitadas, contém de fato APPs. Para isto, é preciso que sejam atendidos dois requisitos: a diferença de nível entre topo e base deve ser superior a 100m e a declividade média deve ser superior a 25 graus. Caso haja o atendimento, então o terço superior destas áreas é definida como propriamente a APP.

Para determinar se a altura do topo em relação à base é superior a 100m, primeiramente calcula-se o valor de altitude máxima de cada polígono que representa a base legal do morro (“base_morro_polyg”) através da função ZONAL STATISTICS (28) (estatística *maximum* sobre o MDE original) e depois recorremos à função RASTER CALCULATOR (29), a qual selecionou as células em que a diferença entre o valor máximo calculado e a altitude do ponto de ceta é igual ou maior que 100m.

Para atender o que é legalmente exigido no que tange à declividade, foi utilizado o *raster* de declividade previamente gerado. Com a função ZONAL STATISTICS (30), selecionou-se “base_morro_polyg” como zona e calculou-se a média da declividade naqueles locais. Posteriormente, este *raster* gerado foi reclassificado (RECLASSIFY [31]), de modo que as células com valores superiores a 24,99 foram classificadas com valor um e todas as demais como “NoData”.

De posse de um *raster* contendo morros com altura superior a 100m e outro com aqueles onde a declividade média é superior a 25 graus, ambos com valores únicos (1), o passo seguinte foi multiplicá-los entre si (TIMES [32]). O resultado é um novo *raster* (nomeado “times_morro”) contendo somente os morros onde as duas exigências são satisfeitas. Feito isto, é preciso definir ainda o terço superior destas áreas.

A determinação do terço superior é realizada calculando-se a diferença entre a altitude de cada célula no MDE e a altitude da base do morro (definida pelo ponto de ceta) com a função RASTER CALCULATOR [33], gerando o *raster* “mde_min”. Paralelamente, calculou-se a estatística zonal *range* da base legal do morro (ZONAL STATISTICS [34]) no MDE original para obter a abrangência da altitude nestes locais, gerando o *raster* “range_morro”. Então, através da função RASTER CALCULATOR [35] executa-se o cálculo “mde_min / range_morro >= 0.667”, resultando um *raster* (“terço_superior”) onde o valor 1 representa o terço superior de todas as bases legais dos morros.

Finalmente, multiplica-se (TIMES [36]) o *raster* “times_morro” pelo *raster* “terço_superior” resultando em outro que representa as APPs de topo na região analisada. Este *raster* então é convertido para o formato vetorial (RASTER TO POLYGON [37]).

3. Resultados e discussão

O conjunto de operações realizadas no SIG foi capaz de delimitar com exatidão as APPs em topos de morros na região analisada. Conforme ilustrado na FIGURA 1, a qual representa uma região escolhida arbitrariamente na área de análise, as funções matemáticas executadas delimitaram corretamente as bases hidrológicas e legais dos morros, bem como os pontos que representam seus topos e pontos de ceta.

Pode-se observar, ainda na Figura 1, que a área relativa ao terço superior, que define a APP no topo de morro, está restrita ao centro das elevações e não apresenta conectividade com as elevações adjacentes. Desta forma as APPs em topos de morros na Lei nº 12.651/2012 não constituem instrumento para conservação da biodiversidade enquanto corredores ecológicos ou núcleos florestais.

O filtro utilizado nesta metodologia (bem como sua dimensão) se faz necessário enquanto são presentes os erros sistemáticos provenientes do sensoriamento remoto que podem gerar inconsistências hidrológicas. Por se tratar de um processo genérico, isto é, que pode ser aplicado em qualquer base de dados altimétricos representado por um MDE, a aplicação do filtro é opcional na medida em que esses erros são mais ou menos importantes.

Embora o SIG utilizado possua uma função para cálculo da declividade (SLOPE), em testes preliminares observou-se que o algoritmo utilizado pelo software causa uma forte suavização no terreno e, portanto, a necessidade de se fazer este cálculo conforme descrito neste trabalho. Importante frisar que o uso da referida ferramenta do software para delimitação de APPs em encostas (declividade superior a 45°), entre outras aplicações, deve ser cautelosa em função deste efeito de suavização do terreno. Como mostram Cavalli e Valeriano (2000), a resolução do MDE também influencia na suavização do terreno.

