

## Mapeamento de áreas de preservação permanente de topo de morro na bacia hidrográfica do Alto Camaquã, RS, nos termos da resolução CONAMA de 2002 (revogado) e do Novo Código Florestal de 2012.

Henrique Noguez da Cunha <sup>1</sup>  
Mauro Ricardo Roxo Nóbrega <sup>1</sup>  
Diana Fiori <sup>1</sup>  
José Maria Filippini Alba <sup>2</sup>  
Adalberto Koiti Miura <sup>2</sup>  
Dejanira Luderitz Saldanha <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS  
Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia  
Av. Bento Gonçalves, 9500 - 91509-900 – Porto Alegre - RS, Brasil  
{henriquencunha; nobrega.mauro}@gmail.com; dirfiori@hotmail.com;  
dejanira.saldanha@ufrgs.br

<sup>2</sup> Embrapa Clima Temperado - CPACT  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - Pelotas - RS, Brasil  
{jose.filippini; adalberto.miura}@embrapa.br

**Abstract.** The New Brazilian Forest Code, Law nº 12,651 / 2012, set up the adoption of new parameters in the definition of permanent preservation areas (PPA). Hilltops, mountains and mountain ranges have suffered severe losses of environmental protection. The New Code has generated difficulties for mapping the PPAs, because the demarcation of the PPAs in field is a complex procedure since the New Code perspective. Technical knowledge, use of specific instruments and access are extra difficulties. This study aims a comparison among the old PPAs (CONAMA Resolution No. 303/02) and the new one (Law nº 12,651 / 2012). As case study was used the Upper Watershed Camaquã region, Rio Grande do Sul State, Brazil. The present study was divided into two stages: the mapping of APPs top of the hill, in the BH Camaquã Alto, according to the terms of Resolution CONAMA and the delimitation of these APPs according to the Brazilian Forest Code 2012. The altimetric information plans (IPs) of the TOPODATA database as well as PIs vector hydrography lines were used. The DEM was reversed as strategy of work. Using the old Forest Code 244,7 square kilometers of PPA were quantified, while according to the New Forest Code 0,27 square kilometers were identified. This decrease in area is due to new parameters adopted for the delimitation of APPs, especially regarding the slope and amplitude of the altimetry.

**Palavras-chave:** New Brazilian Forest Code, Permanent Preservation Area on top of hills, TOPODATA.

### 1. Introdução

Em 1965 foi instituído o Código Florestal brasileiro, nos termos da Lei Federal n.º 4771/65 (BRASIL, 1965) cuja redação sofreu modificações no decorrer do tempo, como a obrigatoriedade da averbação da reserva legal pela Lei nº 7.803/1989, posteriormente alterada pela MP 2166-67 de 2001. A Resolução CONAMA n.º 303/02 (BRASIL, 2002), com potencial de limitar e criar critérios mínimos designados à preservação dos ecossistemas e suas funções ambientais foi fundamental para a legislação ambiental brasileira. O Novo Código Florestal brasileiro, Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), configurou a adoção de novos parâmetros na definição das áreas de preservação permanente (APP).

A partir da implementação do Novo Código Florestal brasileiro (BRASIL, 2012) as áreas de APPs de topos de morros, montanhas e serras, em função do cumprimento de suas funções ambientais, sofreram graves perdas da proteção ambiental, não fornecendo a proteção necessária para as mesmas. Foram adotados pontos de sela como base de morros em relevos ondulados além de maior declividade e altura. A resolução atual tem gerado dificuldades para o mapeamento das APPs, pois a demarcação destas áreas em campo constitui um procedimento que demanda grande esforço, conhecimento técnico, uso de instrumentos específicos, além de

difícil acesso, dificultando seu monitoramento em um país de grandes dimensões como o Brasil (Hott et al., 2005).

Os avanços tecnológicos no campo das ciências da computação e do sensoriamento remoto têm contribuído para os estudos relacionados com o meio físico, possibilitando o acesso a um maior número de informações (imagens orbitais, dados vetoriais) e facilitando sua manipulação e análise, o que torna possível trabalhar com áreas de grande abrangência territorial, em diferentes escalas de detalhamento, com maior rapidez e precisão. Os processamentos digitais e imagens geradas por sensores presentes em satélites contribuem para avaliações espaciais, como a identificação das APPs.

