



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMANDUCAIA

Marcel Granadier Bizelo de Assis^(a), Raul Reis Amorim^(b)

^(a) Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: marcel-assis@hotmail.com Email

^(b) Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), E-mail: raulreis@unicamp.br

Eixo: DINÂMICA E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Resumo

Para uma efetiva gestão dos recursos hídricos é necessária a integração da conservação da água e do solo. É fundamental que determinados compartimentos das bacias hidrográficas tenham uso e ocupação das terras adequadas a manutenção da qualidade e quantidade da água. Destacam-se assim os Topos de Morro, responsáveis pela existência de grande número de nascentes, que garantem o suprimento de água para os canais a jusante. Tendo o exposto, este trabalho tem como objetivo espacializar a distribuição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de Topo de Morro da Bacia hidrográfica do Rio Camanducaia. Para atender aos objetivos propostos, foi necessário especializar tais APPs utilizando geoprocessamento como ferramenta. A área de estudo favorece pesquisas de caráter ambiental, pois é uma região com grande densidade de drenagem, caracterizado pela presença de morros, devendo ter seus topos preservados conforme diz o Código Florestal brasileiro, lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Palavras chave: APP Topo de Morro; Geotecnologias; Bacia Hidrográfica.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresenta aproximadamente área de 870 km², e a gestão dos seus recursos hídricos se dá através do Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ. O rio Camanducaia nasce a aproximadamente 1.500 metros de altitude a noroeste do município de Toledo no Estado de Minas Gerais e tem sua foz no Rio Jaguari na cidade de Jaguariúna (SP), sendo assim um dos principais tributários do Rio Jaguari, que ao confluir com o Rio Atibaia, forma o Rio Piracicaba.” (MARTINS, 2011, p. 27).

O papel do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o de criar regulamentações e diretrizes que possibilitem a aplicação da legislação ambiental vigente no Brasil, e neste trabalho vamos destacar o Código Florestal Brasileiro, atualizado com a Lei Nº 12.651 em 2012, que assim como em todas suas outras versões tem como essência a manutenção da qualidade de vida de toda a sociedade brasileira, pois entende que a conservação dos ecossistemas e a proteção dos recursos naturais são de interesse comum. (CAMPAGNOLO, et al. 2017)

Um conceito apontado no Código Florestal Brasileiro é o de Área de Preservação permanente (APPs), conceito essencial na implantação das políticas de planejamento e gestão de bacias hidrográficas.

Define-se como Área de Proteção Permanente, conforme o art.3:

II – Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta 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).

Para Hott, et al (2005), num país de dimensões continentais como o Brasil, torna-se indispensável a representação das APPs em mapas, pois é de suma importância para o planejamento territorial, na fiscalização e nas ações de campo de âmbito, local,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

regional e nacional” no trabalho em questão a atribuição se dá em escala local. Contudo a legislação ambiental vigente acerca de áreas de preservação permanente não especifica qual a escala ou resolução espacial das bases a serem utilizadas na determinação das APPs. Assim, esta escolha ISBN: 0000.0000.000 Página 3 é feita pelo analista (ou instituição) que irá elaborar o mapa e, na maioria das vezes, o critério de facilidade em adquirir as bases bem como disponibilidade das mesmas é utilizado para escolhê-las. (GUIMARÃES, CARVALHO, 2013)

Dentre as Áreas de Proteção Permanente, podemos elencar, as APPs de Topo de Morro, que tem sua definição contemplada a partir das resoluções nº 302 e 303 do CONAMA (2002), a qual dispôs os parâmetros, definições e limites das mesmas:

No topo de morros, montes, montanhas e serras, com **altura mínima de 100(cem) metros e inclinação média maior eu 25°**, as áreas delimitadas **a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação a base**, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação (CONAMA, 2002).

Tendo o exposto, o objetivo geral deste trabalho é espacializar a distribuição das Áreas de Proteção Permanentes (APPs) de Topo de Morro da Bacia Hidrográfica do Rio Camanducaia, com o uso de geotecnologias, testando a veracidade da metodologia proposta por Santos (2013).