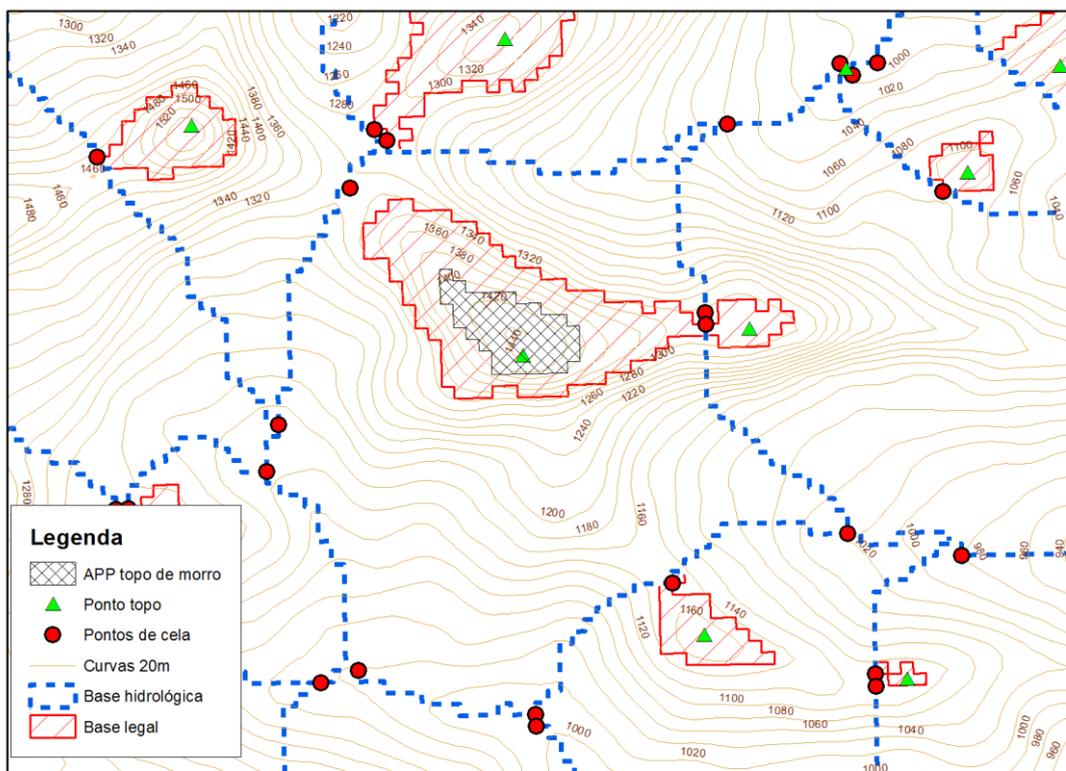


Figura 1 – Resultados obtidos no SIG para delimitação das APPs em topos de morro na área analisada. Os pontos máximos das linhas que definem a base hidrológica passam justamente nos pontos de sela.

Em função da alteração nos parâmetros que definem estas APPs, dificilmente serão encontradas elevações que contenham altitude superior a 100m em relação à base (considerando o ponto de sela mais próximo) e ao mesmo tempo declividade média superior a 25°. Em diversos municípios analisados na região dos mares de morros da Zona da Mata mineira, utilizando a metodologia aqui apresentada, nenhuma APP em topo de morro foi detectada, por exemplo. Assim, os topos de morros ficam agora restritos às áreas montanhosas, a exemplo desta utilizada como estudo de caso.

O cálculo da declividade média foi tido como único parâmetro passível de desacordo quanto ao entendimento. Isto porque existem diferentes formas de calcular a declividade em uma elevação (e.g, desde o topo até a base, em segmentos ao longo da encosta, etc.) e a média pode ser obtida com duas ou mais mensurações. Assim, a metodologia utilizada bem como o número de amostras poderá levar a diferentes resultados, todos eles tecnicamente corretos.