O objetivo deste trabalho foi mapear e comparar as APPs impostas pela Resolução CONAMA n.º 303/02 (revogado) e pelo Novo Código Florestal brasileiro, Lei n.º 12.651/2012, considerando como estudo de caso a Bacia Hidrográfica do Alto Camaquã-RS.

## 2. Metodologia de Trabalho

O Alto Camaquã se refere a área de drenagem imposta pelos divisores de águas mais à montante na Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã. A BH do Alto Camaquã abrange integralmente ou parcialmente os municípios de Bagé, Caçapava do Sul, Dom Pedrito, Lavras do Sul, Pinheiro Machado e Santana da Boa Vista somando um total de 5126 km<sup>2</sup>.

Situa na região fisiográfica da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, sobre domínio do bioma Pampa com vegetação heterogênea, classificada como zona de transição ecológica com presença de campos naturais e florestas (Hasenack et al., 2007; IBGE, 2004).

As florestas são classificadas com estacionais semidecíduais predominantemente presentes nas encostas e ripícola aos rios (Teixeira et al., 1986).

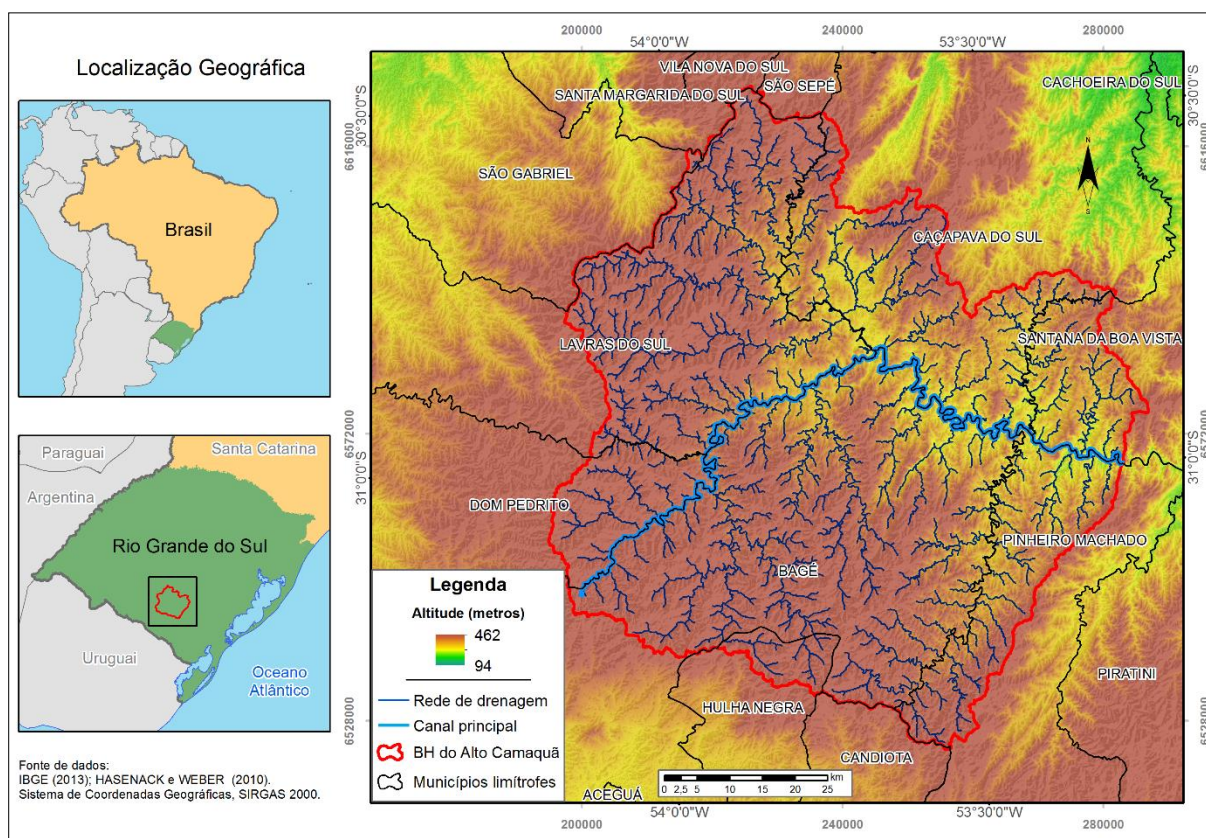


Figura 1. Localização geográfica da BH do Alto Camaquã, Rio Grande do Sul.

