UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EMANUELE JANKOWSKI SABOIA

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO A PARTIR DE UM DEM – MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

Curitiba

2010

EMANUELE JANKOWSKI SABOIA

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO A PARTIR DE UM DEM – MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Geoprocessamento, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.ª Lisana Katia Schmitz Santos

Curitiba

2010

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi determinar automaticamente as áreas de preservação permanente de topo de morro a partir de um modelo digital de elevação, através de técnicas de geoprocessamento. A área de estudo, escolhida e denominada como área piloto, localiza-se no município de Tunas do Paraná e abrange uma região de intensos reflorestamentos de *pinus*. As definições, restrições e parâmetros usados para o desenvolvimento do modelo automático estão determinadas na Resolução CONAMA n.º 303/2002. A área piloto abrange um território de 1188,48 ha. Foram realizados mapeamentos através do método manual, cuja base de dados consistia na carta topográfica e através do método automático, tendo como base dois modelos digitais de elevação, SRTM DEM e ASTER GDEM. Para o método automático foi criado um modelo com a ferramenta *Modelbuilder* do software *ArcGIS 9.3*, que recebeu a denominação de "Topo de Morro".No mapeamento através do método manual foi encontrada uma área de preservação de topo de morro de 152,76 ha. No mapeamento automático usando a base SRTM DEM a área encontrada foi de 398,42 ha e com a base ASTER GDEM foi de 341,57 ha. As áreas de preservação encontradas não abrangem os parâmetros definidos na legislação para linha de cumeada e agrupamento de morros e montanhas. Esse estudo não é conclusivo, mais testes com diferentes modelos digitais de elevação, um treinamento mais intensivo no uso do *software* para buscar ferramentas de geoprocessamento para aplicação automática da determinação das linhas de cumeadas e agrupamento de morros, discussões com relação a interpretação da legislação e uma avaliação do modelo obtido neste projeto piloto pelos órgão ambientais devem ser considerados para que o modelo possa ser adotado como uma ferramenta oficial para obtenção das áreas de preservação permanente de topo de morro.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Área de preservação permanente de topo de morro. Modelo digital de elevação.

ABSTRACT

The main objective of this study was to determine automatically the Permanent Preservation Areas of hill top from a digital elevation model, using geoprocessing techniques. The study area, chosen and named as a pilot area, located in the municipality of Las Tunas do Paraná and covers an area of intense reforestation of pine. The definitions, restrictions and parameters used for the development of automatic model are determined by Resolution CONAMA n.º 303/2002. The pilot area covers an area of 1188.48 ha. Mappings were performed using the manual method, whose database was in the topographic and through the automatic method, based on two digital elevation models, SRTM and ASTER DEM GDEM. Automatic method for the model was created with the tool Modelbuilder of ArcGIS 9.3 software, which was named "Hill Top". In the mapping using the manual method was found a conservation area hilltop of 152.76 ha. In automatic mapping using the SRTM DEM base area was found to be 398.42 hectares and base ASTER GDEM was 341.57 ha. The protected areas found not include parameters defined in the legislation to the ridge line and grouping of hills and mountains. This study is inconclusive, more tests with different digital elevation models, to seek a deepening GIS tools for automatic application of the determination of the lines of ridges and grouping hills, discussions regarding the interpretation of legislation and an evaluation of the model obtained in this pilot project by the environmental agency should be considered so that the model can be adopted as an official tool to obtain the areas of permanent preservation hill top.

Keywords: Geographic information systems. Area of permanent preservation of hill top. Digital elevation model.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA DE CÁLCULO DA AMPLITUDE (ALTURA) DOS MORROS... 38
TABELA 2 - CÁLCULO DA DECLIVIDADE DOS MORROS..... 40
TABELA 3 - UNIDADES GEOLÓGICAS CARACTERIZADAS CONFORME A LEGISLAÇÃO COMO MORROS..... 40
TABELA 4 - CÁLCULO DA COTA DO TERÇO SUPERIOR DO MORRO CORRESPONDENTE AO INÍCIO DA APP..... 41
TABELA 5 - COMPARAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.... 47

LISTA DE SIGLAS

APP – Área de Preservação Permanente

ASTER - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DEM – Modelo Digital de Elevação

EMBRAPA – Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária

ESRI – Environmental Systems Research Insitute, Inc

GIS/SIG – Geographic Information System/ Sistema de Informação Geográfica

SHP- Shapefile

SIRGAS – Sistema de referência Geocêntrico para as amércas

SRTM - Space Shuttle Topography Mission

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURE 1 - DETERMINAÇÃO DO TERÇO SUPERIOR DO MORRO 16
FIGURE 2 – (A) EXEMPLO DE DETERMINAÇÃO DA APP DE LINHA DE CUMEADA (TRAÇO AZUL). AS SETAS EM VERMELHO INDICAM O INÍCIO E A DIREÇÃO DA PROJEÇÃO DA COTA DA APP DO MORRO DE MENOR AMPLITUDE. (B) EM LARANJA ESTÁ REPRESENTADA A NOVA ÁREA DE APP 19
FIGURE 3 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 23
FIGURA 4 - PERFIL ANTES E APÓS O PREENCHIMENTO 26
FIGURA 5 - PERFIL DE UM PICO ANTES E APÓS O PREENCHIMENTO 27
FIGURA 6 - EXEMPLO DA APLICAÇÃO DO *FILL* NO DEM/SRTM. 27
FIGURA 7 - SELEÇÃO DA ÁREA PILOTO NA CARTA TOPOGRÁFICA E IDENTIFICAÇÃO DAS COTAS DOS TOPOS DOS MORROS 28
FIGURA 8 - ACESSO AO MODELO TOPO DE MORRO NO ARCTOOLBOX 30
FIGURA 9 - ENTRADA DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (DEM), INVERSÃO DO MDE (DEM_INV), DIREÇÃO DO FLUXO DA DRENAGEM (FLOWDIR_DEM), IDENTIFICAÇÃO DOS CUMES (SINK), IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO (WATERSHED), IDENTIFICAÇÃO DAS COTAS DA BASE (BASE_COTA) E DO TOPO DO MORRO (CUME_COTA) 31
FIGURA 10 - CÁLCULO DA ALTURA DO MORRO (ALTURA_MORRO), SELEÇÃO DOS MORROS ENTRE 50 E 300 M (MORRO_50_300), DIVISÃO DO MORRO POR TRÊS (UM_TERÇO) E IDENTIFICAÇÃO DO VALOR DA COTA DO TERÇO SUPERIOR DO MORRO 31
FIGURA 11 – SELEÇÃO DAS MONTANHAS COM ALTURA ACIMA DE 300 METROS (MONTANHA) E OBTENÇÃO DO VALOR DA COTA DO TERÇO SUPERIOR DAS MONTANHAS (COTA_MONT) 32
FIGURA 12 - DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS COM DECLIVIDADE ACIMA DE 30% (SLOPE30) E SELEÇÃO DOS MORROS (BASE_POL_LAYER) QUE CONTÉM ESTE PARÂMETRO. 32
FIGURA 13 - COTA DA APP DE MORRO (COTA_SUPERIOR) TRANSFERIDA PARA AS BASES DOS MORROS (BASE_POL_LAYER) COM DECLIVIDADE ACIMA DE 30% RESULTANDO NAS BASES COM O VALOR DA COTA (BASE_APP) 33
FIGURA 14 - COTA DA APP DAS MONTANHAS (COTA_MONT) TRANSFERIDAS PARA AS BASES DOS MORROS (BASE_POL) RESULTANDO NAS BASES COM VALOR DA COTA DA APP DAS MONTANHAS (APP_MONTANHA_SELECT) 33
FIGURA 15 - UNIÃO DO *LAYER* COM COTAS DAS APPS DAS MONTANHAS (APP_MONTANHA_SELECT) COM O *LAYER* COM COTAS DAS APPS DOS MORROS (BASE_APP), CONVERSÃO PARA RASTER (BASE_APP_RAST) E SELEÇÃO (AREA_APP) E RECLASSIFICAÇÃO DAS APPS DE TOPO DE MORRO (RECLASS_AREA) 34
FIGURA 16 - ÁREA DE APP (RECLASS_AREA) CONVERTIDA PARA *FEATURE LAYER* (APP_POL), RECORTE DAS APPS E ATRIBUIÇÃO DO VALOR DE COTA PARA CADA MORRO E MONTANHA (APP_COTA) 35
FIGURA 17 - SELEÇÃO DAS APPS COM COTA PARA A ÁREA PILOTO (APPPILOTO_COTA) 35
FIGURA 18 - SELEÇÃO DAS APPS (RASTER) PARA A ÁREA PILOTO 36
FIGURA 19 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DAS COTAS DOS CUMES E DAS BASES DOS MORROS 38

FIGURA 20 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DAS LINHAS DE DECLIVIDADE DOS MORROS 39
FIGURA 21 - MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO OBTIDAS ATRAVÉS DO MÉTODO ANALÓGICO 42
FIGURA 22 – IDENTIFICAÇÃO DOS CUMES DOS MORROS A PARTIR DO DEM 43
FIGURA 23 - IDENTIFICAÇÃO DAS BASES DOS MORROS A PARTIR DO DEM . 44
FIGURE 24 - ALTURA DOS MORROS IDENTIFICADOS A PARTIR DO DEM 44
FIGURA 25 - SELEÇÃO DOS MORROS COM ALTURA ENTRE 50 E 300 METROS 45
FIGURA 26 - IDENTIFICAÇÃO DOS MORROS COM DECLIVIDADE ACIMA DE 30%..... 45
FIGURA 27 - ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM DEMONSTRAÇÃO DO VALOR DA COTA DE INÍCIO DA APP OBTIDA A PARTIR DO DEM SRTM 46
FIGURA 28 - ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM DEMONSTRAÇÃO DO VALOR DA COTA DE INÍCIO DA APP OBTIDA A PARTIR DO ASTER GDEM 47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇAO 13
1.1 OBJETIVO GERAL 14
1.2 OBJETOS ESPECÍFICOS 14
2 REVISAO DE LITERATURA 15
2.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE 16
2.1.1 Topo de Morro 17
2.1.2 Linha de Cumeada e Conjunto de Morros ou Montanhas 17
2.2 DEM – MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO 19
2.2.1 SRTM – SPACE SHUTTLE TOPOGRAPHY MISSION 20
2.2.2 ASTER – ADVANCED SPACEBOURNE THERMAL EMISSION AND REFLECTION RADIOMETER 21
2.2.3 DEM SRTM x ASTER GDEM 22
3 MATERIAL E MÉTODO 23
3.1 MATERIAL 23
3.1.1 Caracterização da Área de Estudo 23
3.1.2 Materiais Cartográficos e Iconográficos 24
3.1.2.1 Carta Topográfica 24
3.1.2.2 Modelos Digitais de Elevação – DEM 24
3.1.3 *Software ArcGIS 9.3* 25
3.1.4 ModelBuilder 26
3.1.5 Refinamento do DEM 26
3.2 METODOLOGIA 28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 37
4.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO PELO MÉTODO MANUAL 37
4.2 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELO MÉTODO AUTOMÁTICO 43
4.2.1 Aplicação do Modelo Automático de Obtenção da APP de Topo de Morro a Partir do DEM SRTM e ASTER GDEM 43
4.3 COMPARAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE CALCULADAS 47
5 CONCLUSÕES 49
6 RECOMENDAÇÕES 51

REFERÊNCIAS……
GLOSSÁRIO……
ANEXOS……

1 INTRODUÇAO

Desde a publicação da Resolução CONAMA 303, em 20 de março de 2002 muitas discussões técnicas e jurídicas foram geradas com relação a aplicação prática da ”Lei de Topo de Morro”.

A delimitação manual das áreas de preservação permanente de topo de morro somada à interpretação visual, tende a ser subjetiva e depende especialmente da experiência do técnico responsável e da interpretação da legislação.

Alguns órgãos ambientais governamentais tem criado dispositivos para regulamentação e orientação da determinação das áreas de topo de morro, bem como das linhas de cumeada, levando a uma interpretação diferenciada da aplicação desta lei em cada Estado.

Diante desta situação, algumas metodologias para determinação automática das áreas de preservação de topo de morro com uso de técnicas de geoprocessamento e produtos do sensoriamento remoto já foram aplicadas com resultados satisfatórios.

A delimitação automática, associada aos Modelos Digitais de Elevação – MDE disponíveis no mercado como, por exemplo, os produtos DEM SRTM e ASTER GDEM, vem trazer uma maior objetividade e rapidez ao processo de obtenção destas áreas.

Utilizando-se das ferramentas de geoprocessamento disponíveis no software ArcGis e de modelos digitais de elevação disponíveis no mercado apresenta-se uma proposta de delimitação automática das áreas de preservação permanente de topo de morro para uma área piloto localizada no município de Tunas do Paraná, Estado do Paraná, cujos resultados são comparados com o processo de delimitação manual destas áreas em escala 1:50.000.

1.1 OBJETIVO GERAL

Obter uma metodologia automática de geração das áreas de preservação permanente de topo de morro, a partir de Modelos Digitais de Elevação – MDE, utilizando Sistema de Informações Geográficas e técnicas de geoprocessamento.

1.2 OBJETOS ESPECÍFICOS

- Delimitar e quantificar as áreas de preservação permanente de topo de morro para área piloto localizada no município de Tunas do Paraná a partir do MDE–SRTM.

- Delimitar e quantificar as áreas de preservação permanente de topo de morro para uma área piloto localizada no município de Tunas do Paraná a partir do MDE –ASTER.

- Comparar as áreas obtidas a partir de cada um dos modelos digitais de elevação, SRTM e ASTER.

- Comparar as áreas obtidas a partir do método digital automático com o método manual.

2 REVISAO DE LITERATURA

A utilização de técnicas de geoprocessamento na delimitação das APPs permite a padronização e a repetição da metodologia. No entanto, diversos trabalhos delimitando estas áreas tomam como base pequenas área de estudo, onde dados em escalas detalhadas estão disponíveis (COSTA et al. 1996; CATELANI et al. 2003; OLIVEIRA et al. 2007; SANTOS et al. 2007 citado por HOTT,M.C, MIRANDA, E.E,VICTORIA,D.C, 2008). Além disso, a maioria destes trabalhos necessita da intervenção de um analista para definir a cota de base do morro/montanha. É durante esta etapa que um dos problemas da resolução CONAMA fica aparente, pois a interpretação da definição de base do morro ou montanha deixa margem dúvidas. SANTOS et al. (2007), trabalhando em uma microbacia de 4.000 ha, definiram que a cota da base de todos os morros era dada pela altitude da planície. Já COSTA et al. (1996), trabalhando em uma área de 185 ha com dados topográficos na escala 1:10.000, consideraram que os morros eram delimitados pelas áreas com declividade superior a 20° (relevo fortemente ondulado). Tais metodologias se mostram altamente dependente de um operador, necessitando de grande quantidade de trabalho manual, o que a torna impraticável para grandes extensões.

HOTT, M. C, GUIMARÃES, M, MIRANDA, E.E (2004), constataram que a escala trabalhada influencia sobremaneira nos resultados obtidos. Ao trabalharem com uma base cartográfica em escala de 1:250.000 para o delineamento automatizado da APP em topo de morro, implicou na redução de 89 km² (76%), com relação a APP gerada na escala compatível com 1:50.000.

Segundo CORTIZO S. (2006) desde a publicação desta Resolução, tem havido controvérsia sobre a demarcação das APPs situadas em topo de morro, de montanhas e linhas de cumeada. A causa principal desta controvérsia parece ser a definição da base do morro ou montanha.

Segundo HOTT, M. C, GUIMARÃES, M, MIRANDA, E.E (2004) a base do morro é um elemento de difícil determinação, pois normalmente não é um elemento euclediano formado por uma reta e, sim por uma estrutura bastante irregular, apresentando uma drenagem marcante e característica.A rede de drenagem

numérica é formado em um MDE pelo fluxo superficial, derivado através do modelo D8, utilizado pelo SIG ArcGIS 9.3, no qual a direção resultante na vizinhança 3 x 3 é atribuída ao pixel central e , assim, as conformações dessas direções materializam os cales existentes entre as elevações, delimitando-as e expressando as bases irregulares. Dessa forma, a base da elevação poderá ser determinada como a cota da depressão mais baixa ao redor da mesma.

Ainda, segundo HOTT, M. C, GUIMARÃES, M, MIRANDA, E.E (2004) a base do morro se concretiza quando determina-se a menor altitude presente na área mapeada da elevação. Quanto a condição da declividade superior a 17º, a simples existência da mesma, em uma elevação com diferença de nível entre 50 e 300 metros, foi suficiente para classificar a elevação como morro.

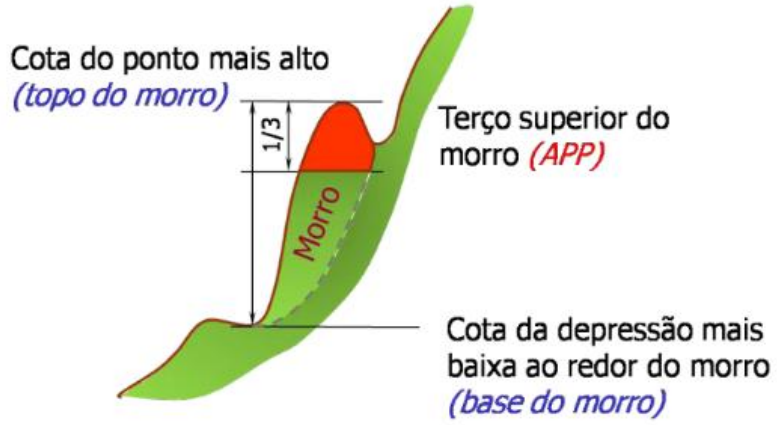


FIGURE 1 - DETERMINAÇÃO DO TERÇO SUPERIOR DO MORRO
FONTE: Leme Engenharia Ltda

2.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei 4771 de 15 de setembro de 1965), áreas de preservação permanente (APP) são áreas “... cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de 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 das populações humanas”.

O código florestal apresenta oito categorias passíveis de serem delimitadas de acordo com fatores hidrológicos e com aspectos naturais da paisagem em conformidade com a disposição e caracterização morfológica do ambiente. No

desenvolvimento deste trabalho nos limitamos à categoria de área de preservação permanente de topo de morro.