Ante esta situação, torna-se necessária a regulamentação deste artigo 4º, IX, Novo Código Florestal, de modo a evitar interpretações diversas do mesmo. No presente trabalho, a declividade média foi obtida calculando-se o valor médio da declividade em todas as células presentes nos morros.

Ainda, é preciso estabelecer padrões quanto à base de dados altimétricos utilizada. Dado que todas possuem erros, dependendo da magnitude do mesmo uma área pode ou não ser considerada como APP por questão de centímetros. Considerando que a maioria dos dados topográficos disponíveis apresenta erro superior a este (e até mesmo os GPS de navegação), a solução mais correta tecnicamente seria realizar um levantamento utilizando GPS geodésico ou estação total. No entanto, o alto custo destes levantamentos pode levar ao aceite de uma menor precisão.

Para possibilitar o uso sistemático desta metodologia de maneira facilitada, foi elaborado um modelo (FIGURA 2) que pode ser executado como uma ferramenta do ArcToolbox (FIGURA3), a qual exige quatro parâmetros: “Workspace”, “MDE”, “Valor altitude” e “Raster declividade”. O workspace é uma geodatabase a ser criada pelo usuário na qual todas saídas do modelo serão alocadas. O segundo parâmetro é o MDE da área analisada, sugere-se utilizar um buffer igual ou superior a 5 km para evitar anomalias presentes nas bordas. O valor de altitude é um valor “n” qualquer, desde que “n” seja maior do que o valor máximo de altitude presente no MDE analisado. Desta forma usou-se como padrão o valor “8000”, permitindo que a rotina seja aplicada sobre qualquer superfície da terra. Finalmente, o parâmetro “Raster declividade” é aquele calculado no item 2.4. As funções aqui apresentadas foram sintetizadas na Tabela 1.

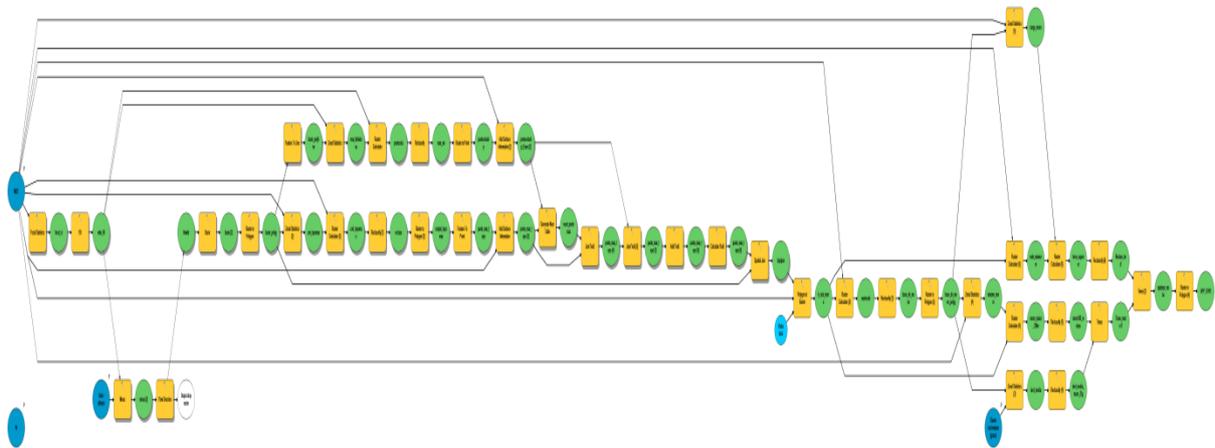


Figura 2 – Modelo construído para execução das funções abordadas na metodologia.