Para este trabalho foram utilizados os planos de informações (PIs) altimétricas do banco de dados TOPODATA (órbitas/pontos: 30S54\_ZN, 31S54\_ZN, 30S555ZN, 31S555ZN) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (VALERIANO, 2008) (VALERIANO e ROSSETTI, 2011), assim como os PIs vetoriais hidrografia linhas disponíveis em versão digital em Hasenack e Weber (2010) baseados nas cartas topográficas do exército com escala de 1:50.000. Os processos metodológicos foram aplicados em ambiente SIG ArcGIS 10.2.2 (ESRI, 2013). Para este trabalho utilizou-se de um método automatizado para mapear as APPs consideradas anteriores e posteriores a implementação do Novo Código Florestal (BRASIL, 2012) (Figura2).

Inicialmente, por meio da ferramentas Fill (1) da extensão Spatial Analyst foram eliminados os possíveis sinks dos dados altimétricos TOPODATA, que consiste no preenchimento de pequenas depressões que possam ser originadas, indevidamente, no processo de montagem do modelo digital de elevação MDE.

O processo de delimitação das APPs em topos de morros foi realizado no MDE invertido, gerado a partir da “*Raster calculator*” (2), onde o MDE original com as depressões preenchidas foi subtraído de um valor maior.

No MDE original, em “Flow Direction” (3), foram definidas as direções de fluxo de água, revelando a direção de maior declividade de um pixel em relação a seus oito pixels limítrofes e na função “Basin” (4) são delimitadas as bacias de drenagem. Quando utilizado o MDE invertido, o fluxo inverso e a ferramenta “basin” ocasionou a delimitação dos morros evidenciados pelas bases hidrológicas (Figura 2). O arquivo gerado em formato Raster foi convertido para formato vetorial polígono (5).

Utilizou-se da ferramenta Zonal statistics (6) para extrair do MDE original o valor mais alto de cada base hidrológica, o resultado, em formato raster foi submetido a Raster calculator (7) onde buscou-se o pixel de igual valor ao MDE original. Estes pixel, convertidos para vetores, foram denominados topo de morro.

A obtenção dos pontos de sela foram realizadas por meio da conversão do arquivo poligonal de base hidrológica para linhas (8). O processo foi análogo ao de extração do topo de morro, porém este resulta na maior altitude da linha da base hidrológica do morro, ou seja, a linha com valor da base hidrológica mais próximo altimetricamente ao cume do morro (9). Com a “*Raster calculator*” (10) chegou-se ao ponto de sela.

Neste trabalho, para a legislação revogada, foram adotados os pontos de sela mais próximo à elevação, como previsto no Novo Código Florestal. Contudo, devido ao código revogado não contar com uma clareza em relação aos pontos de sela, trabalhos como Oliveira e Filho (2013) e Cavalli (2012) tem adotado procedimentos distintos.

Posterior a aplicação da ferramenta “*Raster Calculator*” os arquivos ponto de sela e topo de morro foram convertidos para arquivo vetorial (11). Os mesmos foram submetidos a “*add surface information*” (12) função que retornou para cada ponto o valor altimétrico referente presente no TOPODATA. Em “*spatial join*” (13) foram unidas na base hidrológica polígono, as informações altimétricas do cume e sela dos morros, para posterior cálculo da amplitude de cada morro, pela “*field calculator*” (14). Calculou-se também um terço da amplitude.

Para o código revogado, como disposto na legislação, foram mantidos os morros que apresentaram amplitude altimétrica entre o topo e a sela maiores ou iguais a 50 metros. Já para o Novo Código manteve-se apenas os morros maiores ou igual a 100 metros, novo parâmetro definido.

O PI base hidrológica, com valores de um terço da amplitude e o cume, foi convertido para arquivo raster (15), gerando dois produtos para todos os morros: altitude máxima e um terço da altitude para cada morro. Em “*Raster calculator*” (16) foi subtraído do arquivo de altitude máxima o terço de cada referido morro, resultando no PI de dois terços de morro, o qual foi submetido a função “*zonal statistics*” (17) para retornar apenas o valor limitante do segundo terço de cada morro. Finalmente, foram condicionados pela ferramenta “*Raster Calculator*” (18)

apenas os valores presentes no PI TOPODATA maiores que os dois terço de morro, derivando, assim, no terço superior de cada morro.

