



**Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da
UFMG**

Profa Ana Clara M. Moura

MAPEAMENTO DE APPS NO ARCGIS

I. GERAÇÃO DE REDE HÍDRICA

1) Existem diferentes fontes de dados topográficos. Você pode receber:

- um mapa com curvas de nível, e as curvas já devem ter o atributo com a cota;
- uma imagem ASTER-DEM ou SRTM que apresentam uma coleção de pixels e em cada pixel a informação da cota altimétrica coletada pelo satélite (processo de interferometria e emissão de radar);
- uma imagem gerada por captura laser, no qual o sensor (geralmente a bordo de um avião) capturou nuvem de pontos e eles foram transformados em imagem onde cada pixel apresenta o valor de uma cota topográfica coletada pelo laser ambiental.

No caso da disciplina de APP optamos por trabalharmos com a SRTM, que existe gratuitamente para o mundo todo. Para buscar a imagem SRTM de qualquer município indicamos o link:

Para saber sobre o SRTM: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/srtm.htm>

Para pegar o SRTM de Minas:

<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>

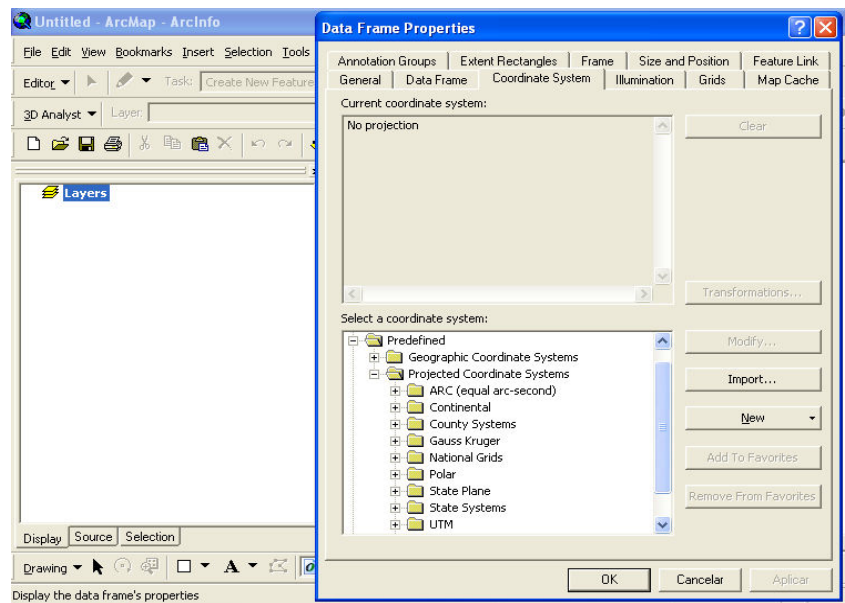
Caso decidam trabalhar um dia com dados da imagem Aster, o ASTER-DEM, cujo trabalho é igual ao do SRTM, vocês podem busca-la no site:

<http://processamentodigital.blogspot.com.br/2010/03/aster-gdem-downlod-gratuito.html>