2. Material e Método

Para atender os objetivos propostos, a espacialização das Áreas de Proteção Permanentes (APPs) de Topo de Morro primeiramente foi necessário definir a escala de mapeamento. A proposta do projeto é a adoção da escala 1:50.000.

Na sequência, elaborou-se um Modelo Digital de Elevação (MDE). Para tal, foram vetorizadas as cartas topográficas produzidas pelo IBGE/IGC: Amparo (SF-23-Y-A-VI-1), Bragança Paulista (SF-23-Y-A-VI-4), Cosmópolis (SF-23-Y-A-V-2), Extrema (SF-23-Y-



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

BIV-4), Munhoz (SF-23-Y-B-IV-1), Socorro (SF-23-Y-A-VI-2), e Valinhos (SF-23-Y-A-VI-3). Para gerar o MDE utilizou-se o software ArcGIS 10.5.1 no módulo ArcToolBox, na ferramenta Interpolação de Raster, no comando Topo para Raster, e nele ocorreu a interpolação dos layers “curvas de nível”, “pontos cotados” e “rede de drenagem”, “lagos e rios de margem dupla” e ISBN: 0000.0000.000 Página 4 “limite da bacia hidrográfica”. Este mapa foi elaborado a fim de identificar as áreas as áreas de topos e nascentes.

Seguidamente, corrigiram-se as inconsistências do MDE (verificação e correção de depressão espúria). Para tal, utilizou-se a ferramenta ArcHydro. E já com o MDE corrigido, foi possível a extração dos Topos de Morros. Este procedimento só é possível após a inversão do MDE, ou seja, será gerado um arquivo raster, no qual os topos de morros do MDE original se tornarão depressões no MDE invertido. Para cumprir esta etapa serão necessários cinco passos, apontados na Tabela I:

Tabela I – Procedimentos para extração dos Topos de Morros

Passo 1	Uso da ferramenta <i>Raster Calculator</i> disponível no ArcToolbox, na aba de Álgebra de Mapas. Para a inversão do modelo, será adotada a seguinte equação: $MDE\ corrigido * (-1)$.
Passo 2	Obtenção da direção de fluxo do MDE invertido, utilizando o comando <i>Flow Directon</i> do <i>ArcHydro</i> .
Passo 3	Definir os pontos de depressões espúrias do MDE invertido, utilizando o comando <i>Sink</i> do <i>ArcHydro</i> .
Passo 4	Obtenção da altitude real dos pontos de topos de morro, com uso de duas ferramentas: o <i>Reclassify</i> do <i>Spatial Analyst Tools</i> e o <i>Raster Calculator</i> .
Passo 5	Obtenção da área de abrangência de cada morro, utilizando o comando <i>Watershed</i> , no <i>Hydrology</i> , utilizando a direção de fluxo do MDE invertido e a imagem dos pontos de Topo de Morro obtidas na etapa 4.

Outra etapa foi a extração da base do morro. Para tal foi necessário obter os pontos e as áreas de abrangências referentes às bases dos topos de morro. “Considera-se como base de um morro a altitude da confluência da rede hidrográfica adjacente a este” (SANTOS, 2013, p. 6).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Para tal foram obtidos os pontos de confluência da rede hidrográfica, a partir da ferramenta *Features Vertices to Points*, inserindo a opção END, para gerar tais pontos. Na sequência, foi necessário obter a altitude de cada ponto de confluência. Para tal, utilizou-se a ferramenta *Extraction*, correlacionando os pontos de confluência e o MDE corrigido. Os pontos de confluência foram convertidos do formato vetorial para o raster. E, para obter a área de abrangência do ponto da base do morro, também foi aplicado o comando *Watershed*, no *Hydrology* utilizando o arquivo raster de direção de fluxo, extraído a partir do MDE corrigido e os pontos da base de morro.

Necessitou-se também delimitar o terço superior dos topos de morros. Para tal, foi necessário ter posse da altitude do topo e da base dos morros. Foram calculadas as áreas que estão no terço superior desta amplitude de altitude entre a base e o topo do morro. Foi utilizada a seguinte equação proposta por Santos (2013):

$$\frac{(MDE\ corrigido - imagem\ base)}{(imagem\ topo - imagem\ base)} > 0.667$$

Os passos para a delimitação do terço superior dos topos de morros foram seguidos conforme orienta Santos (2013).