Segundo a antiga legislação, era também um dos atributos de considerar APPs, as áreas com declividade máxima de 17°, já no Novo Código Florestal são consideradas as áreas com 25° de declividade média. Para isso, com a extensão “*slope*” (19) foi gerado, utilizando as informações presentes no modelo altimétrico TOPODATA, o mapeamento clinográfico na área de estudo. Na função “*zonal statistics*” (20) obteve-se a declividade máxima e média por morro e em “*Reclass*” (21) reclassificação em 25° de média e 17° de máxima.

Assim, foram consideradas como APPs aqueles terços superiores de morros que, além dos parâmetros altimétricos ainda atendiam as características clinográficas de cada pretendido Código Florestal.

As APPs de topo de morro do antigo Código Florestal, ao contrário do Novo Código, consideravam a menor cota e maior proteção para morros com distância menor do que 500 metros entre os topos. Com isso, no mapeamento seguindo as definições do código revogado, foi necessário identificar os topos de morro com distância menor do que 500 metros. O procedimento se deu pela criação de zonas de proximidades na ferramenta “*Buffer*” (22) e união dos, assim limítrofes, topos por meio de “*Spatial join*” e seleção das altitudes de sela menores, para adoção das APPs vizinhas. Enfim os PIs gerados foram convertidos para vetor, os quais foram quantificados.