As definições e limites de APP são regulamentadas pela Resolução CONAMA N.º 303 de 20 de março de 2002.

As especificações técnicas e legais para linhas de cumeada, denominação empregada para linhas que une os pontos mais altos de uma sequência de morros ou montanhas constituindo-se no divisor de águas, e, para conjuntos de Morros ou Montanhas que não estejam em linha de cumeada, apesar de inferirem na avaliação das áreas de preservação permanente, não foram aplicadas no desenvolvimento deste projeto.

2.1.1 Topo de Morro

De acordo com a Resolução CONAMA N.º 303 de 20 de março de 2002:

Art. 2º ... IV - morro: elevação do terreno com cota do topo e relação à base entre cinqüenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

V – montanha: elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros;

VI - base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d`água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor; ...

... Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;...

2.1.2 Linha de Cumeada e Conjunto de Morros ou Montanhas

De acordo com a Resolução CONAMA N.º 303 de 20 de março de 2002:

“Art. 2º ... VII - linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;...

... Art. 3º … VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros; …

Para conjuntos de Morros ou Montanhas que não estejam em linha de cumeada a Resolução acima mencionada aplica-se conforme o Parágrafo Único do Art. 3º:

"... Parágrafo único - Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível ... "

Segundo LOUZADA, F.R. de O *et al* considerando os aspectos técnicos relativos a determinação de APPs em linhas de cumeada, propõe-se que o mapeamento seja efetuado em uma escala regional, abrangendo bacias hidrográficas que a compõem.

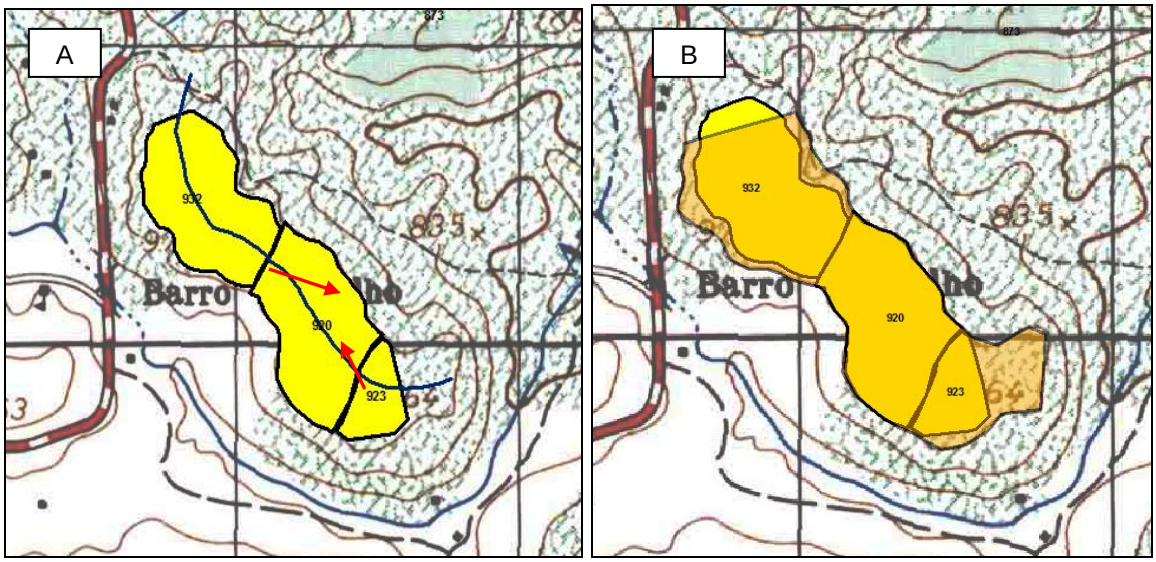


FIGURE 2 – (A) EXEMPLO DE DETERMINAÇÃO DA APP DE LINHA DE CUMEADA (TRAÇO AZUL). AS SETAS EM VERMELHO INDICAM O INÍCIO E A DIREÇÃO DA PROJEÇÃO DA COTA DA APP DO MORRO DE MENOR AMPLITUDE. (B) EM LARANJA ESTÁ REPRESENTADA A NOVA ÁREA DE APP

2.2 DEM – MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

Um modelo digital de elevação da superfície terrestre é denominado genericamente de Modelo Digital de Elevação – MDE (*Digital Elevation Model – DEM*). Se o MDE contém informações sobre a elevação da vegetação e edificações, então é chamado de Modelo Digital de Superfícies – MDS *(Digital Surface Model – DSM*). Se toda informação sobre a vegetação e edificações foi removida, então ele é denominado de Modelo Digital de Terreno da superfície terrestre nua (*Digital Terrain Model – MTM*).

Aplicações:

- Armazenamento de dados de altimetria para mapas topográficos digitais;
- Visualização do terreno em 3D;
- Identificação de áreas de inundação e agricultável;
- Geração de mapas de aspecto e declividade.

2.2.1 SRTM – SPACE SHUTTLE TOPOGRAPHY MISSION

A Missão Topográfica por Radar do Ônibus Espacial (*Space Shuttle Topography Mission – SRTM*) foi lançada em 11 de fevereiro de 2000 e durou 11 dias. Foram usados radares interferométricos de abertura sintética nas bandas C e X, para adquirir dados topográficos em mais de 80 por cento da área emersa da Terra, entre 60º N e 56º S. (JENSEN, J.R.,1949)

SRTM é um projeto internacional liderado pelo Nacional de Inteligência Geoespacial-Agency (NGA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Os dados SRTM estão disponíveis, para a maioria dos países, em três segundo de arco (aproximadamente 90m de resolução) DEMs. O erro vertical do DEM é relatado para ser inferior a 16m. Os dados são distribuídos pela NASA/USGS (produto acabado). O Consórcio de Informação Geográfica (CGIAR-CSI) do Grupo Consultivo de Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) realizou o pós-processamento de dados 3-arc segundo DEM. Os dados originais SRTM foi submetido a uma série de etapas de processamento para uniformizar as superfícies de elevação. Na sua versão original, os dados SRTM com regiões sem dados, especificamente sobre os corpos hídricos (rios e lagos), e em áreas onde o detalhe textural era insuficiente nas imagens de radar original para a produção de dados tridimensionais altitudinais. A existência de regiões sem dados em um DEM pode causar problemas significativos no uso de MDEs SRTM, especialmente na aplicação de modelos hidrológicos que exigem superfícies de fluxo contínuo. Para a correção dos dados foi aplicado um algoritmo de preenchimento de buracos para proporcionar superfícies contínuas de elevação. Os dados são projetados em uma Geográfica (Lat/Long) de projeção, com o datum WGS84 horizontal e vertical datum EGM96.

O imageamento interfereométrico por radar é o processo pelo qual as imagens de radar de um mesmo local no terreno são registradas por antenas em diferentes localizações ou tempos diferentes. (MADSEN e ZEBKER, 1998; RABUS et al., 2003, HODGSON et al.,2003 por JENSEN, J.R.,1949). A análise de dois interferogramas permite medidas precisas sobre o deslocamento de qualquer ponto específico x, y, z, encontrado em cada imagem do par interfereométrico. A precisão pode alcançar escalas de subcomprimento de onda.

O mapeamento topográfico pela interfereometria SAR baseia-se na aquisição de dados a partir de dois ângulos de visada diferentes e assume que a cena imageada não sofreu deslocamento durante o intervalo da obtenção do dados. As duas medições podem ser feitas por dois radares colocados na mesma plataforma e separados por alguns metros (JENSEN, J.R.,1949)

2.2.2 ASTER – ADVANCED SPACEBOURNE THERMAL EMISSION AND REFLECTION RADIOMETER

ASTER - *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*, é um esforço cooperativo entre a NASA, o Ministério do Comércio Internacional e Indústria do Japão (METI), Earth Resources Data Analysis Center (ERSDAC) e o United States Geological Survey (USGS) para construção de um modelo digital de elevação global de livre acesso. Este satélite é usado para obter mapas detalhados da reflectância da superfície terrestre, temperatura e altitude.

As imagens são adquiridas em 14 bandas espectrais com três telescópios diferentes e sistemas sensores. Incluem três bandas do visível e do infravermelho próximo (VNIR), com resolução espacial de 15m, seis do infravermelho (SWIR) com resolução espacial de 30m, e cinco do infravermelho termal (TIR), com resolução espacial de 90m. Fornece a capacidade de visualização em estéreo para a criação do modelo Digital de Elevação. Os Produtos DEM são produzidos com postagens de 30m e tem precisões Z entre 10 e 25 m da raiz quadrada média do erro (RMSE).

O ASTER GDEM – Global Digital Elevation Map Announcement. Cada arquivo GDEM é acompanhado por um arquivo de avaliação da qualidade, que apresenta o número de cenas ASTER utilizadas para calcular o valor de um pixel, ou indicar a fonte de dados externa DEM usado para preencher os espaços vazios.

As especificações quanto ao formato de saída são: GeoTIFF, 16 bits, 1m por ND, georreferenciado no sistema WGS84/EGM96, com coordenadas geográficas, níveis digitais especiais de 9999 para pixels sem dados e 0 para corpos d’ água marítimos.

Como a altitude fornecida pelos dados ASTER GDEM são referenciados ao modelo geoidal EGM96 e não ao datum vertical do Brasil (Imbituba – SC), segundo em estudo realizado por DEBIASI *et al* (2010), a escala máxima a qual pode-ser

utilizar estes produtos no mapeamento sistemático brasileiro é 1:100.000. Conclui-se ainda que este produto pode ser utilizado como insumo para a construção de curvas de nível em equidistância mínima de 50 metros.

2.2.3 DEM SRTM x ASTER GDEM

O MDE do SRTM abrange 80% da Terra e foi gerado a partir de técnicas de interferometria. Os produtos do ASTER GDEM além de representarem aproximadamente toda a superfície terrestre e igualmente ao SRTM serem disponibilizados de forma gratuita possui algumas vantagens em relação aos dados do SRTM. No ASTER GDEM a construção de um produto com 30m de resolução espacial e feita de forma direta, sem a necessidade de interpolação. Também diferente do SRTM no ASTER GDEM não existem os chamados “voids” (ausência de informações), pelo fato de estes produtos serem obtidos por processo estereoscópico. Porém, como as imagens ASTER são imagens óticas e não de radar como o SRTM, há a desvantagem de poder haver algumas falhas de correlação causadas por coberturas de nuvens nas imagens de entrada.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 MATERIAL

3.1.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo trata-se de uma área piloto delimitada exclusivamente para este trabalho localizada na Região Sul do Brasil, estado do Paraná, região noroeste do município de Tunas do Paraná, situa-se entre as coordenadas UTM 7244791 N, 692455 E e 7239398 N, 697236 E, possui uma área de 1188,48 ha, altitude média de entre 820 m e um relevo ondulado e montanhoso.

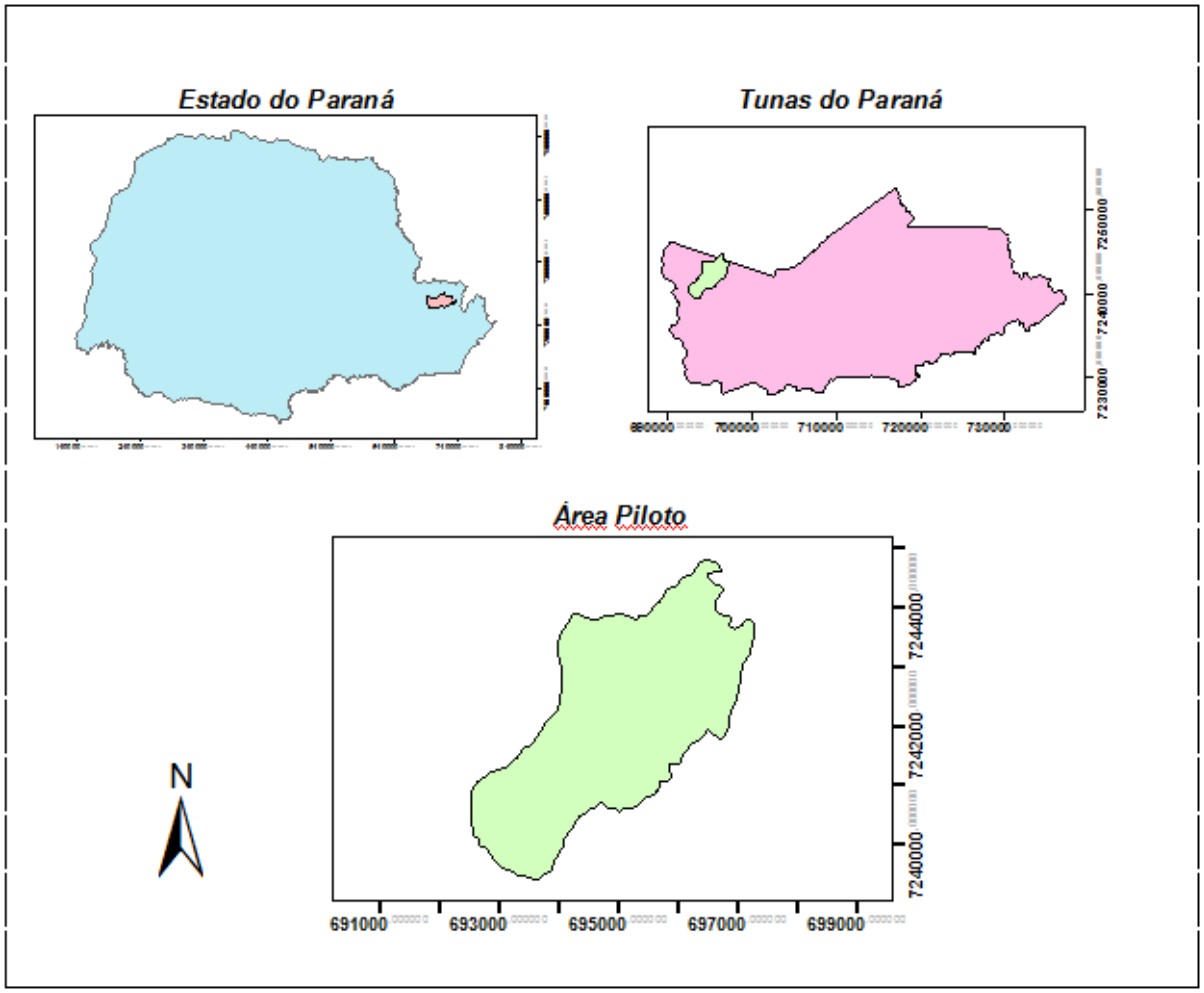


FIGURE 3 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A formação fitogeográfica da área corresponde Floresta Ombrófila Mista Montana, porém, é hoje predominantemente ocupada por reflorestamentos de *Pinus sp.*

Segundo a Classificação Brasileira de Solos da EMBRAPA, a área é composta por solos classificados como ARGISSOLO e CAMBISSOLO apresentando também regiões com afloramento rochoso. (Mapa de Solos, ITCG, 2008)

O clima segundo a classificação Köppen é do tipo Cfb, Subtropical Úmido Mesotérmico, de verões frescos com ocorrência de geadas severas e freqüentes, não apresentando estação seca. A média das temperaturas dos meses mais quentes é inferior à 22ºC, e dos meses mais frios é inferior à 18ºC.

3.1.2 Materiais Cartográficos e Iconográficos

Todos os materiais cartográficos foram convertidos para o Datum SIRGAS 2000 e reprojetados para o sistema UTM fuso 22, meridiano central 51º SO.

3.1.2.1 Carta Topográfica

Para a delimitação manual das áreas de preservação de Topo de Morro foi utilizada a base cartográfica planialtimétrica, em formato digital, correspondente a folha denominada TUNAS, MI – 2826-4, Folha SG-22-X-B-IV-4, escala 1:50.000, elaborada pelo DSG - Diretoria de Serviços Geográficos, com base em fotografias aéreas de 1966. Curvas de nível com equidistancia de 40m.

3.1.2.2 Modelos Digitais de Elevação – DEM

Tanto o DEM SRTM como o ASTER GDEM são distribuídos gratuitamente. No entanto, para o download dos dados ASTER é necessário realizar um cadastro prévio.

Os dados DEM SRTM foram obtidos na página *http://srtm.csi.cgiar.org,* com resolução espacial de 90 metros.

Descrição do produto:

- SRTM 90m DEM versão 4
- Data File Name: srtm_27_17.zip
- Latitude min: 25 S max: 20 S
- Longitude min: 50W max 45W
- Ponto central: Latitude 22,50 S Longitude 47,50 w

Os dados DEM ASTER foram obtidos na página *http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp*, com resolução espacial de 30 metros.

Descrição do produto:

- ASTGTM_S25WO50.zip
- Localização: S 25 – S24, W050 – W049

3.1.3 *Software ArcGIS 9.3*

O *Software ArcGIS* é um conjunto composto por um grupo de *softwares* de Sistema de Informação geográfica (SIG), produzido pela ESRI e inclui um ambiente de geoprocessamento que permite a execução de ferramentas de processamento GIS tradicionais ou de forma interativa a partir de uma linguagem *script*.

Em 2008, foi lançado o *ArcGIS 9.3* incluindo novas ferramentas de modelagem e recursos para controle de erros geoestatísticos.

ArcGIS consiste de várias aplicações integradas, incluindo o *ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox* :

I. *ArcMap* é o aplicativo usado para visualizar, editar e consultar dados geoespaciais, bem como criar mapas. A inferface ArcMap possui duas seções principais, incluindo um sumário a esquerda e o quadro de dados que exibe o mapa. Os itens na tabela de conteúdos correspondem com camadas no mapa.

II. *ArcCatalog* é a aplicação de gerenciamento de dados, usado para procurar conjuntos de dados e arquivos. Além de mostrar os dados disponíveis, ArcCatalog também permite aos utilizadores visualizar os dados em um mapa. ArcCatalog também fornece a capacidade de visualizar e gerenciar os metadados de dados espaciais.

III. *ArcToolbox* contém ferramentas de geoprocessamento, conversão de dados e ferramentas de análise.

Uma série de extensões para o *software* ArcGIS estão diponíveis para fornecer funcionalidades adicionais, incluindo *3D Analyst, Spatial Analyst*, etc. Estas duas citadas foram utilizadas em vários processos deste projeto.

3.1.4 ModelBuilder

Modelbuilder fornece um *framework* de modelagem gráfica para desenhar e implementar modelos de geoprocessamento, que podem incluir ferramentas de sistema, *scripts*, modelos e dados.