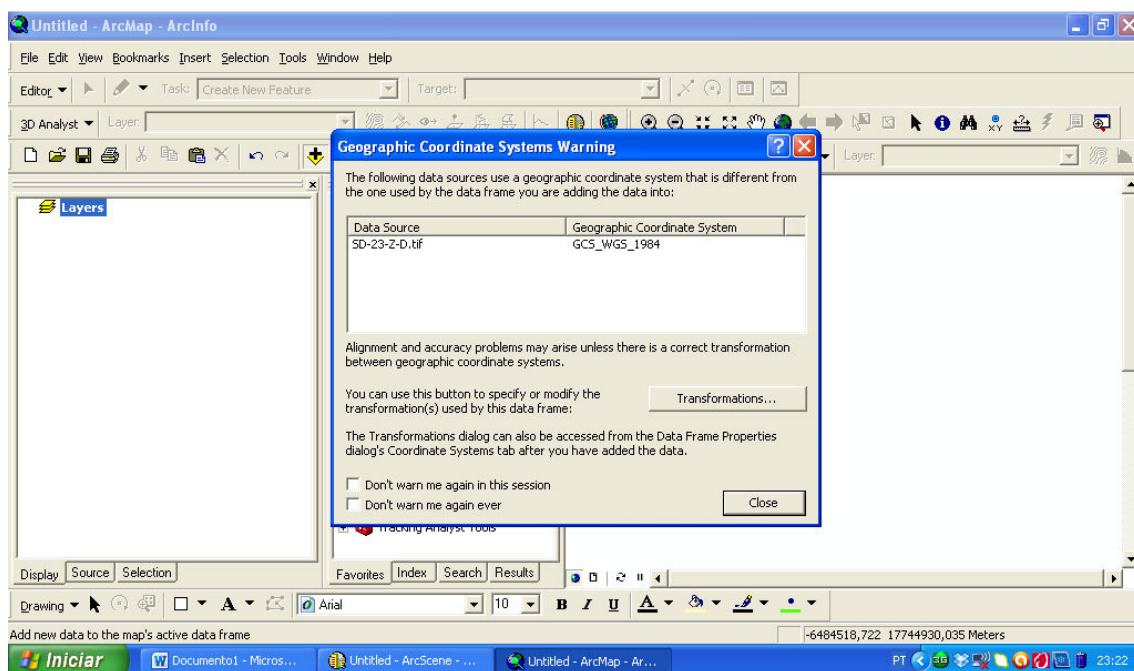
2) Projeções e Coordenadas

Inicie o trabalho no ArcGis/ArcMap configurando as projeções e coordenadas de seu trabalho.

No layers – Botão direito do mouse – Propriedades – Coordinate Systems – Projetadas – UTM – SouthAmerican – South American 1969 UTM Zona 23S.



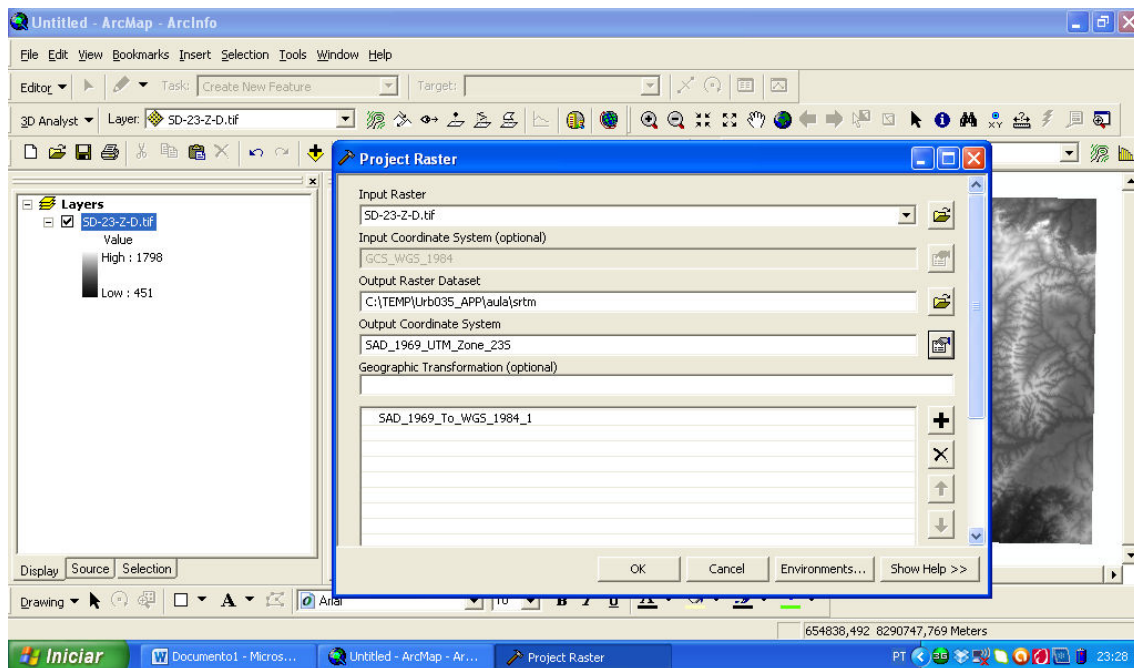
O SRTM vem em coordenadas Geográficas e se ninguém preparou o arquivo para ele ser ajustado à UTM, ao carregá-lo o software dará uma mensagem de erro/alerta de problema com projeções e coordenadas:



Clique em 'close' para este alerta e carregue o arquivo normalmente.

Depois vá convertê-lo para o sistema de coordenadas e projeções escolhido, que é o UTM SAD69.

No ArcTool Box (caixinhas vermelhas) procure por PROJECT. Busque pelo INDEX ou pegue na lista de Ferramentas do ArcTool Box no Data Management Tools – Projections and Transformations – Raster – Project Raster

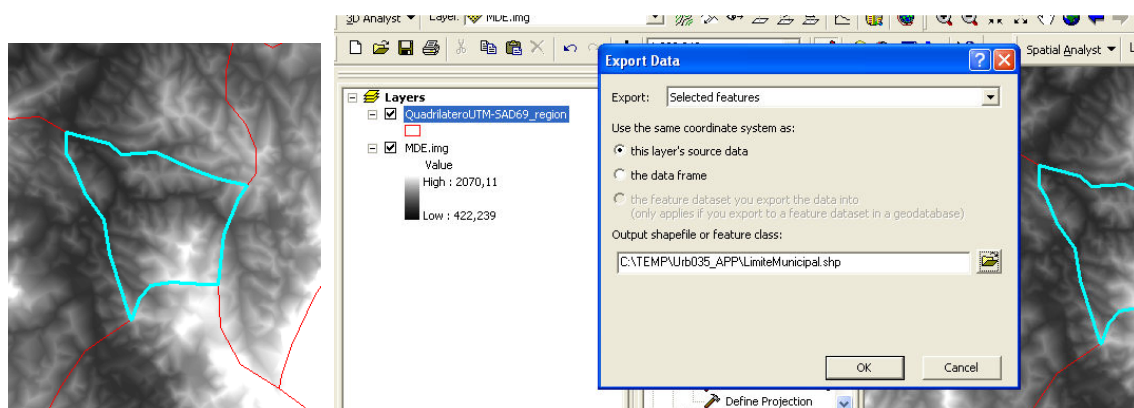


O input será a imagem SRTM original. Ele automaticamente lê o sistema de coordenadas e projeções dela. Depois escolha local e nome para a imagem que será criada a partir da conversão. Depois informe o novo sistema de projeções e coordenadas (projetadas – utm – South American – South American 1969 UTM Zone 23S). Defina um modelo para a conversão (indica-se o 1 ou o 14).

Agora você pode remover a imagem antiga e trabalhar na nova.

3) Recorte a imagem nos limites de seu interesse

Pegue uma shape (shp) que contenha a município de seu interesse (no nosso exemplo o Quadrilátero). Selecione, com a setinha de seleção (branca com quadradinho azul claro), o município de seu interesse (ele fica marcado de azul claro).



Salve a camada com outro nome, e ele vai fazer uma copia dela, mas contendo apenas o que foi selecionado. Para fazer isto:

Botão direito do mouse sobre a layer (exemplo a shape do Quadrilátero) – Data – Export Data – observe que ele vai exportar o “selected features”. Ele irá fazer uma cópia apenas do que foi selecionado. Ele pergunta se é para carregar o arquivo gerado, e você diz que sim.

Você agora já pode remover o desenho de todo o Quadrilátero e ficar apenas com o do município selecionado.