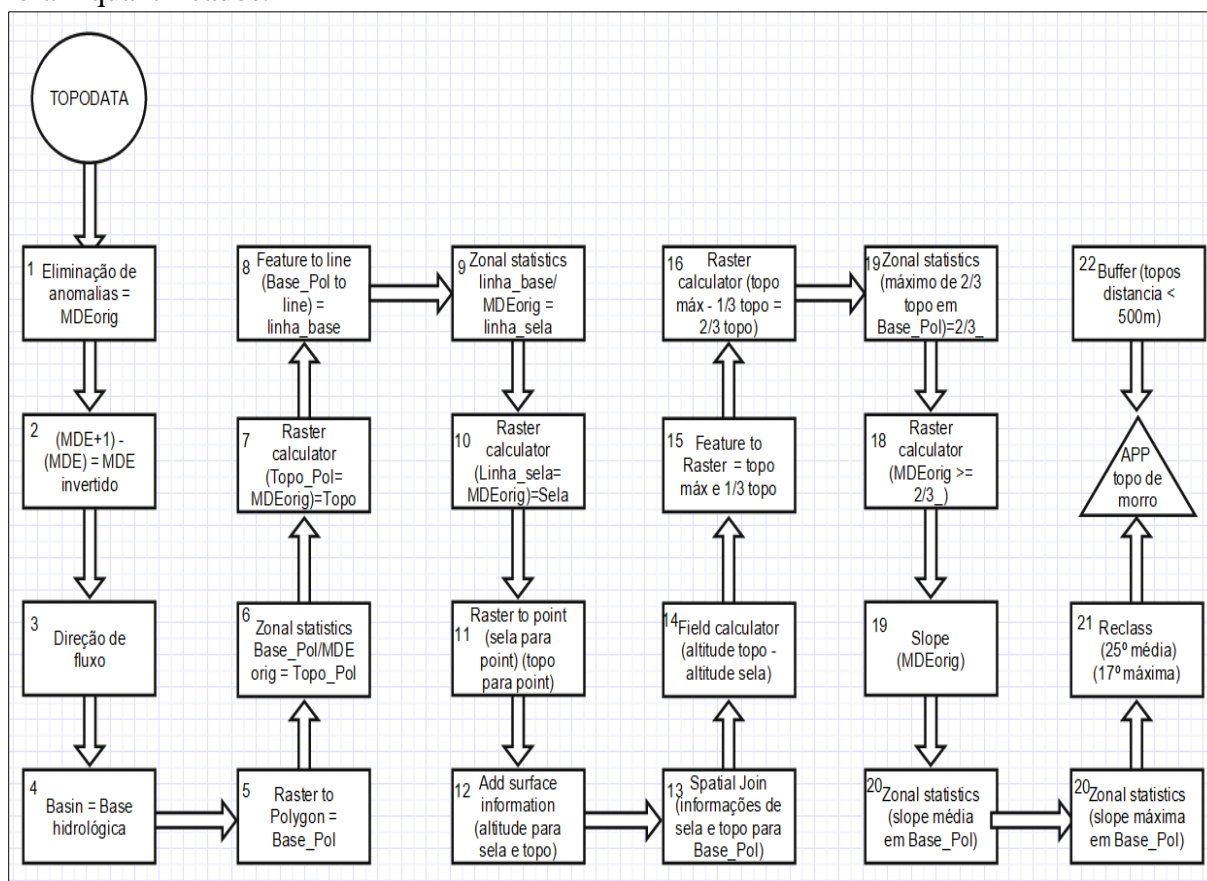


Figura 2. Síntese da metodologia

### 3. Resultados e Discussão

O aumento da amplitude entre o topo de morro e ponto de sela foi significativo para a redução do número de morros com APPs. Na Figura 3 é possível observar um morro que deixou de possuir APPs pois a amplitude não alcança 100 m de altitude.

O mapeamento da área de estudo utilizando os parâmetros determinados pelo Novo Código Florestal apenas em relação a amplitude altimétrica de 100 metros entre o ponto de sela e o topo do morro apontou 1337 morros propícios a se enquadrarem em APPs. No entanto, ao considerar as métricas de declividade houve uma grande diminuição para somente 1 morro (Figura 4).

Na Figura 5 estão representados os dois mapeamentos das APPs de topo de morro para a BH do Alto Camaquã. As APPs identificadas de acordo com os termos e características de mapeamento do antigo código florestal possuem 244,7 km<sup>2</sup> enquanto o resultado da classificação por meio do Novo código Florestal apresentou apenas 0,27 km<sup>2</sup>.

Em estudos semelhantes Nery et al. (2014) e Cavalli (2012) com o objetivo de avaliar o Novo Código Florestal também destacaram grande perdas areais ao mapearem APPs segundo o Novo Código Florestal.

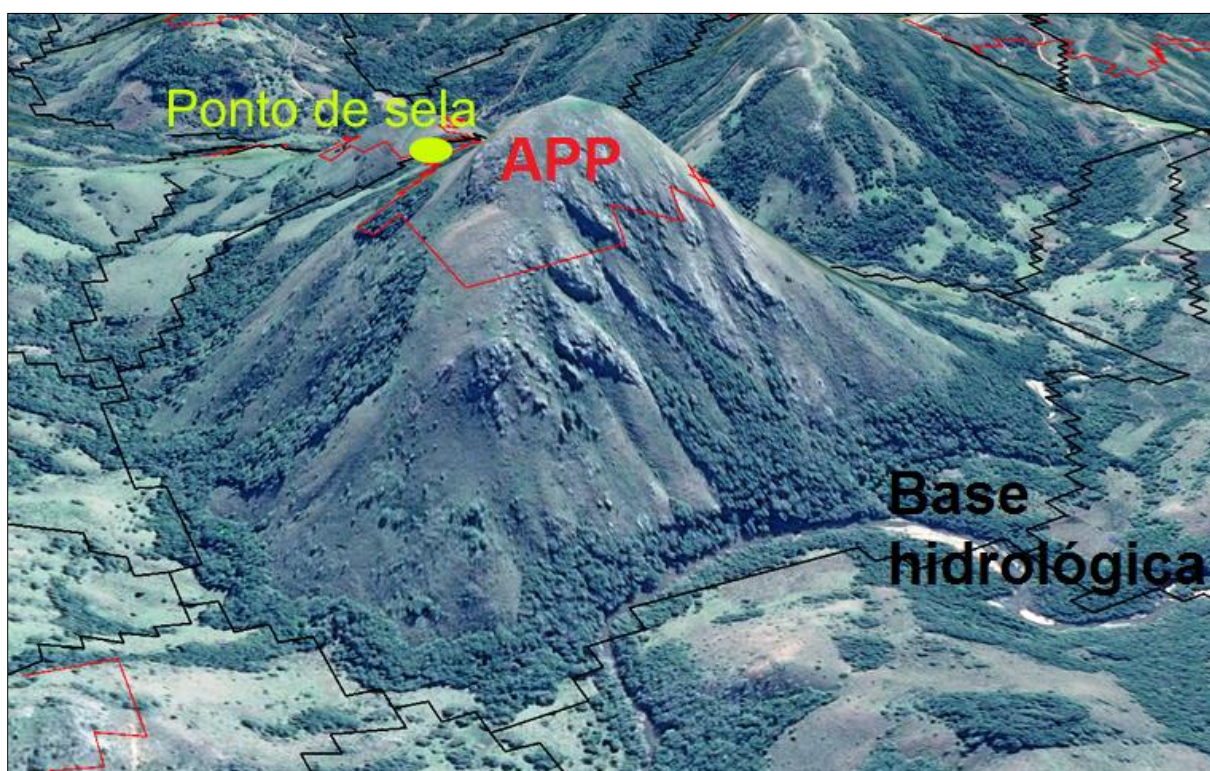


Figura 3. Morro que possuía APP no código antigo e deixou de ser considerado.