Estes modelos podem ser executados diretamente ou exportados para linguagens de *script* que pode executar em modo *batch* (lançado a partir de uma linha de comando) ou eles podem sofrer edição a acrescentar ramificações ou *loops*.

3.1.5 Refinamento do DEM

Os modelos de elevação originais apresentam depressões (e picos) que são muitas vezes erros devido à resolução dos dados ou o arredondamento das elevações pra o valor inteiro mais próximo, ou ainda pela influência das nuvens, como no caso do ASTER GDEM. As depressões espúrias devem ser preenchidas para garantir a correta delimitação de bacias e córregos. Se os sumidouros não são preenchidos, uma rede de drenagem derivada pode ser descontínua.

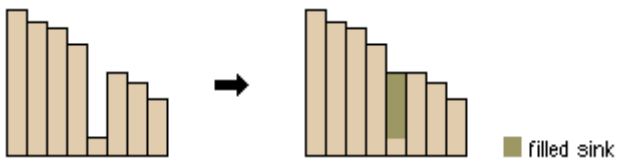


FIGURA 4 - PERFIL ANTES E APÓS O PREENCHIMENTO
FONTE: Help ArcGIs

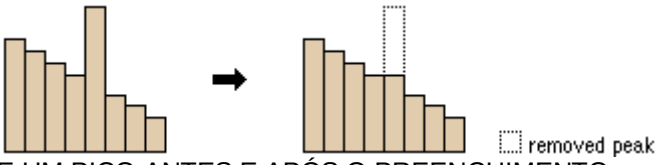


FIGURA 5 - PERFIL DE UM PICO ANTES E APÓS O PREENCHIMENTO
FONTE: Help Arcgis

A ferramenta *FILL* usa o equivalente de várias funções, tais como Focal fluxo, direção de fluxo, dissipador, bacia hidrográfica, e *Zonal Fill* para localizar e preencher os sumidouros. A função itera até que todos os sumidouros dentro dos limites especificados Z estejam preenchidos. Como sumidouros estão cheios, outros podem ser criados nos limites das zonas de cheias, que são removidos na próxima iteração.

As fontes de dados DEM pode ter percentuais maior ou menor de depressões espúrias (ou picos), dependendo de como as superfícies foram processadas.

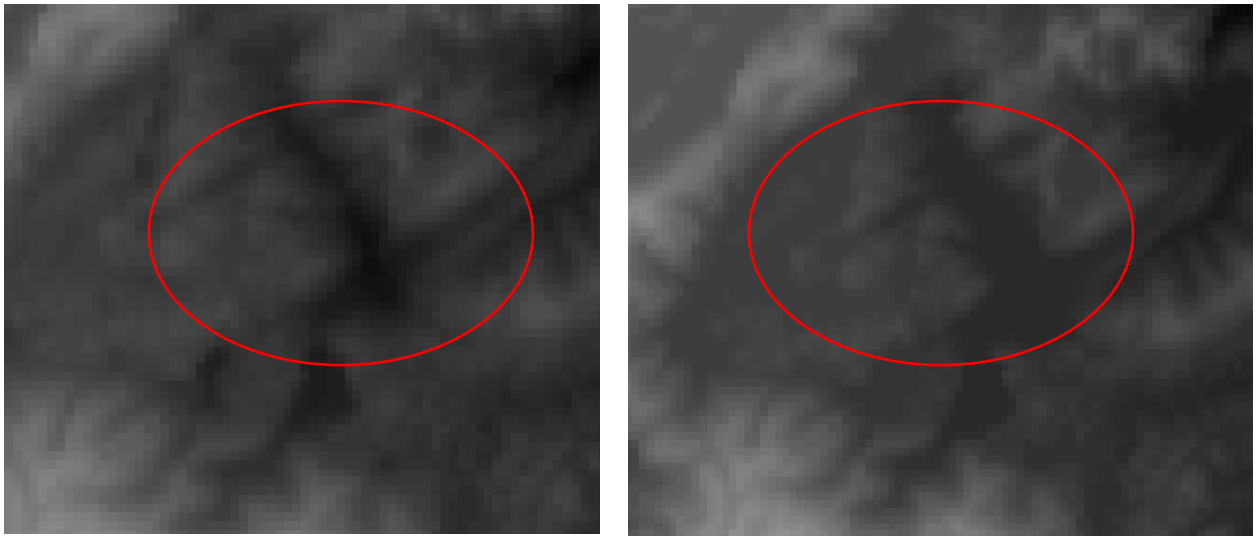


FIGURA 6 - EXEMPLO DA APLICAÇÃO DO *FILL* NO DEM/SRTM.

3.2 METODOLOGIA

Inicialmente foi criado um projeto no ArcGis 9.3, o qual for denominado "*Topo de Morro"*, definindo os parâmetros para o sistema de coordenadas Datum SIRGAS 2000 e adicionada a carta topográfica digitalizada para delimitação da área piloto. Para o desenvolvimento do trabalho digital optou-se pela criação de um arquivo *shp,* geometria polígono, e edição de um retângulo envolvente para a área piloto com fins de evitar problemas futuros quanto a perda ou inconsistência de informações nas bordas em operações como, por exemplo, *Direção de Fluxo* que leva em conta o valor das células vizinhas.

Para a delimitação manual das áreas de preservação a partir da carta topográfica foram identificadas as cotas das bases e topos , bem como a declividade para cada morro e montanha. Os dados alimentaram uma planilha no software *Microsoft Office Excel 2003* para realização dos cálculos.

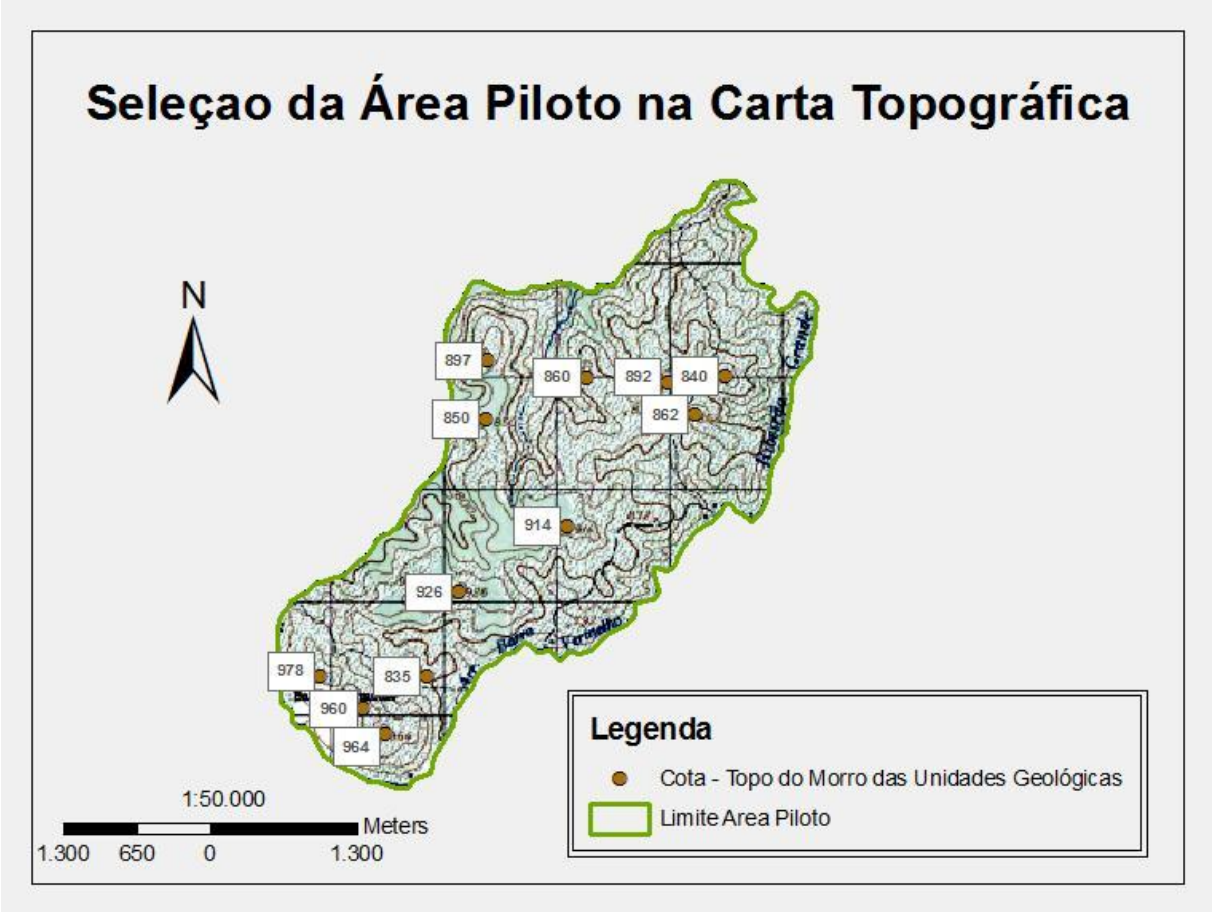


FIGURA 7 - SELEÇÃO DA ÁREA PILOTO NA CARTA TOPOGRÁFICA E IDENTIFICAÇÃO DAS COTAS DOS TOPOS DOS MORROS

Antes do início das operações de determinação digital das APPs a partir do DEM (SRTM ou ASTER) aplicou-se o comando *FILL* e realizou-se a inversão do DEM.

A seguir descrevemos os passos para obter a área correspondente a área de preservação permanente de topo de morro:

a. Identificação do cume dos morros:

De posse do DEM invertido foi aplicado o comando *Flow Direction* e em seguida o comando *Sink.* Identificadas as células referentes ao topo identificaram-se as cotas relativas às altitudes com o uso do comando *Zonal Statistic.*

Quando aplicamos o comando *Flow Direction* geramos uma grade na qual cada célula recebe um código que indica o sentido do fluxo com base em células vizinhas.

b. Identificação da base dos morros.

Para a identificação das bases aplicou-se o comando *Watershed* que resultou na área de contribuição drenada por cada depressão (cumes). A cota da base do morro, correspondente a depressão mais baixa, foi identificada com o comando *Zonal Statistic.*

c. Cálculo da altura dos morros e seleção dos morros com altura entre 50 e 300m e montanhas com altura acima de 300m.

O cálculo corresponde a diferença {Cota do Cume – Cota da base}.

d. Obtenção do terço superior do morro:

A altura correspondente dos morros e das montanhas foi dividida por três e o valor de 1/3 da altura foi subtraído da cota do cume para obter o valor da cota correspondente ao início da área de preservação permanente. Para a classe de morros a área acima da cota obtida nesta operação só será considerada área de preservação permanente após a identificação e cruzamento com a declividade.

e. Cálculo da declividade e reclassificação das áreas com declividade acima de 30% (ou aproximadamente 17º).

Para este cálculo aplicou-se o comando *Slope*. Em seguida o *Raster Math* para obtenção dos valores inteiros e o *Raster Calculation* e o *Reclass* para seleção das áreas com declividade acima de 30%.

f. Identificação das áreas de preservação de topo de morro: morros com a altitude entre 50 e 300 metros e encosta com declividade acima de 30% e montanhas com altitude acima de 300 metros.

Com o uso do comando *Select By Location* selecionou-se apenas morros com altitude entre 50 e 300m e que continham, obrigatoriamente, a declividade maior ou igual a 30%. O resultado desta seleção foi unido com o resultado das áreas de preservação permanente das montanhas.

Para que esta metodologia fosse aplicada de forma automática, para as bases DEM, foi desenvolvido um modelo no ModelBuilder. A seguir demonstramos o modelo em partes com algumas observações e em anexo teremos o modelo em sua totalidade.

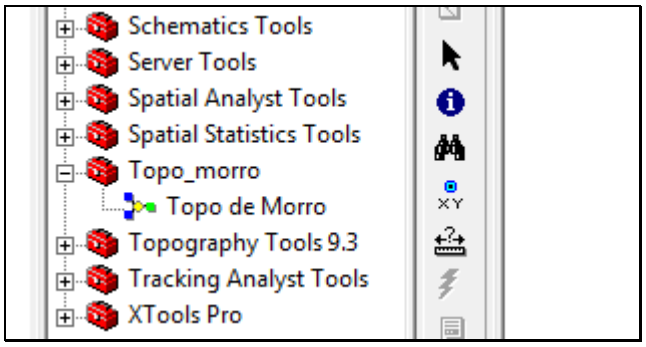


FIGURA 8 - ACESSO AO MODELO TOPO DE MORRO NO ARCTOOLBOX

Para realizar a etapa da inversão do Modelo Digital de Elevação é necessário ter conhecimento do valor de cota mais alto da área do DEM selecionada para o projeto. Esse valor não é constante e sempre será informado para cada DEM a ser utilizado.

As correções com a aplicação do *Fill,* não foi incluída no modelo e deve ser realizada previamente.

Em todos os processos de conversão de *features* para *raster* observar o valor de saída do tamanho da célula, o qual deverá ser igual ou inferior ao valor do tamanho da célula do DEM em questão.

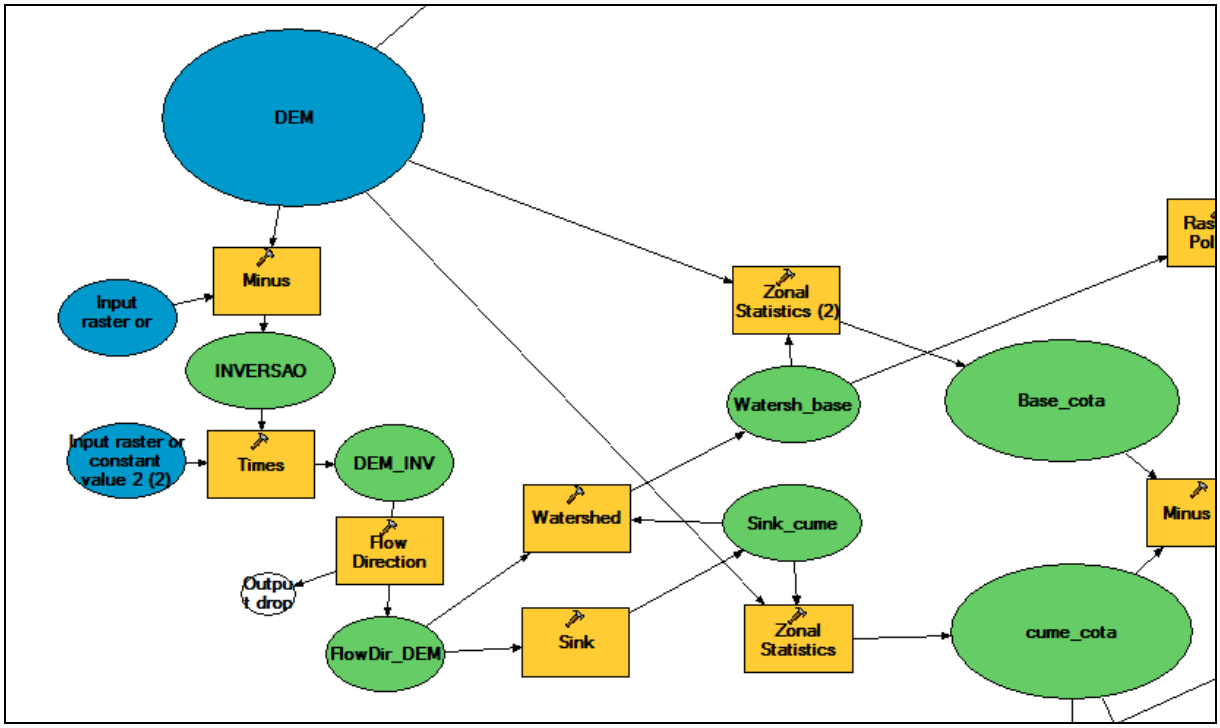


FIGURA 9 - ENTRADA DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (DEM), INVERSÃO DO MDE (DEM_INV), DIREÇÃO DO FLUXO DA DRENAGEM (FLOWDIR_DEM), IDENTIFICAÇÃO DOS CUMES (SINK), IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO (WATERSHED), IDENTIFICAÇÃO DAS COTAS DA BASE (BASE_COTA) E DO TOPO DO MORRO (CUME_COTA)

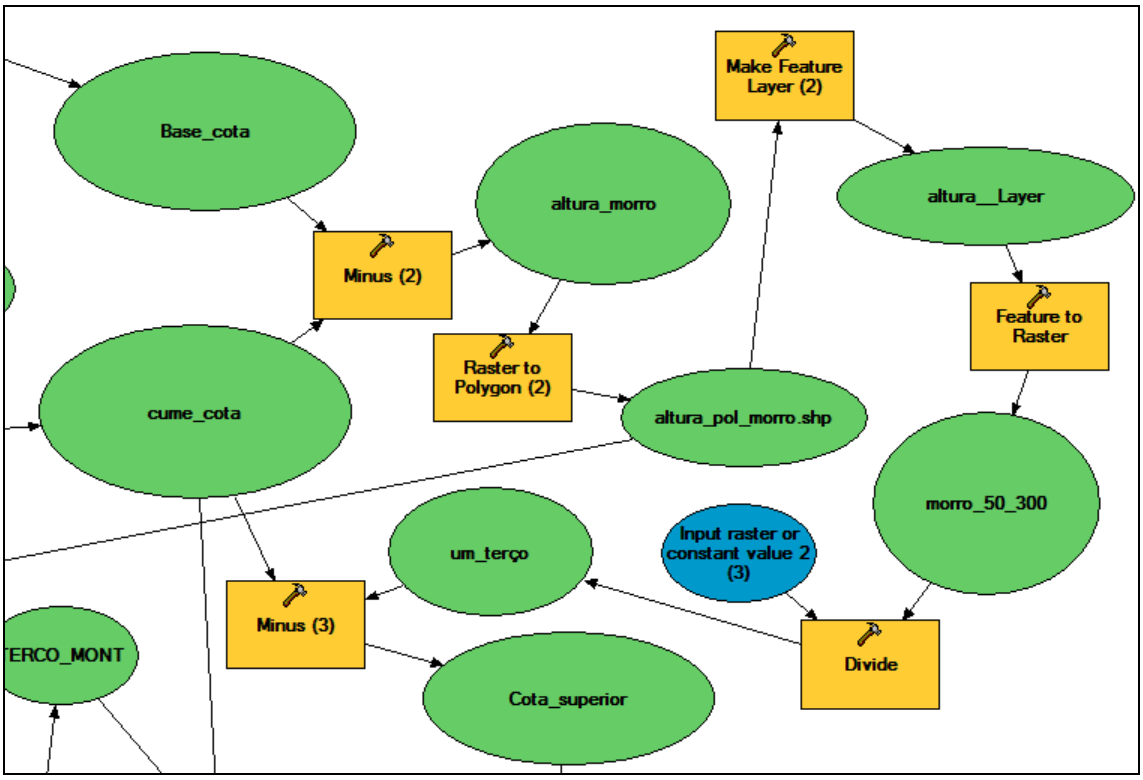


FIGURA 10 - CÁLCULO DA ALTURA DO MORRO (ALTURA_MORRO), SELEÇÃO DOS MORROS ENTRE 50 E 300 M (MORRO_50_300), DIVISÃO DO MORRO POR TRÊS (UM_TERÇO) E IDENTIFICAÇÃO DO VALOR DA COTA DO TERÇO SUPERIOR DO MORRO

Acima foi apresentada a parte do modelo que definiu a cota do terço superior para os morros e na próxima figura observamos o modelo para definir a cota do terço superior das montanhas.