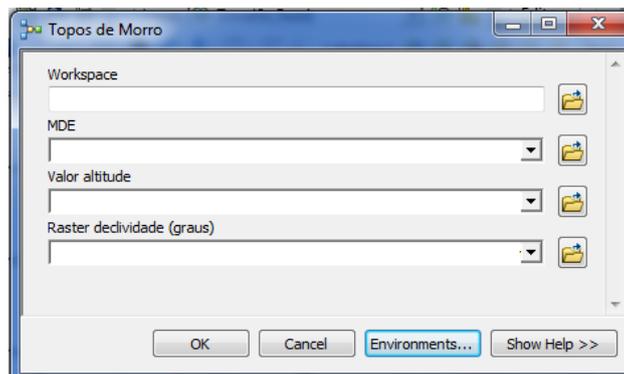


Figura 3 – Modelo executado na forma de ferramenta no ArcToolbox

Tabela 1 – Quadro-resumo das funções executadas no SIG para a delimitação das APPs.

Inputs	mde	mde_focal	mde_fill	mde_minus	flow_dir	basin	basin_polyg
Função	FOCAL STATISTICS	FILL	MINUS	FLOW DIRECTION	BASIN	RASTER TO POLYGON	FEATURE TO LINE
Código	1	2	3	4	5	6	7
Parâmetros	média; retangular; 3x3 células	-	"n" - mde_fill	-	-	-	-
Output	mde_focal	mde_fill	mde_minus	flow_dir	basin	basin_polyg	basin_linha
Inputs	basin_linha;	linha_max;mde	pts_de_cela	pts_reclass	pontos_de_cela;mde	basin_polyg; mde	morro_max;mde
Função	ZONAL STATISTICS	RASTER CALCULATOR	RECLASSIFY	RASTER TO POINT	ADD SURFACE INFORMATION	ZONAL STATISTICS	RASTER CALCULATOR
Código	8	9	10	11	12	13	14
Parâmetros	máximo	linha_max = mde	0 = NoData; outros valores = 1	-	-	máximo	morro_max = mde
Output	linha_max	pts_de_cela	pts_reclass	pontos_de_cela	pontos_de_cela*	morro_max	topo
Inputs	topo	topo_reclas	ponto_topo; mde	ponto_topo*; pontos_de_cela*	ponto_topo*; near_table	ponto_topo**; pontos_de_cela*	ponto_topo***
Função	RECLASSIFY	RASTER TO POINT	ADD SURFACE INFORMATION	GENERATE NEAR TABLE	JOIN FIELD	JOIN FIELD	ADD FIELD
Código	15	16	17	18	19	20	21
Parâmetros	0 = NoData; outros valores = 1	-	-	-	-	-	field: difz
Output	topo_reclas	ponto_topo	ponto_topo*	near_table	ponto_topo**	ponto_topo***	ponto_topo****
Inputs	ponto_topo****	ponto_topo****; basin_polyg	basin_sjoin	h_cela_morro; mde	rast_calc	base_morro	base_morro_polyg; mde
Função	CALCULATE FIELD	SPATIAL JOIN	POLYGON TO RASTER	RASTER CALCULATOR	RECLASSIFY	RASTER TO POLYGON	ZONAL STATISTICS
Código	22	23	24	25	26	27	28
Parâmetros	difz = Hponto_topo - Hpontocela	-	valor = Hpontocela	"mde - h_cela_morro"	1, se "n">= 0; NoData para outros valores	-	máximo
Output	ponto_topo****	basin_sjoin	h_cela_morro	rast_calc	base_morro	base_morro_polyg	maximo_morro
Inputs	maximo_morro; h_cela_morro	base_morro_polyg	dec_media	morro_maior_100; dec_media_maior_25g	h_cela_morro; mde	base_morro_polyg; mde	range_morro; mde_min
Função	RASTER CALCULATOR	ZONAL STATISTICS	RECLASSIFY	TIMES	RASTER CALCULATOR	ZONAL STATISTICS	RASTER CALCULATOR
Código	29	30	31	32	33	34	35
Parâmetros	maximo_morro - h_cela_morro > 100	média	1, se x>=24,99; NoData para outros valores	-	mde - h_cela_morro	range	"mde_min / range_morro >= 0.667"
Output	morro_maior_100m	dec_media	dec_media_maior_25g	times_morro	mde_min	range_morro	terco_superior
Inputs	times_morro; terco_superior	app_raster					
Função	TIMES	RASTER TO POLYGON					
Código	36	37					
Parâmetros	-	-					
Output	app_raster	app_tpos					