Para recortar a SRTM nos limites do município de trabalho, procure no ArcToolBox a palavra EXTRACT. Ou busque na lista de Ferramentas do ArcTool Box: Spatial Analyst Tools – Extraction – Extract by Mask. Preencha: o input é a imagem SRTM, a máscara de corte (feature mask data) é a shape do limite municipal, e você escolhe nome e local para salvar. Ele armazena agora a SRTM recortada apenas no limite municipal. Pode remover a anterior.

4) Geração do modelo que verifica a malha de pixels e faz a grade de acumulação.

4.1 Para visualizar melhor o relevo, faça o mapa de **sombreamento**:

Há dois caminhos: na barra de ferramentas do 3D Analyst – Surface Analysis – Hillshade. Ou na caixa de ferramentas do ArcTool Box – Spatial Analyst Tools – Surface – Hillshade.

Ele sugere que você coloque o sol a 315 graus de azimute (vindo do lado oeste, sol da tarde) e a 45 graus em relação ao chão. Aceite, configure apenas o tamanho da célula ou pixel (39 metros) e o local e nome de armazenamento.



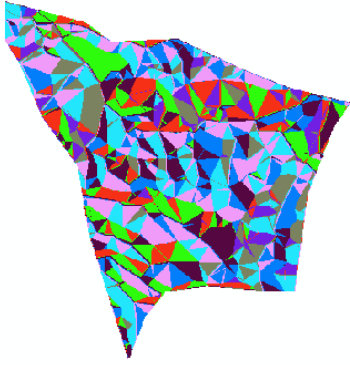
Este sombreamento pode te ajudar a interpretar os resultados.

4.2 – Gere o mapa de **direção de fluxo**.

Isto significa que ele irá observar a orientação de cada parte do terreno e mapear para onde cada pixel verta água.

Para fazer: nas ferramentas do ArcToolBox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Direction.

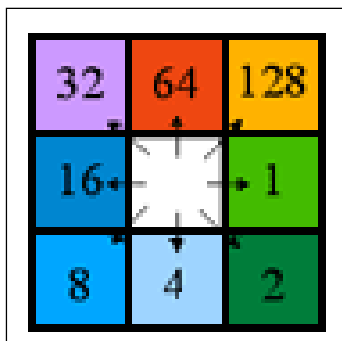
Use como entrada o SRTM do município, escolha nome e local do arquivo a ser gerado. Não precisa informar o que é opcional.



Sai um mapa todo colorido, com informação sobre as direções de fluxo de cada pixel.

A partir das direções de fluxo é possível determinar o sentido de escoamento das águas, logo teremos os espaços onde haverá acumulação do fluxo, definindo uma nova etapa do processo. A acumulação de fluxo define para onde convergem grandes volumes de escoamento, considerando inclusive valores de acumulação em relação aos pixels adjacentes e seus respectivos valores de fluxo – maiores ou menores valores de acumulação.

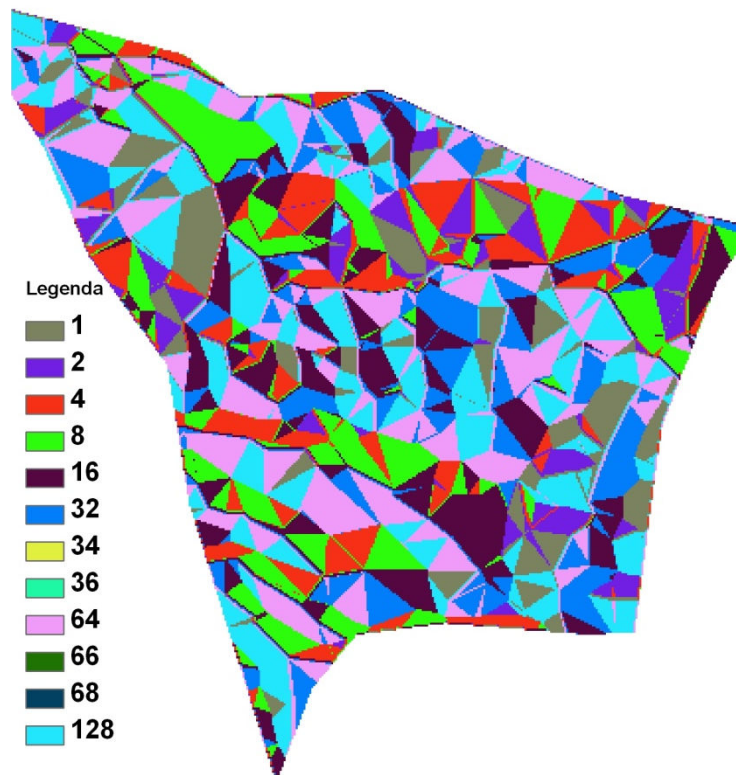
Existem as seguintes direções possíveis de fluxo: Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste, Noroeste, Norte e Nordeste.