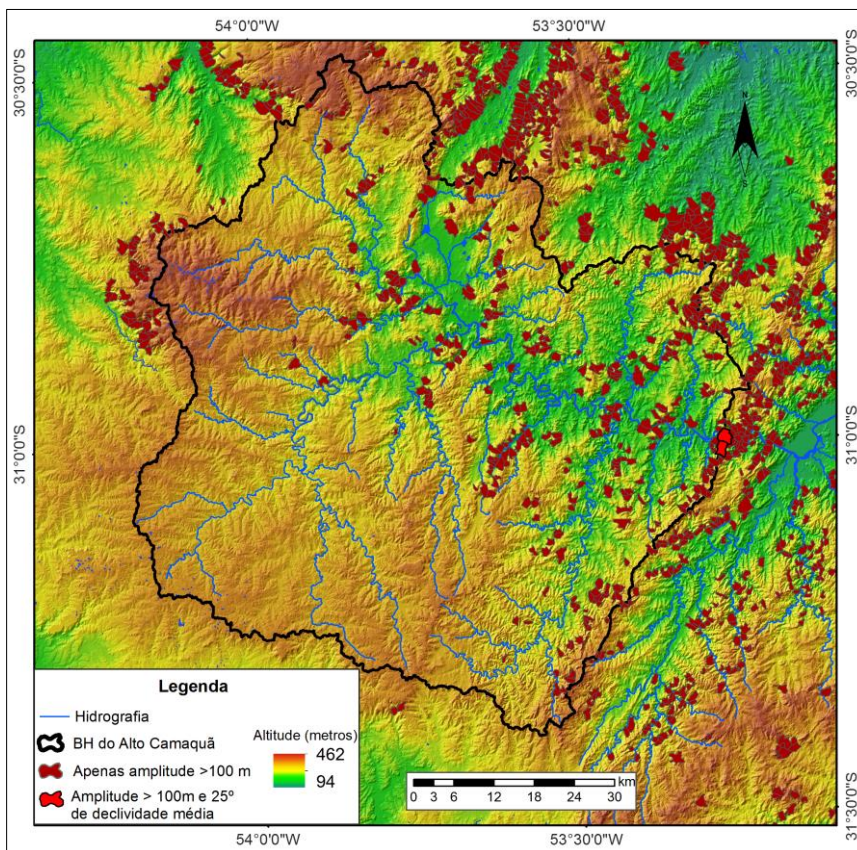


Figura 4. Comparação entre morros com apenas o parâmetro de amplitude altimétrica e com diferença altimétrica conjunta à declividade média de 25° imposta pelo novo código Florestal.