E, por fim, serão extraídas as APPs de Topo de Morro. Para tal serão seguidos seis passos:

Tabela 2 – Procedimentos para extração das APPs de Topos de Morros

Passo 1	Obtenção da declividade do terreno em porcentagem, com uso do comando <i>Slope</i> ;
Passo 2	Aquisição da área de abrangência de cada morro que tenham identificações únicas. Para tal será necessário usar novamente o comando <i>Watershed</i> , no <i>Hydrology</i> , utilizando a direção de fluxo do MDE invertido e a imagem dos pontos de topo de morro sem nenhuma reclassificação.
Passo 3	Definição da declividade média para cada morro, a partir de um operador zonal.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Passo 4	Reclassificação das áreas dos morros com declividade media igual ou superior a 25% para o valor 1, e menores que 25% para 0.
Passo 5	Transformar as áreas do terço superior dos morros e declividade média superior a 25% do formato raster para vetorial;
Passo 6	E, para obter as áreas referentes às APPs de Topo de Morro, bastará selecionar as áreas de terço do morro que interceptam as áreas de morro com declividade média maior ou igual a 25%.

3. Resultados e Discussões

A partir da obtenção do Modelo Digital de Terreno (MDT) pode-se observar a amplitude altimétrica da bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresentam desníveis altimétricos que ISBN: 0000.0000.000 Página 6 variam de 560 metros nas porções mais baixas, na confluência com o rio Jaguari, no município de Jaguariúna, chegando a topos com altitude de 1.595 metros no município de Toledo-MG.

As áreas de topo de morro localizadas na área do alto curso situam-se no município de Pedra Bela, Socorro e Toledo, conforme pode ser observado na Figura 1. O maior número de APP topo de morro estão situadas na área do médio curso principalmente nas áreas que correspondem aos municípios de Monte Alegre do Sul-SP, região norte e nordeste de Amparo e sul de Serra Negra. Destaca-se no perfil (Figura 2) a APP de Topo de Morro com maior área no município de Amparo.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

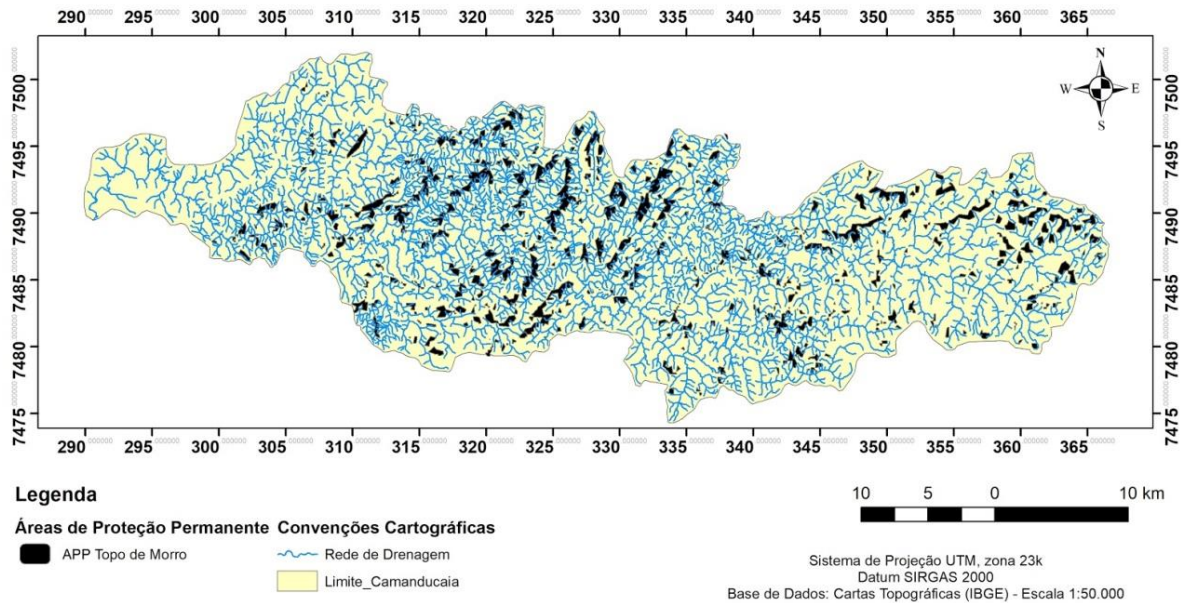


Figura 1 - Áreas de Proteção Permanente de Topo de Morro da área de estudo.