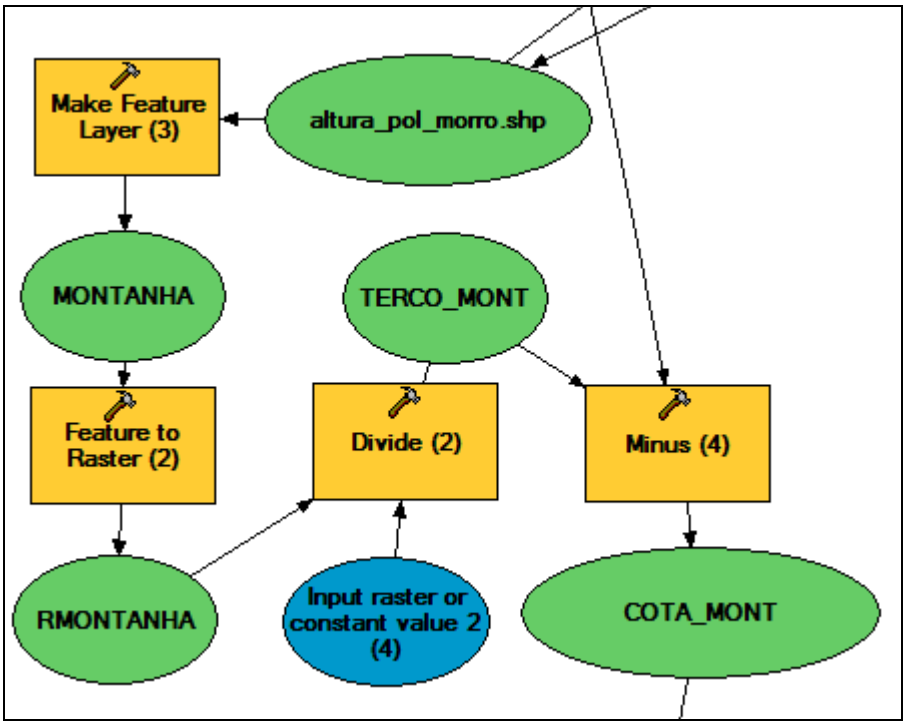


FIGURA 11 – SELEÇÃO DAS MONTANHAS COM ALTURA ACIMA DE 300 METROS (MONTANHA) E OBTENÇÃO DO VALOR DA COTA DO TERÇO SUPERIOR DAS MONTANHAS (COTA_MONT)

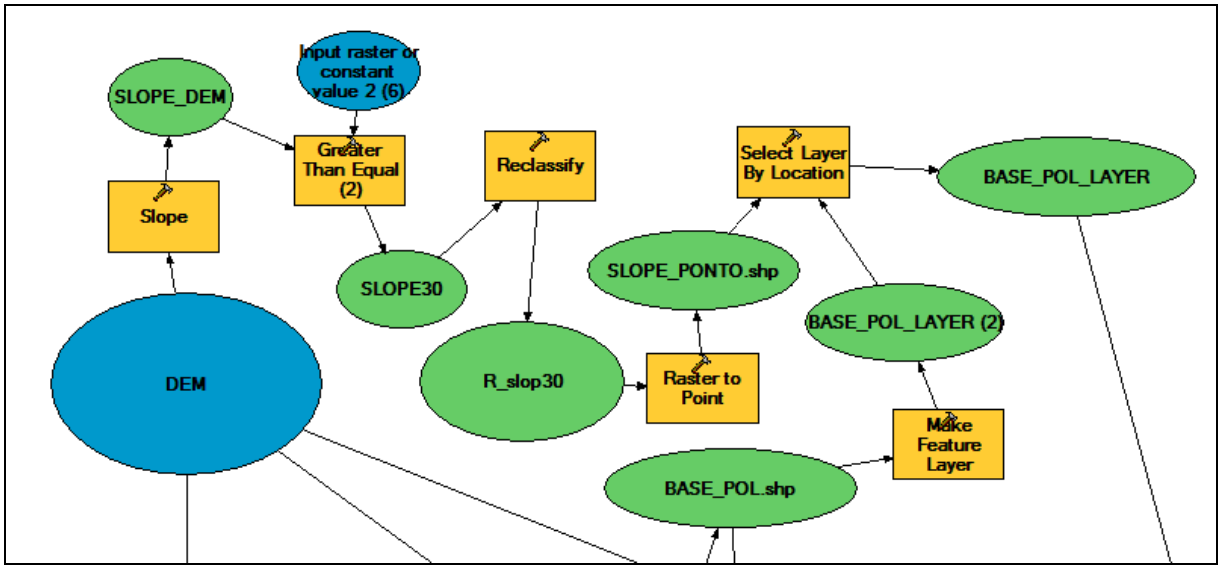


FIGURA 12 - DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS COM DECLIVIDADE ACIMA DE 30% (SLOPE30) E SELEÇÃO DOS MORROS (BASE_POL_LAYER) QUE CONTÉM ESTE PARÂMETRO.

A seguir realizamos a transferência do valor da cota da APP (terço superior) dos morros e montanhas para as bases dos morros. Essa etapa foi necessária para que fosse possível dar prosseguimento aos cálculos.

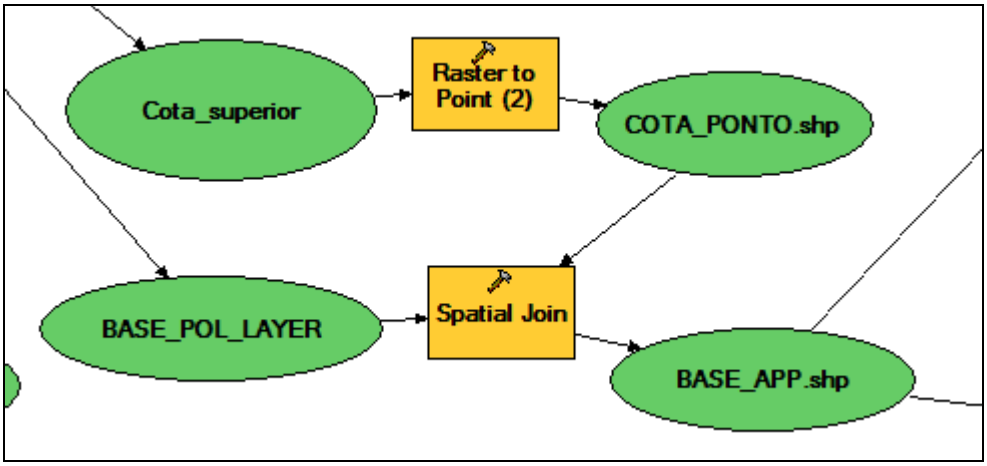


FIGURA 13 - COTA DA APP DE MORRO (COTA_SUPERIOR) TRANSFERIDA PARA AS BASES DOS MORROS (BASE_POL_LAYER) COM DECLIVIDADE ACIMA DE 30% RESULTANDO NAS BASES COM O VALOR DA COTA (BASE_APP)

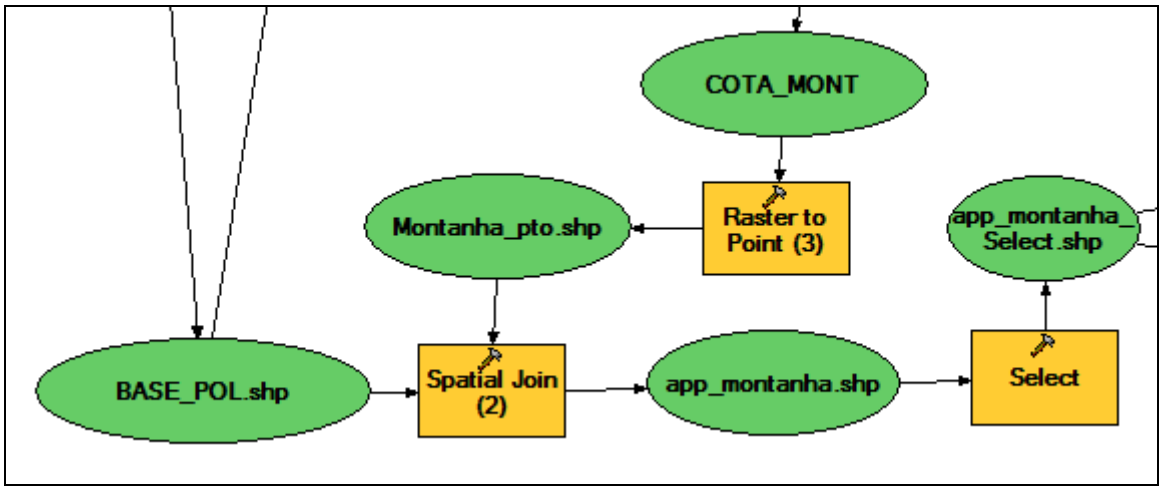


FIGURA 14 - COTA DA APP DAS MONTANHAS (COTA_MONT) TRANSFERIDAS PARA AS BASES DOS MORROS (BASE_POL) RESULTANDO NAS BASES COM VALOR DA COTA DA APP DAS MONTANHAS (APP_MONTANHA_SELECT)

Para obtenção de todas as áreas consideradas de preservação permanente para a categoria de topo de morro unimos os *layers* das bases dos morros com valores das cotas de APP para morro e montanha. Selecionando a partir deste *layer* e da base DEM a área acima da cota de APP.

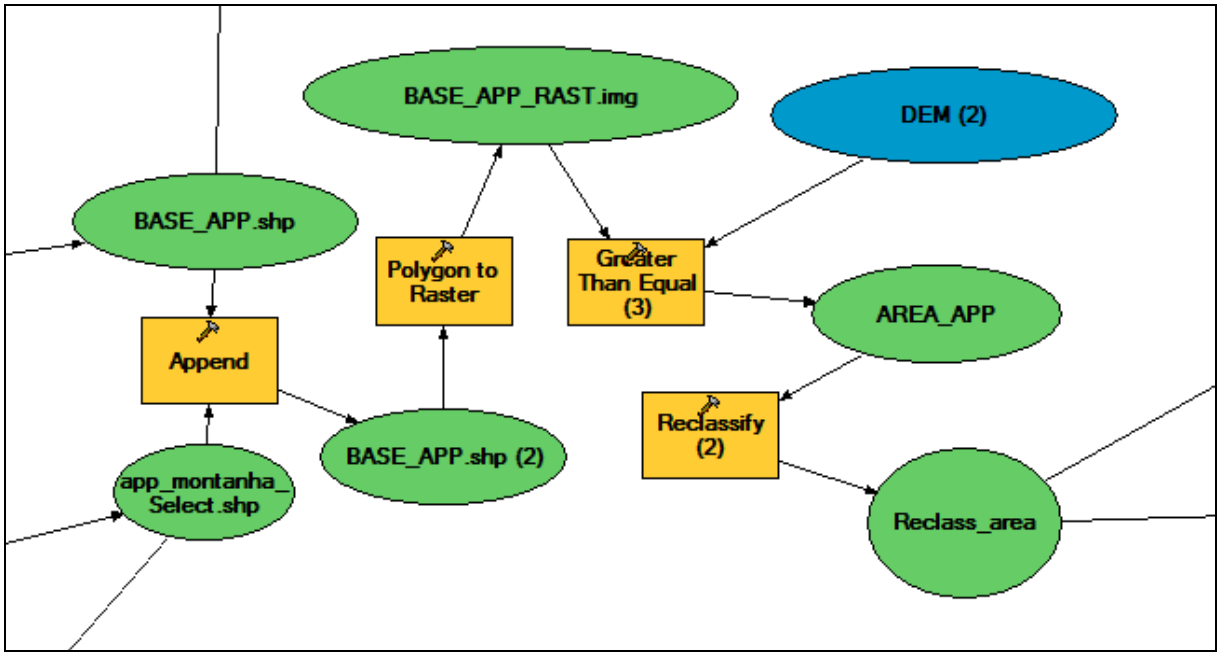


FIGURA 15 - UNIÃO DO *LAYER* COM COTAS DAS APPS DAS MONTANHAS (APP_MONTANHA_SELECT) COM O *LAYER* COM COTAS DAS APPS DOS MORROS (BASE_APP), CONVERSÃO PARA RASTER (BASE_APP_RAST) E SELEÇÃO (AREA_APP) E RECLASSIFICAÇÃO DAS APPS DE TOPO DE MORRO (RECLASS_AREA)

O arquivo *raster* das áreas de APP geradas no passo anterior foi convertido para um *feature layer*. Como este *layer* só nos apresenta as áreas de preservação permanente sem identificação dos morros, realizamos uma operação de corte para obtermos a área e o valor de cota de APP para cada morro e montanha.

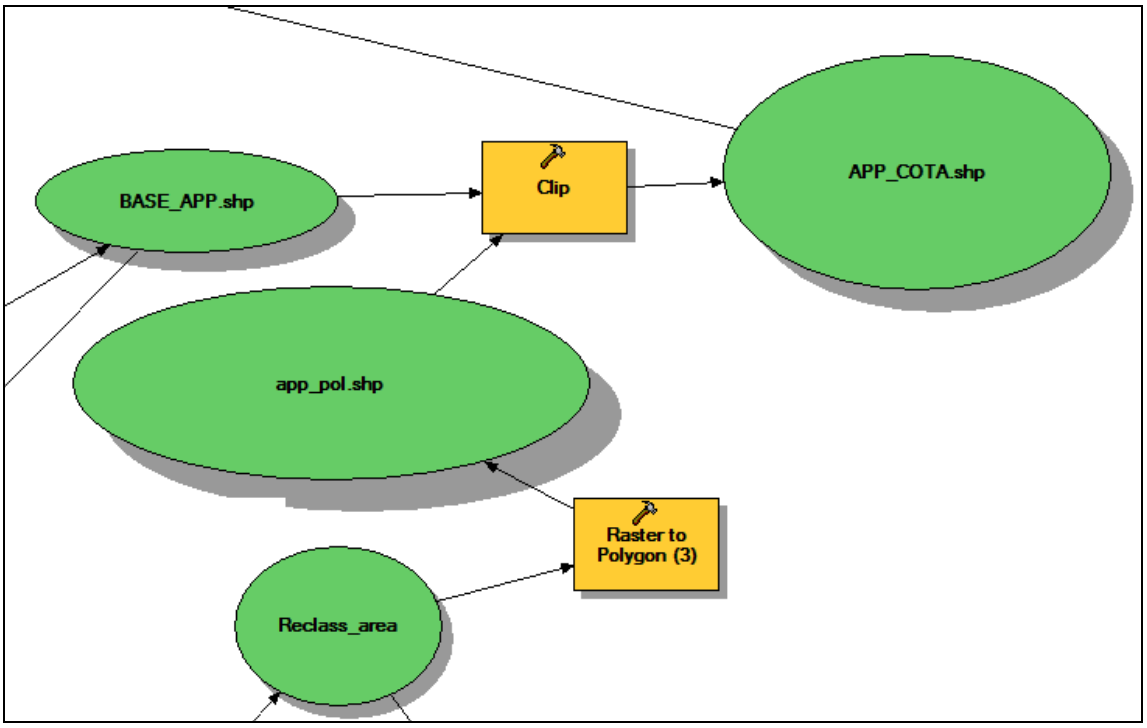


FIGURA 16 - ÁREA DE APP (RECLASS_AREA) CONVERTIDA PARA *FEATURE LAYER* (APP_POL), RECORTE DAS APPS E ATRIBUIÇÃO DO VALOR DE COTA PARA CADA MORRO E MONTANHA (APP_COTA)

Para finalizar foi realizado o corte da área resultante para obter apenas os dados para a área piloto.