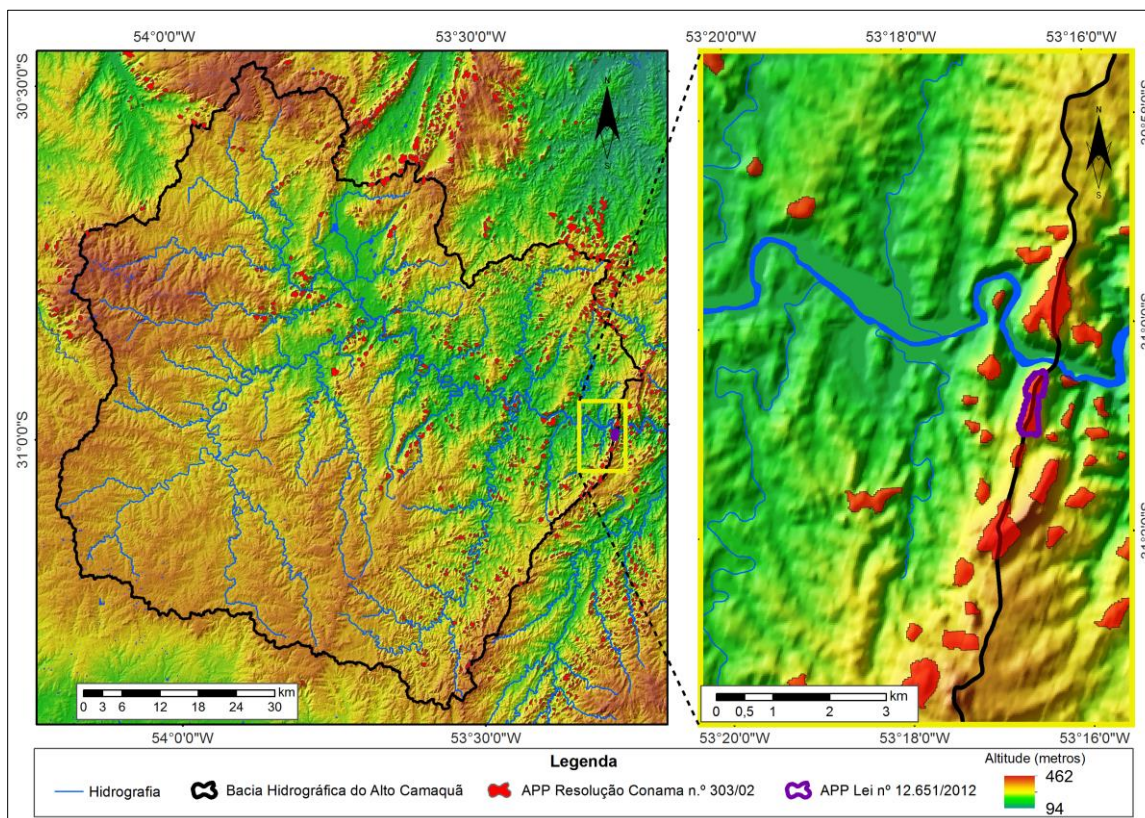


Figura 5. APPs de topo de morro para a legislação antiga com detalhe para a área singular do Novo Código Florestal.

#### 4. Conclusões

A distinção entre a aplicação dos termos do antigo Código Florestal e o Novo Código se mostraram evidentes para a BH do Alto Camaquã.

Dentre da grande discrepância de resultados apresentados neste estudo, destacou-se com mais expressão a limitação da declividade, imposta pelo Novo Código que ao alterar os antigos 17° em rampa máxima para 25° em média do morro restringe muitos morros.

Apesar da limitação da qualidade dos PIs utilizados a potencialidade de aplicações dos modelos digitais e métodos apresentaram-se eficaz para atingir o objetivo do presente estudo e são recomendadas para estudos semelhantes.

#### Referências

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Novo código florestal brasileiro. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm)>. Acesso em: 17 out. 2014.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal.

Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm)>. Acesso em: 15 out. 2014.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 303**, de 13 de maio de 2002. Disponível

em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 15 out.2014.

CAVALLI, C. **Delimitação das áreas de preservação permanente em topo de morro no município de porto alegre com uso de SIG: um estudo comparativo entre o código florestal de 1965 e o de 2012**. 2012. 73 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Universitário La Salle, UNILASALLE, Canoas, 2012, 73 p.

ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS Desktop 10.2.2 Redlands (CA)**, 2013.1 CD-ROM.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J.L.P. & COSTA, B.S.C. 2007. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. **In: DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; SANT'ANNA, D.M. & SANTOS, R.J. (eds.). II Simpósio de Forrageiras e Produção Animal**. Depto. Forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS, Porto Alegre. Pp. 15-21.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.) **Base cartográfica vetorial continua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia.2010.1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. de. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 12, p. 16-21, 2005.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em:

<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em: 13 Out. 2014.

IBGE. **Mapeamento topográfico**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>. Acesso em: 2 Nov. 2014.

NERY, C. V. M.; BRAGA, F. L.; MOREIRA, A. A.; FERNANDES, H. S. F. Aplicação do Novo Código Florestal na Avaliação das Áreas de Preservação Permanente em Topo de Morro na Sub-Bacia do Rio Canoas no Município de Montes Claros/MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 6, p. 1673-1688, 2014.

TEIXEIRA, M.B.; COURA NETO, A.B.; PASTORE, U.; RANGEL FILHO; A.L.R. 1986. Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. **In Levantamento de recursos naturais**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 33, p.541-632.

VALERIANO, M. de M. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008.

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