A Figura 4 apresenta o resultado final do modelo, uma carta com as APPs de topos de morros na área utilizada para análise:

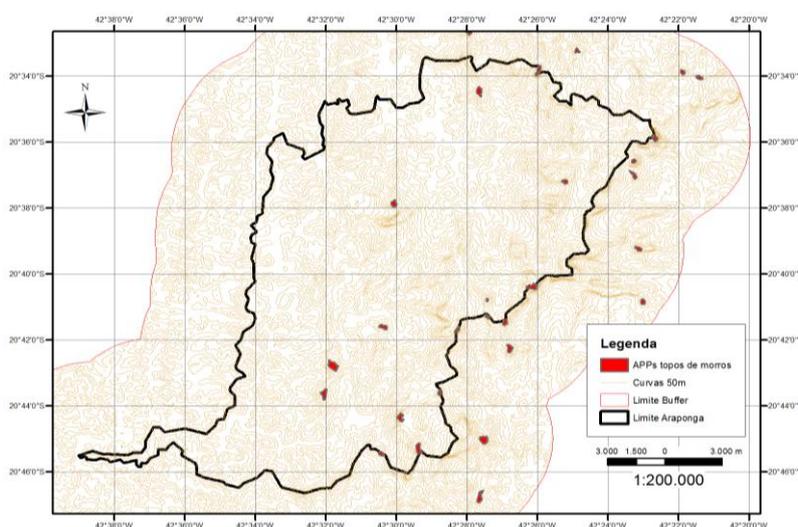


Figura 4 – Carta de APPs em topo de morros no município de Araponga – MG obtida através da metodologia proposta.

No total foram mapeadas dezessete APPs em topos de morro no município totalizando 90,12 ha, o que representa 0,29% da área total do município (30.397,47 ha). Apenas oito das dezessete APPs mapeadas se encontram no interior do município, sendo que as demais estão localizadas nos limites do mesmo.

4. Conclusões

- A modelagem em SIG foi adequada para a delimitação nas APPs em topos de morro, segundo a Lei nº 12.651/2012 (novo Código Florestal);
- A base de dados utilizada poderá influenciar nos resultados, havendo, portanto, a necessidade de regulamentação técnica para estabelecimento de padrões;
- O parâmetro declividade média pode ser calculado de diferentes formas, levando a resultados divergentes, o que possivelmente causará insegurança jurídica em assuntos relacionados a essa matéria;
- As alterações feitas nos parâmetros que definem os topos de morro causaram grande redução nestas APPs, visto que as exigências em altura e declividade média dificilmente serão atendidas. No entanto, a magnitude desta redução não foi aqui objeto de estudo;

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento deste projeto e ao advogado Lucas Azevedo de Carvalho pelo auxílio nas questões jurídicas.

Referências

Brasil. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o Novo Código Florestal (com alterações introduzidas pela Lei 7.803, de 18 de julho de 1989 que altera a redação da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978 e 7.511, de 7 de julho de 1986)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF (1965). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm. Acesso em: outubro de 2012.

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**. Diário Oficial da União, Brasília, DF (2012). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: outubro de 2012.

Cavalli, A. C.; Valeriano, M. M. Suavização da declividade em função da resolução da imagem em sistema de informação geográfica. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 4, n. 2, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-4366200000200028&lng=en&nrm=iso. Acesso em outubro de 2012..

Cortizo, S. Artigo: **Topo de Morro na Resolução CONAMA nº 303**. 05 de Agosto de 2007. Disponível em: www.isfx.com.br/artigos/topo.pdf.

ESRI - Environmental Systems Research Institute. Software ArcGis Desktop, License Type ArcInfo, version 10. 2011.