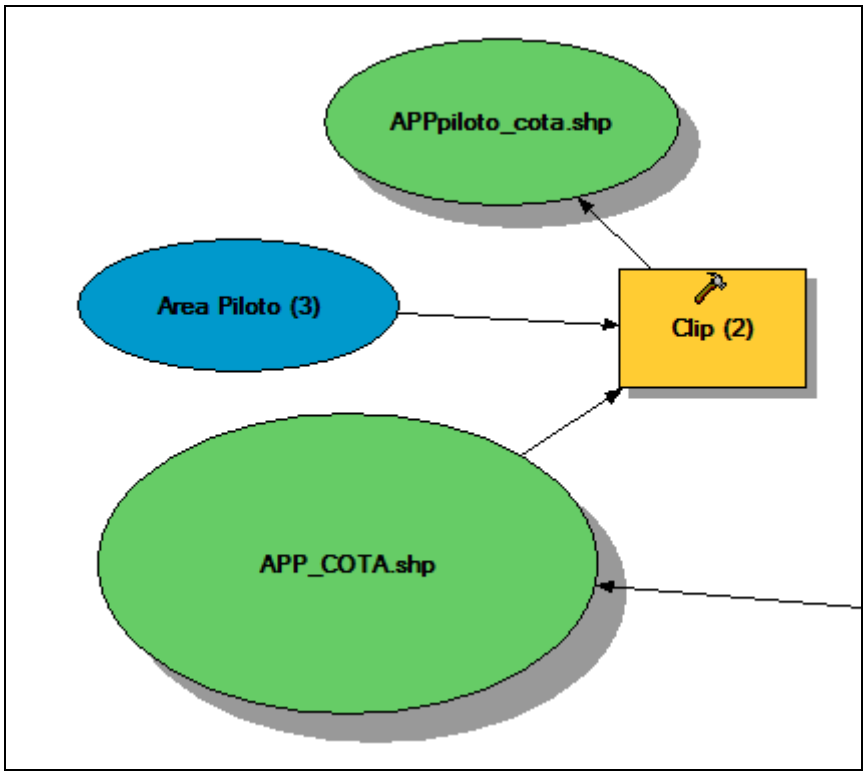


FIGURA 17 - SELEÇÃO DAS APPS COM COTA PARA A ÁREA PILOTO (APPPILOTO_COTA)

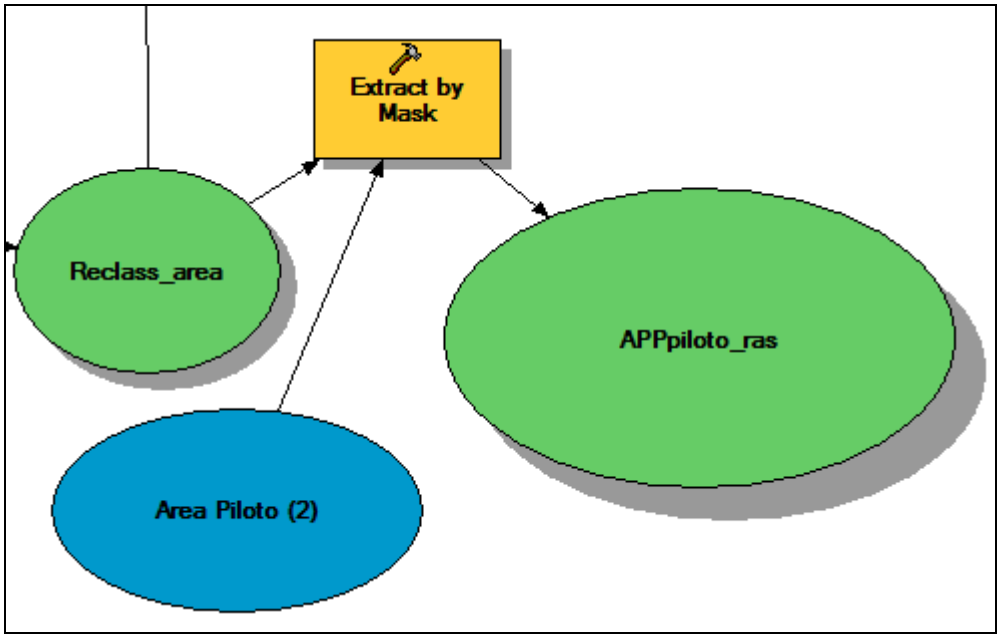


FIGURA 18 - SELEÇÃO DAS APPS (RASTER) PARA A ÁREA PILOTO

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO PELO MÉTODO MANUAL

O método manual de determinação de áreas de preservação permanente de topo de morro consiste na identificação visual dos dados e realização de medidas e cálculos a partir da carta topográfica impressa.

Neste projeto foi utilizada a carta topográfica digitalizada permitindo obter as medidas com uso do *Software ArgGIS*.

Foram criados shapes com geometria de polígonos, linhas e pontos para realização das etapas de obtenção dos dados e representação das informações sobre a carta.

Na FIGURA 16 temos o mapa com a identificação das cotas dos cumes e das bases dos morros para cada uma das doze unidades geológicas identificadas na área em questão. A referência para as unidades geológicas são os topos existentes no relevo.

Na TABELA 1 estão identificados os valores das cotas superior (cume) e inferior (base) dos morros e o cálculo da amplitude (altura) dos morros obtida através da expressão (“cota superior” – “cota inferior”). De acordo com os valores disposto na coluna *Altura Morro* observa-se que não se aplica a definição de morro para nenhuma das unidades geológicas analisadas.

Para identificação das bases dos morros é necessário localizar a cota mais baixa ao redor da unidade geológica delimitada pelos limites das áreas de escoamento pluvial.

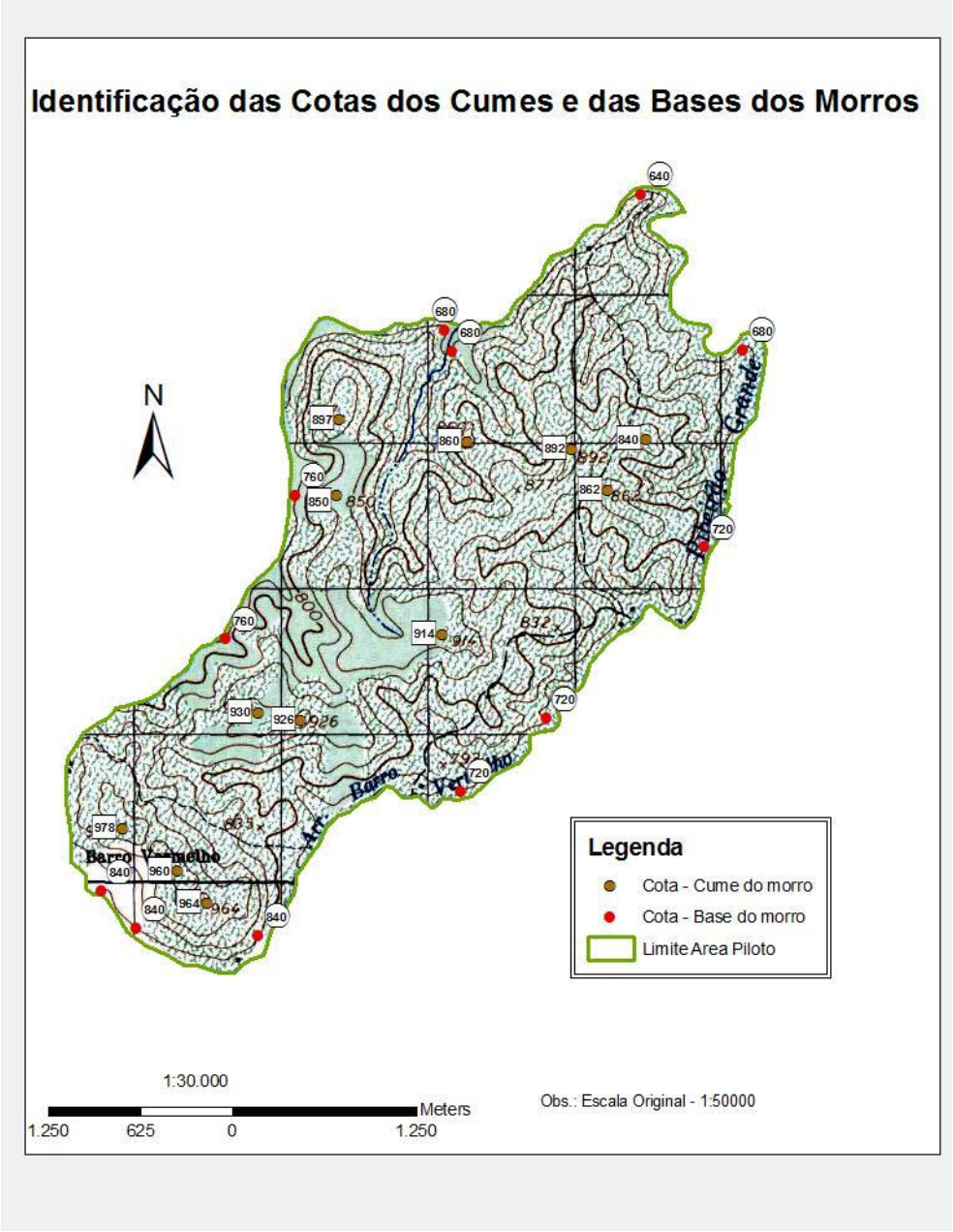


FIGURA 19 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DAS COTAS DOS CUMES E DAS BASES DOS MORROS

TABELA 1 - TABELA DE CÁLCULO DA AMPLITUDE (ALTURA) DOS MORROS

AMPLITUDE			
Unidade Geológica	**Cota Superior**	**Cota Inferior**	**Altura Morro**
1	897	680	217
2	850	760	90
3	860	680	180
4	892	640	252
5	840	680	160
6	862	720	142
7	914	720	194
8	930	760	170

9	926	720	206
10	978	840	138
11	960	840	120
12	964	840	124

A seguir, FIGURA 17,foram identificadas as linhas de maior declividade das encostas sua respectiva projeção horizontal (em metros) de cada unidade geológica. Na realização desta etapa sobre a carta impressa deve ser observada a escala do mapa, neste caso 1:50.000, para conversão da medida obtida na carta para a medida no terreno.

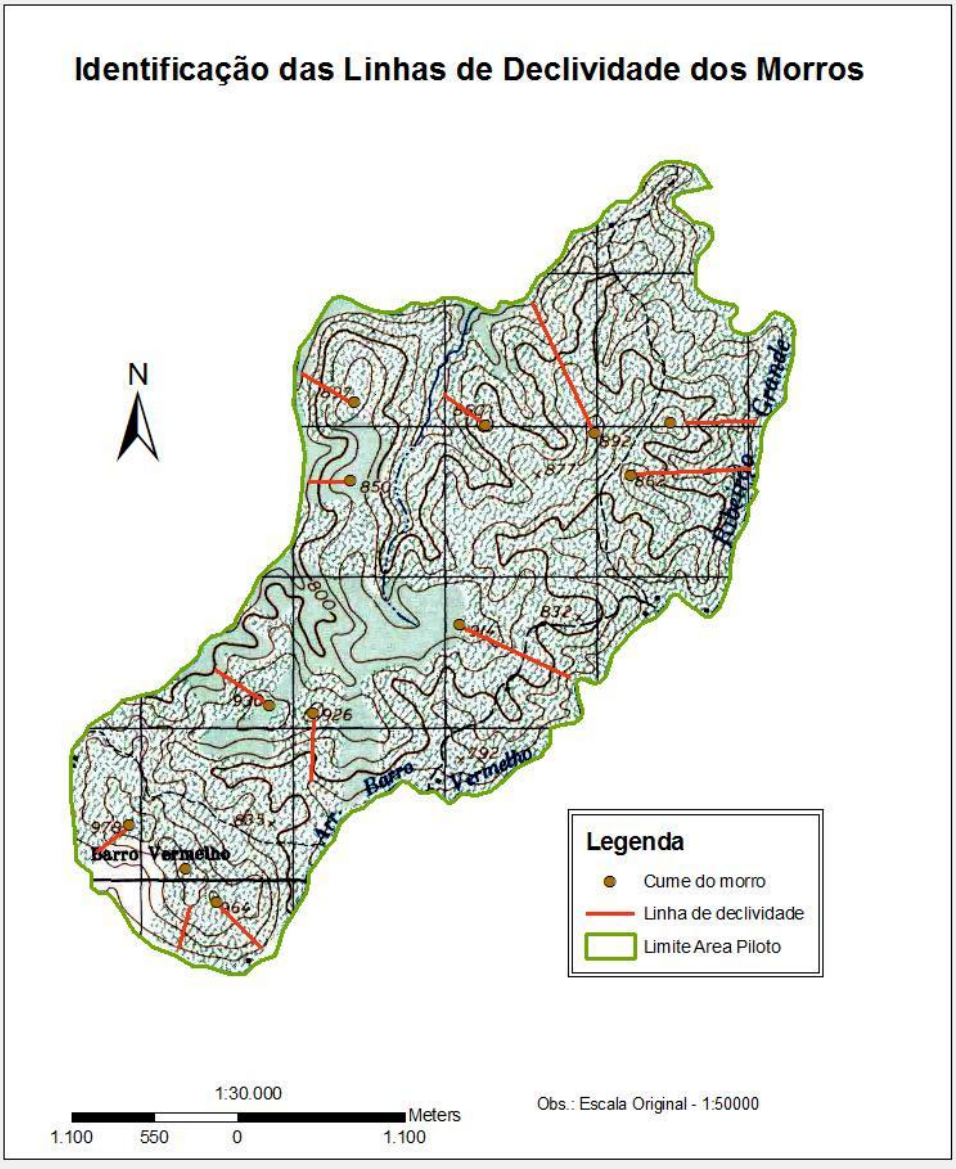
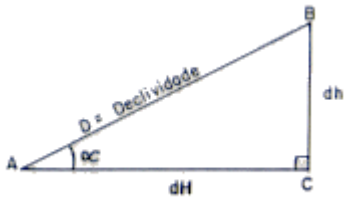


FIGURA 20 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DAS LINHAS DE DECLIVIDADE DOS MORROS

Na Tabela 2 apresentamos o cálculo da declividade obtido a partir da expressão *Declividade (%)*=[(“Cota Superior”– “Cota +Baixa”)/ Proj. hor]

A declividade é a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos.



dh = Diferença de altura BC

dh = Diferença horizontal AC

Assim,

Declividade (D) é a relação : $\frac{dh}{dH}$

Em percentual a declividade de uma inclinação:

Rampa = tg a x 100 = $\frac{dh}{dH}$ x 100

TABELA 2 - CÁLCULO DA DECLIVIDADE DOS MORROS

Unidade Geológica	Proj. hor (m)	Cota Superior	Cota + Baixa	Declividade (%)
1	401	897	720	44
2	271	850	760	33
3	348	860	720	40
4	955	892	680	22
5	467	840	680	34
6	792	862	680	23
7	802	914	720	24
8	522	930	800	25
9	433	926	760	38
10	271	978	880	36
11	415	960	840	29
12	414	964	840	30

Dentre as 12 (doze) unidades geológicas avaliadas, 9 (nove) apresentaram amplitude entre 50 e 300 metros e declividade igual ou acima de 30% o que as caracterizam como “morro”, segundo a legislação. (TABELA 3)

TABELA 3 - UNIDADES GEOLÓGICAS CARACTERIZADAS CONFORME A LEGISLAÇÃO COMO MORROS

Unidade Geológica	Altura do Morro	Declividade
1	217	44
2	90	33
3	180	40
5	160	34
8	170	30
9	206	38
10	138	36
11	120	42
12	124	30

O terço superior do morro, ou seja, a área a ser considerada de preservação permanente foi obtida através da expressão *Cota APP* =[(“Altura do Morro”/3) – “Cota Superior”] (TABELA 4). Toda a região do morro acima da Cota APP será mapeada como área de preservação permanente de topo de morro.

TABELA 4 - CÁLCULO DA COTA DO TERÇO SUPERIOR DO MORRO CORRESPONDENTE AO INÍCIO DA APP

Unidade Geológica	Cota Superior	Altura do Morro	Terço do morro	Cota APP
1	897	217	72	825
2	850	90	30	820
3	860	180	60	800
5	840	160	53	787
8	930	170	57	873
9	926	206	69	857
10	978	138	46	932
11	960	120	40	920
12	964	124	41	923

Para delimitação das APPs de Topo de Morro na carta topográfica a partir das cotas calculadas, foram realizadas as seguintes operações no ArcGIS:

- Vetorização das curvas de nível da área piloto a partir da carta topográfica;

- Geração de um TIN a partir da curvas de nível vetorizadas;

- Geração dos contornos a partir das cotas das APPs através da ferramenta *Contour List*;

- Edição dos contornos para gerar a área das APPs.

O procedimento acima foi aplicado pelo motivo das curvas de nível da carta topográfica estarem dispostas em intervalos de 40 metros e teriam que ser

interpoladas para obter os contornos para as cotas localizadas entre as curvas existentes.

A área total de preservação permanente obtidas pelo método manual foi de 152,76 ha. (FIGURA 18)

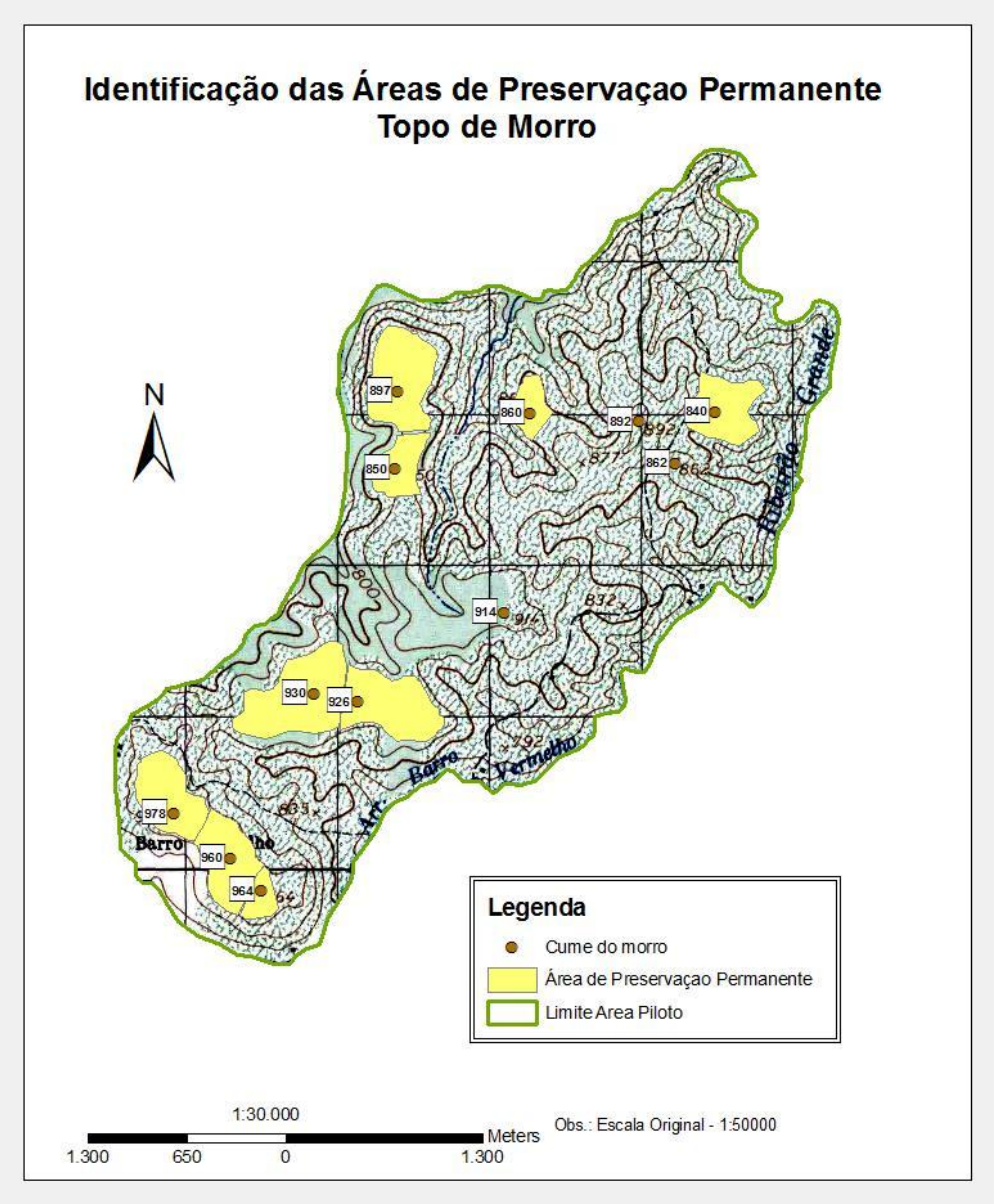


FIGURA 21 - MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORRO OBTIDAS ATRAVÉS DO MÉTODO ANALÓGICO

4.2 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELO MÉTODO AUTOMÁTICO

4.2.1 Aplicação do Modelo Automático de Obtenção da APP de Topo de Morro a Partir do DEM SRTM e ASTER GDEM

O modelo *"Topo de Morro"* criado no ModelBuilder foi utilizado para geração automática dos produtos e subprodutos com fins de obtenção da Área de Preservação Permanente de topo de morro a partir do Modelo Digital de Elevação.