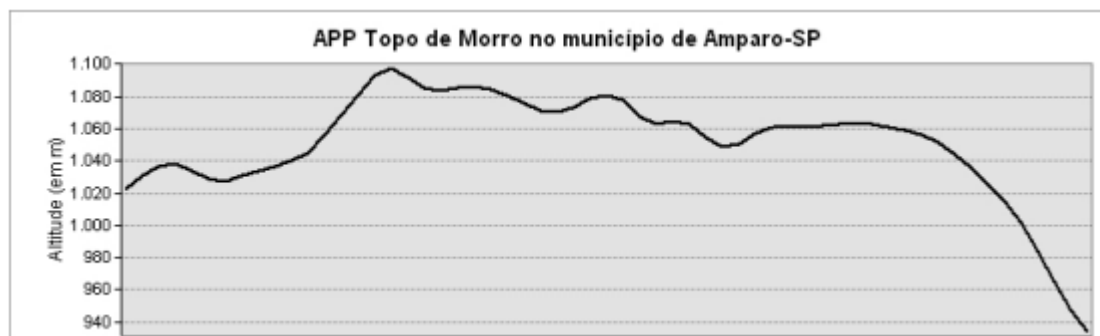


Figura 2 – Perfil Topográfico da Área de Proteção Permanente de Topo de Morro no município de Amparo.

Observa-se que a bacia hidrográfica do rio Camanducaia apresenta uma alta densidade de drenagem, especialmente nas cidades de Amparo, Monte Alegre do Sul, Socorro, região sul de Serra Negra, além de boa parte de Pedreira e Pinhalzinho. Nota-se também que à montante da bacia, isto é, área onde nasce o rio Camanducaia a densidade de drenagem é



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

visualmente menor. Tais padrões de distribuição devem-se as características litológicas e geomorfológicas da área de estudo.

4. Considerações Finais

A adoção da metodologia proposta por Santos (2012) para a delimitação de APPs de Topo de Morro se mostraram muito eficiente na área em estudo. É fundamental o uso das ferramentas de geotecnologias em estudos ambientais, pois contribui para a conservação dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos na área em estudo.

5. Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento da Bolsa de Iniciação Científica ao autor do trabalho; ao Prof. Dr. Raul Reis Amorim pelas orientações. Também agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP), processo 2018/09401-1 pelo Auxílio à Pesquisa que financiou esta pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. **Código Florestal**. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

CAMPAGNOLO, K.; SILVEIRA, G. L.; MIOLA, A. C.; SILVA, R. L. L. **Área de Preservação Permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa**. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 3, p. 831-448, 2017.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 302**, de 20 de março de 2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. 2002.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 303**, de 20 de março de 2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. 2002. ISBN: 0000.0000.000 Página 8



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

GUIMARÃES, F. S.; CARVALHO, G. A.; **Determinação de áreas de preservação permanente no município de Moeda-MG, utilizando bases de diferentes escalas topográficas.** Caderno de Geografia, v. 23, n. 39, p. 22- 43, 2013.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. **Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo.** In: Embrapa Monitoramento por Satélite-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. Anais eletrônicos... São José dos Campos: INPE, 2005., 2005.

MARTINS, S. C. **Caracterização geoambiental como subsídio ao planejamento urbano e turístico em Amparo (SP).** 2011. 121 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2011. Disponível em: . Acesso em: 02 Agosto 2018.

SANTOS, A. P. S. **Delimitação de Área de Preservação Permanente (APP) de Topo de Morros.** In: Capítulo 17 do Material de Cartografia Digital II do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.