Na operação de identificação dos cumes dos morros ocorreu uma grande variação tanto em quantidade como em valores entre os dois DEMs. No DEM SRTM as cotas dos cumes estão entre 836 e 976 metros de altitude e no ASTER GDEM as cotas variam de 686 a 982 metros de altitude.

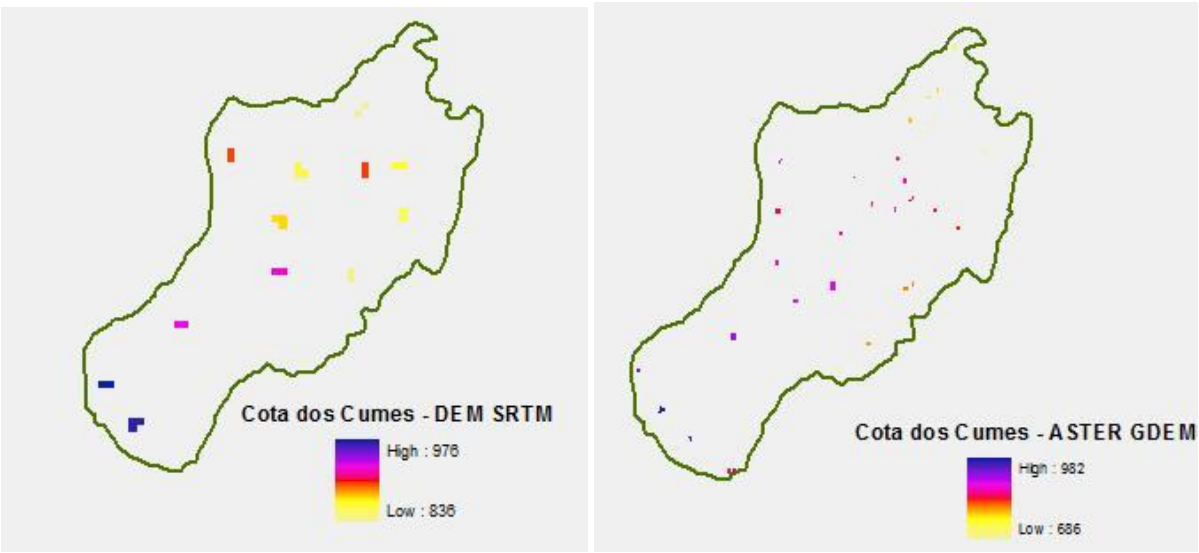


FIGURA 22 – IDENTIFICAÇÃO DOS CUMES DOS MORROS A PARTIR DO DEM

Inicialmente foram geradas as bases dos morros e posteriormente identificadas os valores das suas cotas. Algumas bases foram aglutinadas entre si devido possuir o mesmo valor de cota.

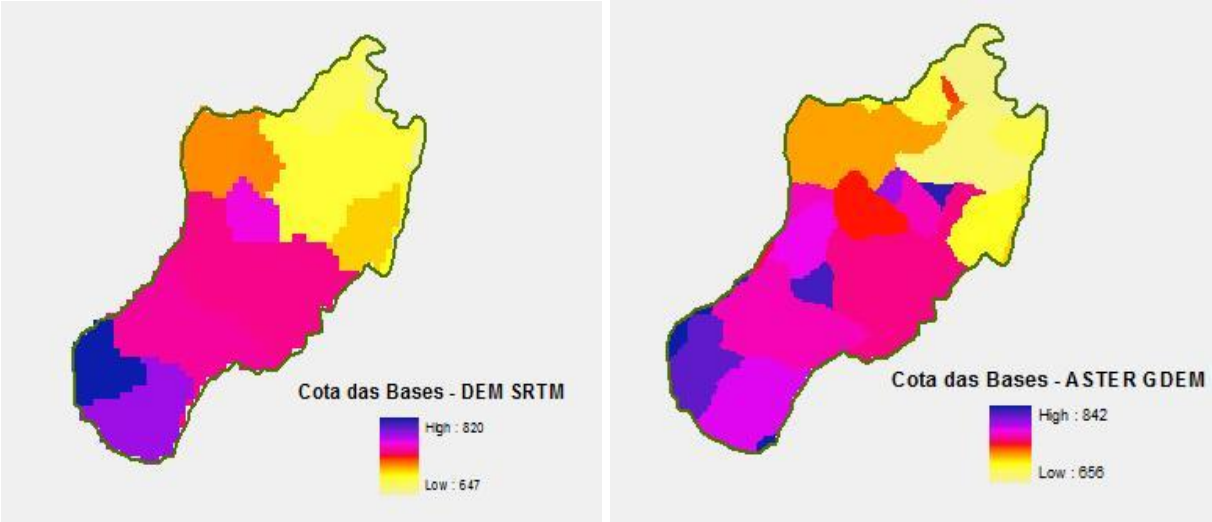


FIGURA 23 - IDENTIFICAÇÃO DAS BASES DOS MORROS A PARTIR DO DEM

As alturas dos morros identificados variaram para o DEM SRTM de 103 a 223 metros e para o ASTER GDEM de 20 a 214 metros de altitude.

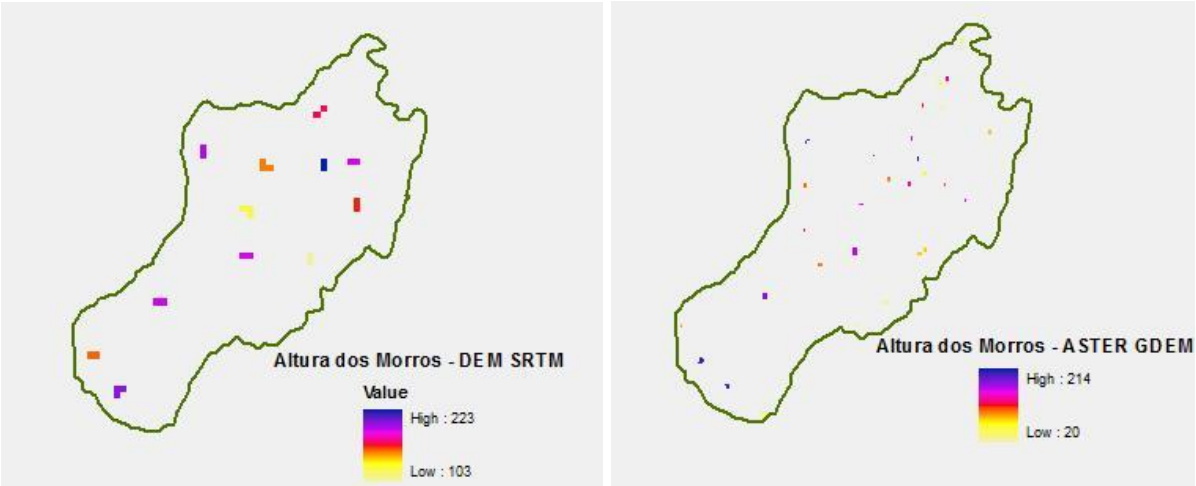


FIGURE 24 - ALTURA DOS MORROS IDENTIFICADOS A PARTIR DO DEM

Para atendimento de um dos critérios especificados na “Lei de Topo de Morro”, os morros acima identificados foram classificados pela sua altura obtendo-se o resultado abaixo que apresenta somente os morros com altura entre 50 e 300 metros de altitude. A categoria de montanhas, que seriam os morros com altura acima de 300 metros, não foi identificada para esta área piloto.

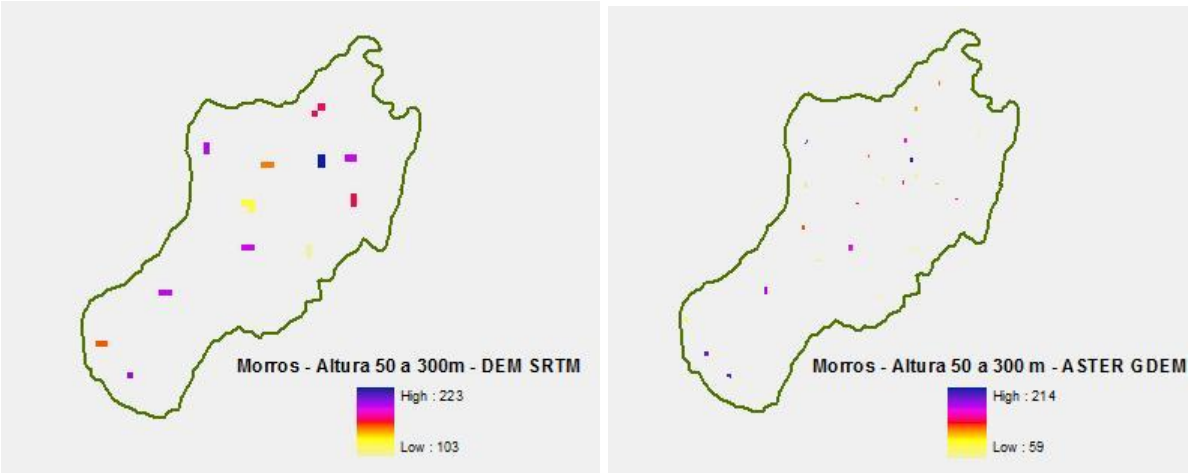


FIGURA 25 - SELEÇÃO DOS MORROS COM ALTURA ENTRE 50 E 300 METROS

Um outro critério, determinante das APPs de Topo de Morro, a ser analisado refere-se à presença ou não de declividade no terreno acima de trinta por cento (ou 17º).

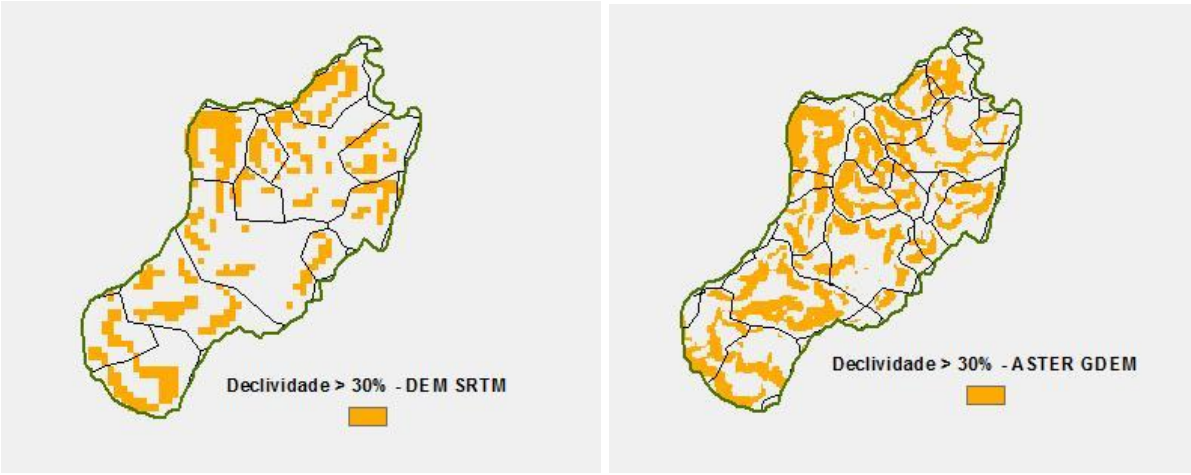
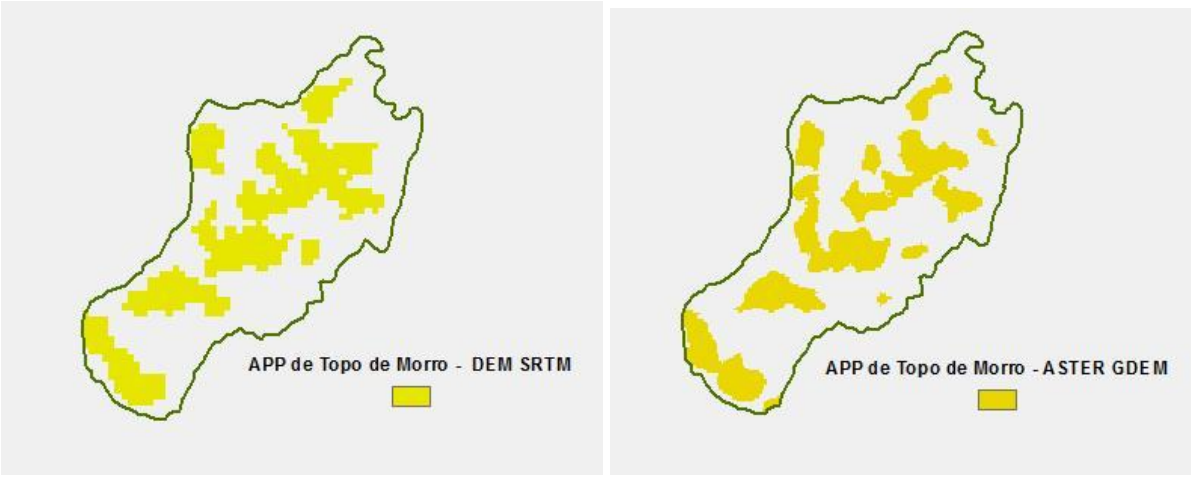


FIGURA 26 - IDENTIFICAÇÃO DOS MORROS COM DECLIVIDADE ACIMA DE 30%

A seguir apresentamos o mapa das APPs de Topo de Morro para os DEMs que resultaram do cruzamento de todos os produtos que contemplavam os critérios estipulados na legislação. A área total de preservação permanente obtida a partir da base DEM SRTM foi de 398,42 ha e para o ASTER GDEM de 341,57 ha.



Cada morro possue sua cota específica de início da área considerada de preservação permanente de topo de morro. Nas FIGURAS 24 e 25 abaixo segue as APPs específicas para cada morro.

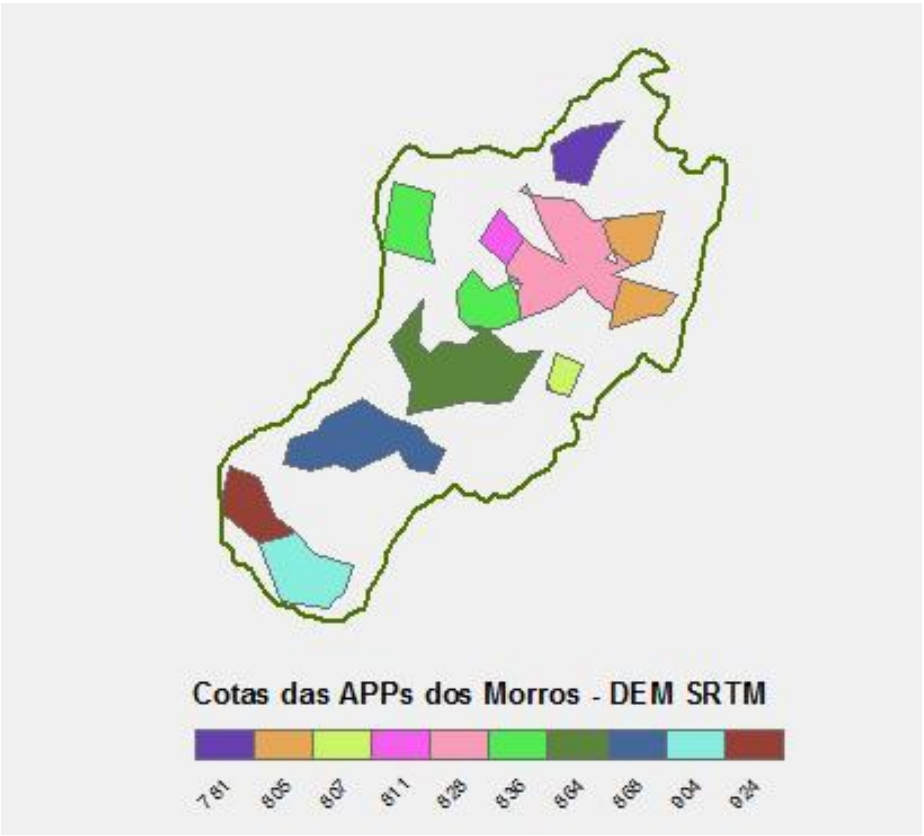


FIGURA 27 - ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM DEMONSTRAÇÃO DO VALOR DA COTA DE INÍCIO DA APP OBTIDA A PARTIR DO DEM SRTM

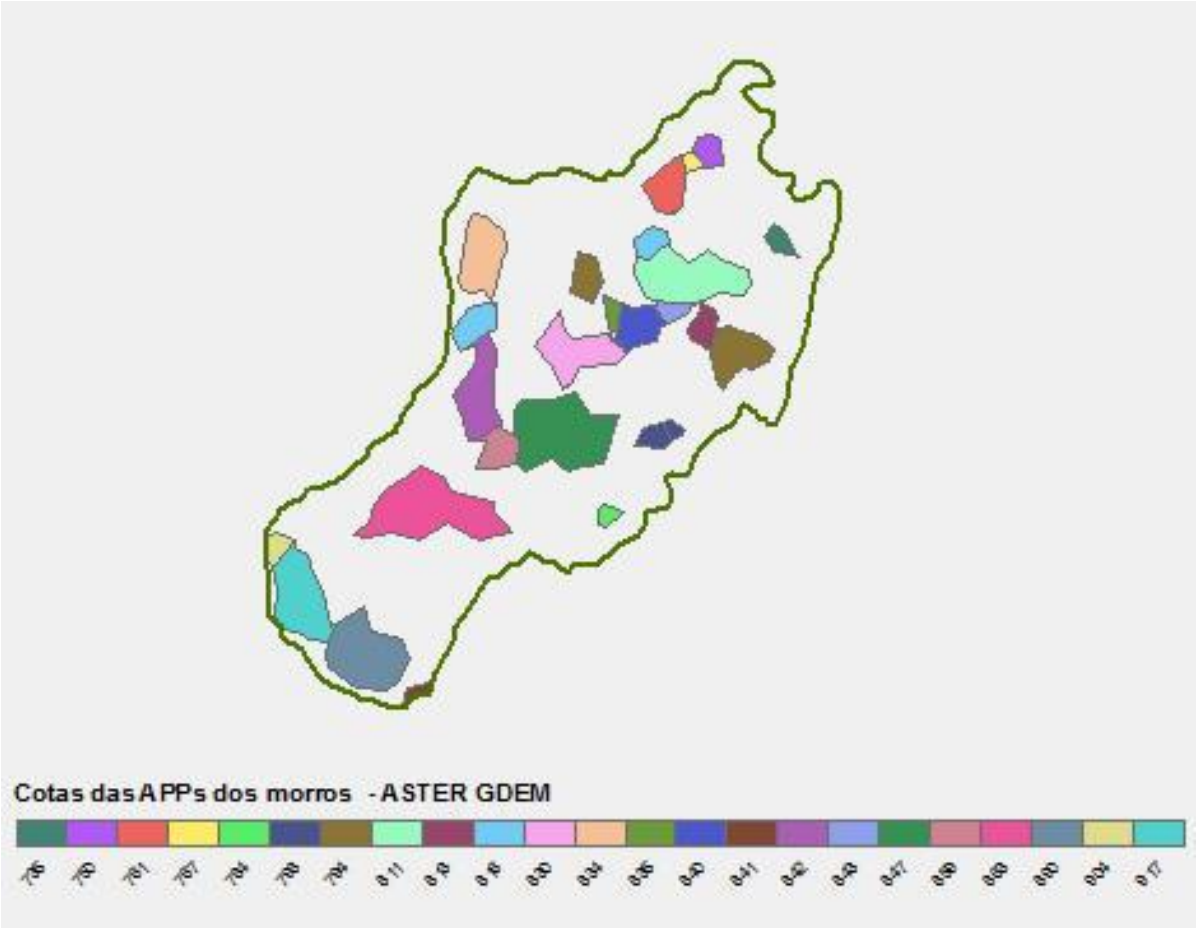


FIGURA 28 - ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM DEMONSTRAÇÃO DO VALOR DA COTA DE INÍCIO DA APP OBTIDA A PARTIR DO ASTER GDEM

4.3 COMPARAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE CALCULADAS

Ocorreu uma grande variação nas áreas de preservação permanente obtidas em cada procedimento. A carta topográfica está em uma Escala de 1:50.000. O DEM SRTM, com resolução espacial de 90 metros é compatível com a escala 1:250.000 e o ASTER GDEM , com resolução espacial de 30 metros compatível com a escala 1:50.000.

TABELA 5 - COMPARAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Método	Base	Área (ha)
Manual	Carta topográfica	152,76
Automático	DEM SRTM	398,42
Automático	ASTER GDEM	341,57

Conforme os resultados o crescimento das áreas mapeadas tendem a crescer com o aumento da escala ou da resolução do modelo digital. Porém, mesmo o ASTER GDEM apresentar os dados mais refinados que o DEM SRTM acredita-se que tendência do aumento de áreas não tenha ocorrido devido a algumas áreas não contemplarem os critérios de classificação de morros e, o tamanho de célula escolhido para saída dos resultados ser o mesmo do da entrada das bases.

5 CONCLUSÕES

A partir técnicas de geoprocessamento aplicadas no presente projeto com fins de delimitar de maneira automática as áreas de preservação permanente de topo de morro substituindo o método manual até hoje utilizado, com base nos parâmetros apresentados na Resolução CONAMA n.º 303/2002 concluímos que:

- A extensão ModelBuilder do software ArcGIS permitiu criar um modelo para determinação automática das áreas de preservação permanente de topo de morro;

- A escala e a resolução espacial das bases é um fator determinante para a variação nos resultados finais;

- A área de preservação permanente de topo de morro obtida a partir da extração dos dados da carta topográfica em escala 1:50.000 e calculada manualmente, foi de 152,76 há correspondente a 12,85 % da área piloto.

- A área de preservação permanente de topo de morro com uso do modelo “Topo de Morro” construído no Modelbuilder a partir do DEM SRTM foi de 398,42 há correspondente a 33,52 % da área piloto.

- A área de preservação permanente de topo de morro com uso do modelo “Topo de Morro” construído no Modelbuilder a partir do ASTER GDEM foi de 341,57 correspondente a 28,74% da área piloto.

- As definições de agrupamento de morros e linha de cumeada não foram possíveis de serem aplicadas no método automático devido a restrições técnicas para projeção das cotas dos morros com cotas de APPs inferiores para os morros agrupados ou em cumeada conforme definido na legislação.

- A análise da declividade no método automático, que engloba qualquer morro que contemple na sua extensão pelo menos um segmento com declividade acima de 30% pode ter sido um dos fatores determinantes para a diferença no número de morros com presença de áreas de preservação permanente obtidos a partir do método manual.

- A diferença das escalas compatíveis com as bases também é outro aspecto relevante para a variação dos resultados. A carta topográfica em escala 1:50.000 apresenta uma precisão de 10 metros, o DEM SRTM com resolução

espacial de 90 metros recomendando para a escala 1:100.000 e o ASTER DEM com resolução espacial de 30 metros para a escala 1:50.000.

6 RECOMENDAÇÕES

Recomendamos que a metodologia aplicada neste projeto seja testada com diferentes Modelos Digitais de Terreno disponíveis no mercado, e com bases de dados em escalas maiores para obter uma maior precisão na obtenção dos resultados.

Um estudo mais aprofundado do software utilizado pode apresentar ferramentas compatíveis para aplicação automática dos parâmetros para obtenção da linha de cumeada e agrupamento dos morros.

Outros parâmetros e definições de áreas de preservação permanente podem ser incluídos no modelo “Topo de Morro” obtendo um resultado mais abrangente de todas as áreas com restrições de uso de forma rápida e precisa.

REFERÊNCIAS

ASTER. Disponível em: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/>

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 303, 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 13 maio de 2002, p. 068. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html> Acesso em: 20/03/2010.

CORTIZO, S. **Topo de Morro na Resolução CONAMA Nº 303**. Disponível em <www.isfx.com.br/artigos/topo.pdf>. Acesso em: 15/03/2010.

DEBIASI,P.;RODRIGUES,T.L.;SOUZA,R.F.,**Avaliação da Adequação dos Produtos Aster GDEM no Auxílio ao Mapeamento Sistemático Brasileiro** - III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010 p. 003 – 005
Disponível em:
<http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/Cartografia/A_17.pdf>
Acesso em: março de 2010

ESRI, **ArcGIS**, versão 9.3.1.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E.E. **Método para determinação automática de áreas de preservação permanente em topo de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa, 2004. 32 p.: il (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 34)

HOTT, M.C.; MIRANDA, E.E.; VICTORIA, D.C. **Delimitação de áreas de preservação permanente em topos de morros para o território brasileiro.** Revista Geográfica Acadêmica, Vol. 2, No 2 (2008).
Disponível em:
<http://www.rga.ggf.br/index.php?journal=rga&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=32>
Acesso em abril de 2010

JENSEN,J.R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**.Carolina do Sul, Estados Unidos,1949. Traduzido por Epiphanio, J.C.N. (coordenador) et al. São José dos Campos, 2009.

LOUZADA,F.R.de O.;PELUZIO,T.M.de O.; SAITO,N.S.; DOS SANTOS,A.R.; DE SOUZA,S.M.; VIEIRA,M.V.M.. **Determinação de Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morros na Microregião de Planejamento do Caparaó, ES.** Publicado em: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Paraíba ,2009.
Disponível em:
<http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/0485_0129_02.pdf>
Acesso em: 30/06/2010.

METI/ERSDAC; NASA/LPDAAC, USGS/EROS, In cooperation with NGA and Other Coolaborators, **ASTER Global DEM Validation – Summary Report, June 2009** - Disponível em:< http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>
Acesso em: 25/03/2010.

PARANÁ. Instituto de Terras e Cartografia – ITCG. Mapa de Solos, 2008. Disponível Instituto de Terras e Cartografia – ITCG.
Disponível em:
http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47
Acesso em: 10/04/2010.

SRTM. Disponível em: <http://srtm.csi.cgiar.org>

GLOSSÁRIO

Features – Feição

Fill – Operação de correção e preenchimento de dados.

Framework - uma abstração que une códigos comuns entre vários projetos de software provendo uma funcionalidade genérica. Um framework pode atingir uma funcionalidade específica, por configuração, durante a programação de uma aplicação.

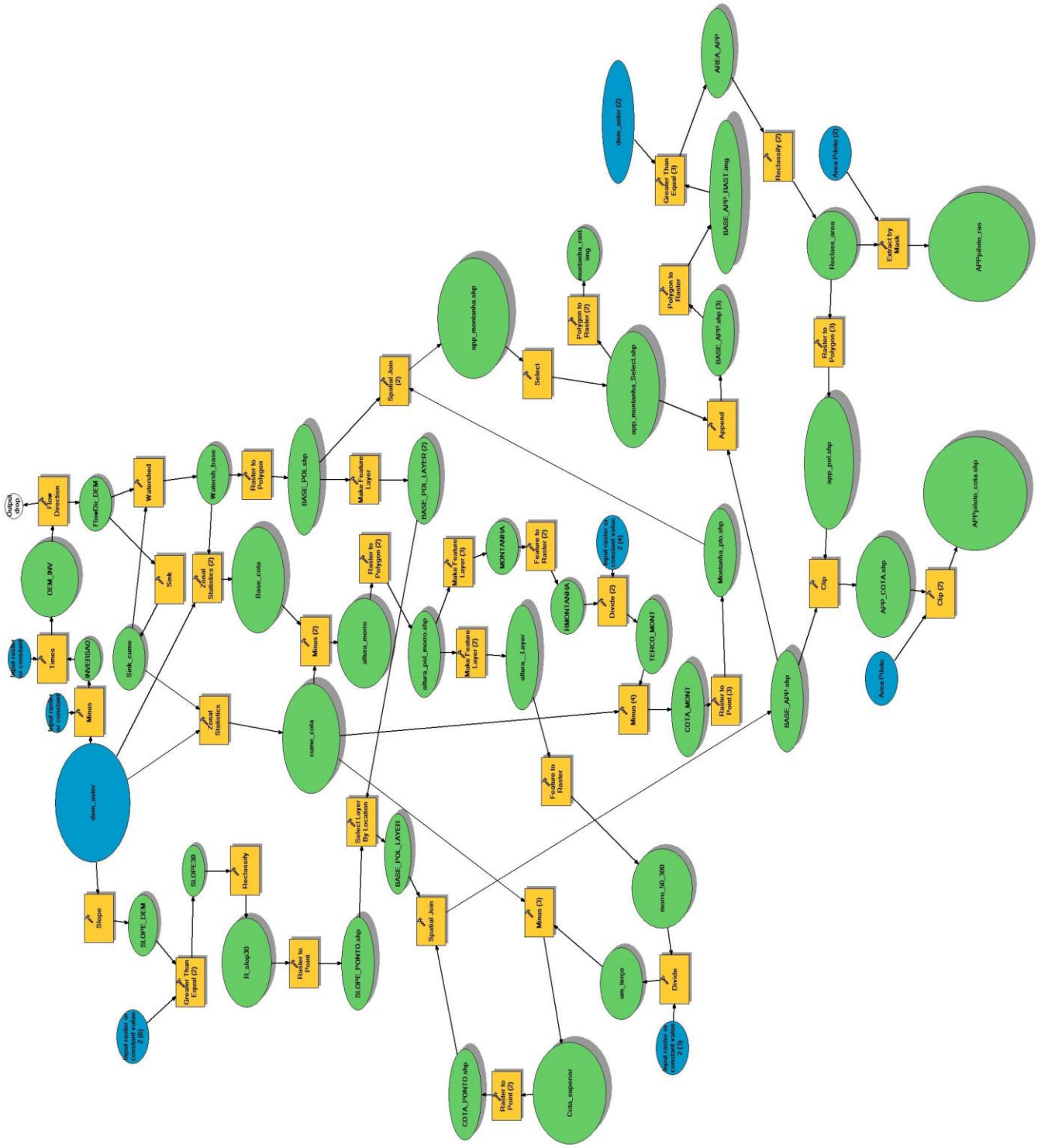
Loops – Repetições de uma operação

Raster - Imagens raster (ou bitmap, que significa mapa de *bits* em inglês) são imagens que contém a descrição de cada pixel, em oposição aos gráficos vectoriais.

Script - Linguagem de script, uma linguagem interpretada que age de dentro de um programa, como forma de extensão.

ANEXOS

ANEXO 1 - Modelo Topo de Morro



ANEXO 2 – Relatório da aplicação do Modelo Topo de Morro

Expand/Collapse All

6.1 Model Report

Generated on: Sat Oct 16 10:18:51 2010

6.2 Variables

DEM

Data Type:Raster Layer
Value:DEM

Input raster or constant value 2

Data Type:Composite Geodataset
Value:1128

INVERSAO

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\inversao

Input raster or constant value 2 (2)

Data Type:Composite Geodataset
Value:-1

DEM_INV

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\dem_inv

Output drop raster

Data Type:Raster Dataset
Value:

FlowDir_DEM

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\FlowDir_DEM

Sink_cume

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Sink_cume

Watersh_base

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Watersh_base

BASE_POL.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp

cume_cota

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota

Base_cota

Data Type:Raster Dataset

Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Base_cota

altura_morro

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_morro

altura_pol_morro.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_pol_morro.shp

MONTANHA

Data Type:Feature Layer
Value:MONTANHA

RMONTANHA

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\RMONTANHA

Input raster or constant value 2 (4)

Data Type:Composite Geodataset
Value:3

TERCO_MONT

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\TERCO_MONT

COTA_MONT

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_MONT

Montanha_pto.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp

app_montanha.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha.shp

app_montanha_Select.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha_Select.shp

montanha_rast.img

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\montanha_rast.img

BASE_POL_LAYER (2)

Data Type:Feature Layer
Value:BASE_POL_LAYER

SLOPE_DEM

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_DEM

Input raster or constant value 2 (6)

Data Type:Composite Geodataset

Value:30

SLOPE30

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\slope30

R_slop30

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\r_slop30

SLOPE_PONTO.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_PONTO.shp

BASE_POL_LAYER

Data Type:Feature Layer
Value:BASE_POL_LAYER

altura__Layer

Data Type:Feature Layer
Value:altura__Layer

morro_50_300

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\morro_50_300

Input raster or constant value 2 (3)

Data Type:Composite Geodataset
Value:3

um_terço

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\um_terço

Cota_superior

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Cota_superior

COTA_PONTO.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp

BASE_APP.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp

DEM (2)

Data Type:Raster Layer
Value:DEM

BASE_APP.shp (2)

Data Type:Table View or Raster Layer
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp

BASE_APP_RAST.img

Data Type:Raster Dataset

Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP_RAST.img

AREA_APP

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\area_app

Reclass_area

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Reclass_area

app_pol.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_pol.shp

APP_COTA.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APP_COTA.shp

Area Piloto

Data Type:Feature Layer
Value:Area Piloto

APPpiloto_cota.shp

Data Type:Feature Class
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APPpiloto_cota.shp

Area Piloto (2)

Data Type:Feature Layer
Value:Area Piloto

APPpiloto_ras

Data Type:Raster Dataset
Value:C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APPpiloto_ras

6.3 Processes

Minus

Tool Name:Minus
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Minus

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	DEM
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	1128
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\inversao

Messages:

Executing (Minus): Minus DEM 1128 "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\inversao"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:03 2010

Executed (Minus) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:04 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Times

Tool Name:Times
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Times

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\inversao
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	-1
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\dem_inv

Messages:

Executing (Times): Times "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\inversao" -1 "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\dem_inv"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:04 2010

Executed (Times) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:05 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Flow Direction

Tool Name:Flow Direction
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Hydrology\FlowDirection

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input surface raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\dem_inv
Output flow direction raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\FlowDir_DEM
Force all edge cells to flow outward	Input	Optional	Boolean	false
Output drop	Output	Optional	Raster	

raster			Dataset	

Messages:

Executing (Flow Direction): FlowDirection "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\dem_inv" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\FlowDir_DEM" NORMAL #

Start Time: Sat Oct 16 10:10:05 2010

Executed (Flow Direction) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:07 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Sink

Tool Name:Sink
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Hydrology\Sink

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input flow direction raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\FlowDir_DEM
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Sink_cume

Messages:

Executing (Sink): Sink "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\FlowDir_DEM" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Sink_cume"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:07 2010

Executed (Sink) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:08 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Watershed

Tool Name:Watershed
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Hydrology\Watershed

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input flow direction raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\FlowDir_DEM
Input raster or feature pour point data	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Sink_cume
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Watersh_base
Pour point field	Input	Optional	Field	VALUE

Messages:

Executing (Watershed): Watershed "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\FlowDir_DEM" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Sink_cume" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Watersh_base" VALUE

Start Time: Sat Oct 16 10:10:08 2010

Executed (Watershed) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:09 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Raster to Polygon

Tool Name:Raster to Polygon
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolygon

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Watersh_base
Output polygon features	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp
Simplify polygons	Input	Optional	Boolean	true
Field	Input	Optional	Field	VALUE

Messages:

Executing (Raster to Polygon): RasterToPolygon "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Watersh_base" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp" SIMPLIFY VALUE

Start Time: Sat Oct 16 10:10:09 2010

Executed (Raster to Polygon) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:10 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Zonal Statistics

Tool Name:Zonal Statistics
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Zonal\ZonalStatistics

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or feature zone data	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Sink_cume
Zone field	Input	Required	Field	VALUE
Input value raster	Input	Required	Composite	DEM

			Geodataset	
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota
Statistics type	Input	Optional	String	MAXIMUM
Ignore NoData in calculations	Input	Optional	Boolean	true

Messages:

Executing (Zonal Statistics): ZonalStatistics "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Sink_cume" VALUE DEM "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota" MAXIMUM DATA

Start Time: Sat Oct 16 10:10:15 2010

Executed (Zonal Statistics) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:17 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Zonal Statistics (2)

Tool Name:Zonal Statistics
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Zonal\ZonalStatistics

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or feature zone data	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Watersh_base
Zone field	Input	Required	Field	VALUE
Input value raster	Input	Required	Composite Geodataset	DEM
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Base_cota
Statistics type	Input	Optional	String	MINIMUM
Ignore NoData in calculations	Input	Optional	Boolean	true

Messages:

Executing (Zonal Statistics (2)): ZonalStatistics "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Watersh_base" VALUE DEM "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Base_cota" MINIMUM DATA

Start Time: Sat Oct 16 10:10:17 2010

Executed (Zonal Statistics (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:18 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Minus (2)

Tool Name:Minus
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst

Tools.tbx\Math\Minus

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Base_cota
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_morro

Messages:

Executing (Minus (2)): Minus "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Base_cota" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_morro"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:18 2010

Executed (Minus (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:20 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Raster to Polygon (2)

Tool Name:Raster to Polygon
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolygon

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_morro
Output polygon features	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_pol_morro.shp
Simplify polygons	Input	Optional	Boolean	true
Field	Input	Optional	Field	VALUE

Messages:

Executing (Raster to Polygon (2)): RasterToPolygon "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_morro" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_pol_morro.shp" SIMPLIFY VALUE

Start Time: Sat Oct 16 10:10:20 2010

Executed (Raster to Polygon (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:20 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Make Feature Layer (3)

Tool Name:Make Feature Layer
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management

Tools.tbx\Layers and Table Views\MakeFeatureLayer

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_pol_morro.shp
Output Layer	Output	Required	Feature Layer	MONTANHA
Expression	Input	Optional	SQL Expression	"GRIDCODE" >=300
Workspace or Feature Dataset	Input	Optional	Workspace or Feature Dataset	
Field Info	Input	Optional	Field Info	ID ID VISIBLE NONE;GRIDCODE GRIDCODE VISIBLE NONE

Messages:

Executing (Make Feature Layer (3)): MakeFeatureLayer "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_pol_morro.shp" MONTANHA ""GRIDCODE" >=300" # "ID ID VISIBLE NONE;GRIDCODE GRIDCODE VISIBLE NONE"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:25 2010

Executed (Make Feature Layer (3)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:25 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Feature to Raster (2)

Tool Name:Feature to Raster
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\To Raster\FeatureToRaster

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input features	Input	Required	Composite Geodataset	MONTANHA
Field	Input	Required	Field	GRIDCODE
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\RMONTANHA
Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	90

Messages:

Executing (Feature to Raster (2)): FeatureToRaster MONTANHA GRIDCODE "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\RMONTANHA" 90

Start Time: Sat Oct 16 10:10:25 2010

Executed (Feature to Raster (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:26 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Divide (2)

Tool Name:Divide
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Divide

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\RMONTANHA
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	3
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\TERCO_MONT

Messages:

Executing (Divide (2)): Divide "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\RMONTANHA" 3 "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\TERCO_MONT"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:26 2010

Executed (Divide (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:27 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Minus (4)

Tool Name:Minus
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Minus

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\TERCO_MONT
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_MONT

Messages:

Executing (Minus (4)): Minus "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\TERCO_MONT" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_MONT"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:27 2010

Executed (Minus (4)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:29 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Raster to Point (3)

Tool Name:Raster to Point
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPoint

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_MONT
Output point features	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp
Field	Input	Optional	Field	VALUE

Messages:

Executing (Raster to Point (3)): RasterToPoint "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_MONT" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp" VALUE

Start Time: Sat Oct 16 10:10:29 2010

Executed (Raster to Point (3)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:29 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Spatial Join (2)

Tool Name:Spatial Join
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Analysis Tools.tbx\Overlay\SpatialJoin

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Target Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp
Join Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp
Output Feature Class	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha.shp
Join Operation	Input	Optional	String	JOIN_ONE_TO_ONE
Keep All Target	Input	Optional	Boolean	true

Features				
Field Map of Join Features	Input	Optional	Field Mappings	ID 'ID' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp,ID,-1,-1;GRIDCODE 'GRIDCODE' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp,GRIDCODE,-1,-1;POINTID 'POINTID' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp,POINTID,-1,-1;GRID_CODE 'GRID_CODE' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp,GRID_CODE,-1,-1
Match Option	Input	Optional	String	INTERSECTS
Search Radius	Input	Optional	Linear unit	0 Meters
Distance Field Name	Input	Optional	String	

Messages:

Executing (Spatial Join (2)): SpatialJoin "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha.shp" JOIN_ONE_TO_ONE KEEP_ALL "ID 'ID' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp,ID,-1,-1;GRIDCODE 'GRIDCODE' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp,GRIDCODE,-1,-1;POINTID 'POINTID' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp,POINTID,-1,-1;GRID_CODE 'GRID_CODE' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Montanha_pto.shp,GRID_CODE,-1,-1" INTERSECTS "0 Meters" #

Start Time: Sat Oct 16 10:10:29 2010

Reading Features...

Executed (Spatial Join (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:30 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Select

Tool Name:Select
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Analysis

Tools.tbx\Extract\Select

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha.shp
Output Feature Class	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha_Select.shp
Expression	Input	Optional	SQL Expression	"GRID_CODE" >0

Messages:

Executing (Select): Select "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha.shp" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha_Select.shp" ""GRID_CODE" >0"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:30 2010

Executed (Select) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:30 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Polygon to Raster (2)

Tool Name:Polygon to Raster
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\To Raster\PolygonToRaster

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha_Select.shp
Value field	Input	Required	Field	GRID_CODE
Output Raster Dataset	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\montanha_rast.img
Cell assignment type	Input	Optional	String	CELL_CENTER
Priority field	Input	Optional	Field	GRID_CODE
Cellsize	Input	Optional	Analysis cell size	90

Messages:

Executing (Polygon to Raster (2)): PolygonToRaster "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha_Select.shp" GRID_CODE "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\montanha_rast.img" CELL_CENTER GRID_CODE 90

Start Time: Sat Oct 16 10:10:36 2010

Executed (Polygon to Raster (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:38 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Make Feature Layer

Tool Name:Make Feature Layer
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management Tools.tbx\Layers and Table Views\MakeFeatureLayer

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp
Output Layer	Output	Required	Feature Layer	BASE_POL_LAYER
Expression	Input	Optional	SQL Expression	
Workspace or Feature Dataset	Input	Optional	Workspace or Feature Dataset	
Field Info	Input	Optional	Field Info	ID ID VISIBLE NONE;GRIDCODE GRIDCODE VISIBLE NONE

Messages:

Executing (Make Feature Layer): MakeFeatureLayer "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp" BASE_POL_LAYER # # "ID ID VISIBLE NONE;GRIDCODE GRIDCODE VISIBLE NONE"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:10 2010

Executed (Make Feature Layer) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:10 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Slope

Tool Name:Slope
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Surface\Slope

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	DEM
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_DEM
Output measurement	Input	Optional	String	PERCENT_RISE

Z factor	Input	Optional	Double	1

Messages:

Executing (Slope): Slope DEM "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_DEM" PERCENT_RISE 1

Start Time: Sat Oct 16 10:10:10 2010

Executed (Slope) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:11 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Greater Than Equal (2)

Tool Name:Greater Than Equal
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Logical\GreaterThanEqual

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_DEM
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	30
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\slope30

Messages:

Executing (Greater Than Equal (2)): GreaterThanEqual "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_DEM" 30 "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\slope30"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:11 2010

Executed (Greater Than Equal (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:12 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Reclassify

Tool Name:Reclassify
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Reclass\Reclassify

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\slope30
Reclass field	Input	Required	Field	VALUE
Reclassification	Input	Required	Remap	0 NODATA;1 1
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer

				5738\MODEL TESTE\r_slop30
Change missing values to NoData	Input	Optional	Boolean	false

Messages:

Executing (Reclassify): Reclassify "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\slope30" VALUE "0 NODATA;1 1" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\r_slop30" DATA

Start Time: Sat Oct 16 10:10:12 2010

Executed (Reclassify) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:14 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Raster to Point

Tool Name:Raster to Point
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPoint

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\r_slop30
Output point features	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_PONTO.shp
Field	Input	Optional	Field	VALUE

Messages:

Executing (Raster to Point): RasterToPoint "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\r_slop30" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_PONTO.shp" VALUE

Start Time: Sat Oct 16 10:10:14 2010

Executed (Raster to Point) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:14 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Select Layer By Location

Tool Name:Select Layer By Location
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management Tools.tbx\Layers and Table Views\SelectLayerByLocation

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Feature Layer	Input	Required	Feature Layer	BASE_POL_LAYER
Relationship	Input	Optional	String	CONTAINS

Selecting Features	Input	Optional	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_PONTO.shp
Search Distance	Input	Optional	Linear unit	
Selection type	Input	Optional	String	NEW_SELECTION
Output Layer Name	Output	Derived	Feature Layer	BASE_POL_LAYER

Messages:

Executing (Select Layer By Location): SelectLayerByLocation BASE_POL_LAYER CONTAINS "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\SLOPE_PONTO.shp" # NEW_SELECTION BASE_POL_LAYER

Start Time: Sat Oct 16 10:10:14 2010

Executed (Select Layer By Location) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:15 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Make Feature Layer (2)

Tool Name:Make Feature Layer
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management Tools.tbx\Layers and Table Views\MakeFeatureLayer

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_pol_morro.shp
Output Layer	Output	Required	Feature Layer	altura__Layer
Expression	Input	Optional	SQL Expression	"GRIDCODE" >=50 AND "GRIDCODE" <=300
Workspace or Feature Dataset	Input	Optional	Workspace or Feature Dataset	
Field Info	Input	Optional	Field Info	ID ID VISIBLE NONE;GRIDCODE GRIDCODE VISIBLE NONE

Messages:

Executing (Make Feature Layer (2)): MakeFeatureLayer "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\altura_pol_morro.shp" altura__Layer ""GRIDCODE" >=50 AND "GRIDCODE" <=300" # "ID ID VISIBLE NONE;GRIDCODE GRIDCODE VISIBLE NONE"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:20 2010

Executed (Make Feature Layer (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:20 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Feature to Raster

Tool Name:Feature to Raster
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\To Raster\FeatureToRaster

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input features	Input	Required	Composite Geodataset	altura__Layer
Field	Input	Required	Field	GRIDCODE
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\morro_50_300
Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	90

Messages:

Executing (Feature to Raster): FeatureToRaster altura__Layer GRIDCODE "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\morro_50_300" 90

Start Time: Sat Oct 16 10:10:20 2010

Executed (Feature to Raster) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:21 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Divide

Tool Name:Divide
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Divide

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\morro_50_300
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	3
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\um_terço

Messages:

Executing (Divide): Divide "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\morro_50_300" 3 "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\um_terço"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:21 2010

Executed (Divide) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:23 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Minus (3)

Tool Name:Minus
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Minus

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\um_terço
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Cota_superior

Messages:

Executing (Minus (3)): Minus "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\cume_cota" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\um_terço" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Cota_superior"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:23 2010

Executed (Minus (3)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:24 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Raster to Point (2)

Tool Name:Raster to Point
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPoint

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Cota_superior
Output point features	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp
Field	Input	Optional	Field	VALUE

Messages:

Executing (Raster to Point (2)): RasterToPoint "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Cota_superior" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp" VALUE

Start Time: Sat Oct 16 10:10:24 2010

Executed (Raster to Point (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:25 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Spatial Join

Tool Name:Spatial Join

Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Analysis Tools.tbx\Overlay\SpatialJoin

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Target Features	Input	Required	Feature Layer	BASE_POL_LAYER
Join Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp
Output Feature Class	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp
Join Operation	Input	Optional	String	JOIN_ONE_TO_ONE
Keep All Target Features	Input	Optional	Boolean	false
Field Map of Join Features	Input	Optional	Field Mappings	ID 'ID' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp,ID,-1,-1;GRIDCODE 'GRIDCODE' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp,GRIDCODE,-1,-1;POINTID 'POINTID' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp,POINTID,-1,-1;GRID_CODE 'GRID_CODE' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp,GRID_CODE,-1,-1
Match Option	Input	Optional	String	INTERSECTS
Search Radius	Input	Optional	Linear unit	0 Meters
Distance Field Name	Input	Optional	String	

Messages:

Executing (Spatial Join): SpatialJoin BASE_POL_LAYER "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp" JOIN_ONE_TO_ONE KEEP_COMMON "ID 'ID' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL

TESTE\base_pol.shp,ID,-1,-1;GRIDCODE 'GRIDCODE' true true false 10 Double 0 10 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\base_pol.shp,GRIDCODE,-1,-1;POINTID 'POINTID' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp,POINTID,-1,-1;GRID_CODE 'GRID_CODE' true true false 0 Long 0 0 ,First,#,C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\COTA_PONTO.shp,GRID_CODE,-1,-1" INTERSECTS "0 Meters" #

Start Time: Sat Oct 16 10:10:25 2010

Reading Features...

Executed (Spatial Join) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:25 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Append

Tool Name:Append
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management Tools.tbx\General\Append

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Datasets	Input	Required	Multiple Value	'C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha_Select.shp'
Target Dataset	Input	Required	Table View or Raster Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp
Schema Type	Input	Optional	String	TEST
Field Map	Input	Optional	Field Mappings	
Subtype	Input	Optional	String	
Output Features	Output	Derived	Table View or Raster Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp

Messages:

Executing (Append): Append 'C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_montanha_Select.shp' "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp" TEST # # "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:30 2010

Executed (Append) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:30 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Polygon to Raster

Tool Name:Polygon to Raster

Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\To Raster\PolygonToRaster

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp
Value field	Input	Required	Field	GRID_CODE
Output Raster Dataset	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP_RAST.img
Cell assignment type	Input	Optional	String	CELL_CENTER
Priority field	Input	Optional	Field	NONE
Cellsize	Input	Optional	Analysis cell size	40

Messages:

Executing (Polygon to Raster): PolygonToRaster "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp" GRID_CODE "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP_RAST.img" CELL_CENTER NONE 40

Start Time: Sat Oct 16 10:10:30 2010

Executed (Polygon to Raster) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:32 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Greater Than Equal (3)

Tool Name:Greater Than Equal
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Math\Logical\GreaterThanEqual

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster or constant value 1	Input	Required	Composite Geodataset	DEM
Input raster or constant value 2	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP_RAST.img
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\area_app

Messages:

Executing (Greater Than Equal (3)): GreaterThanEqual DEM "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP_RAST.img" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\area_app"

Start Time: Sat Oct 16 10:10:32 2010

Executed (Greater Than Equal (3)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:34 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)

Reclassify (2)

Tool Name:Reclassify
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Reclass\Reclassify

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\area_app
Reclass field	Input	Required	Field	VALUE
Reclassification	Input	Required	Remap	0 NODATA;1 1
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Reclass_area
Change missing values to NoData	Input	Optional	Boolean	false

Messages:

Executing (Reclassify (2)): Reclassify "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\area_app" VALUE "0 NODATA;1 1" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Reclass_area" DATA

Start Time: Sat Oct 16 10:10:34 2010

Executed (Reclassify (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:35 2010 (Elapsed Time: 1,00 seconds)

Raster to Polygon (3)

Tool Name:Raster to Polygon
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx\From Raster\RasterToPolygon

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Reclass_area
Output polygon features	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_pol.shp
Simplify polygons	Input	Optional	Boolean	true
Field	Input	Optional	Field	VALUE

Messages:

Executing (Raster to Polygon (3)): RasterToPolygon "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Reclass_area" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_pol.shp" SIMPLIFY VALUE

Start Time: Sat Oct 16 10:10:36 2010

Executed (Raster to Polygon (3)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:36 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Clip

Tool Name:Clip
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Analysis Tools.tbx\Extract\Clip

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp
Clip Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_pol.shp
Output Feature Class	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APP_COTA.shp
XY Tolerance	Input	Optional	Linear unit	

Messages:

Executing (Clip): Clip "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\BASE_APP.shp" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\app_pol.shp" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APP_COTA.shp" #

Start Time: Sat Oct 16 10:10:36 2010

Reading Features...

Cracking Features...

Assembling Features...

Executed (Clip) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:36 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Clip (2)

Tool Name:Clip
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Analysis Tools.tbx\Extract\Clip

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*

Input Features	Input	Required	Feature Layer	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APP_COTA.shp
Clip Features	Input	Required	Feature Layer	Area Piloto
Output Feature Class	Output	Required	Feature Class	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APPpiloto_cota.shp
XY Tolerance	Input	Optional	Linear unit	

Messages:

Executing (Clip (2)): Clip "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APP_COTA.shp" "Area Piloto" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APPpiloto_cota.shp" #

Start Time: Sat Oct 16 10:10:58 2010

Reading Features...

Cracking Features...

Assembling Features...

Executed (Clip (2)) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:10:58 2010 (Elapsed Time: 0,00 seconds)

Extract by Mask

Tool Name:Extract by Mask
Tool Source:C:\Program Files (x86)\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Extraction\ExtractByMask

Parameters:

Name	*Direction*	*Type*	*Data Type*	*Value*
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Reclass_area
Input raster or feature mask data	Input	Required	Composite Geodataset	Area Piloto
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APPpiloto_ras

Messages:

Executing (Extract by Mask): ExtractByMask "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\Reclass_area" "Area Piloto" "C:\Users\Acer 5738\MODEL TESTE\APPpiloto_ras"

Start Time: Sat Oct 16 10:11:10 2010

Executed (Extract by Mask) successfully.

End Time: Sat Oct 16 10:11:12 2010 (Elapsed Time: 2,00 seconds)