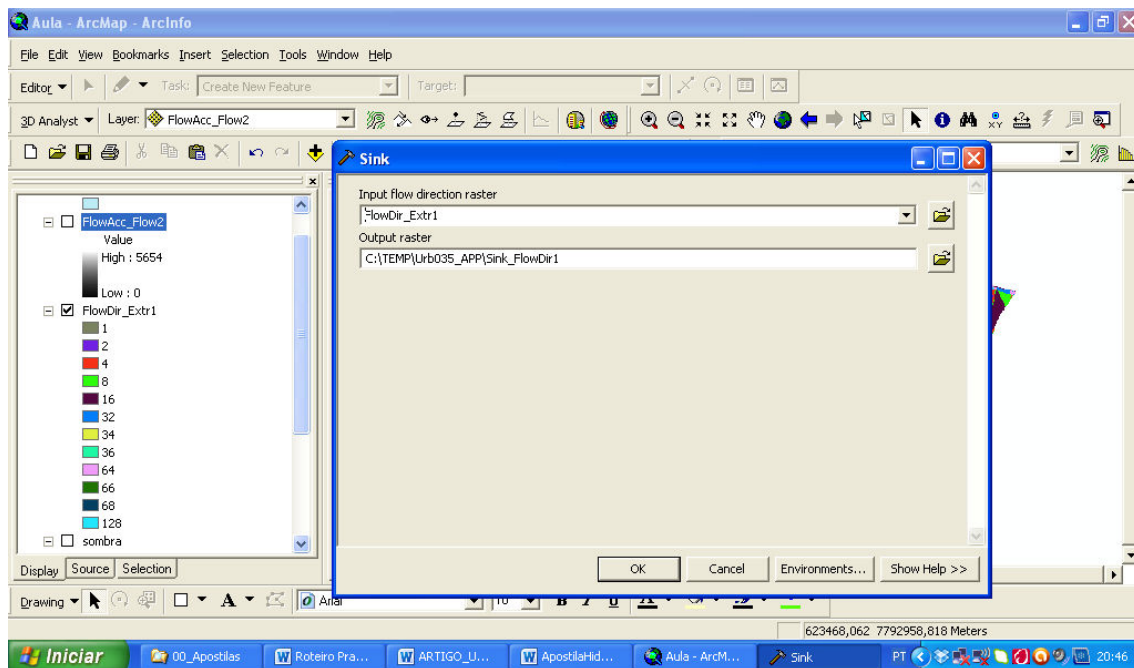
No software ArcGis ele atribui os valores 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128, respectivamente, para separar as direções Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste, Noroeste, Norte e Nordeste.

Assim, observem bem o resultado do mapa de fluxo. Se aparecerem na legenda valores diferentes destes citados, é porque há algum erro na informação do pixel, e é preciso fazer a correção. Podem ser áreas de acumulação, tipo depressões, lagos, sumidouros, áreas de recarga de lençóis freáticos e afins, mas podem ser também dados errados contidos na base utilizada.

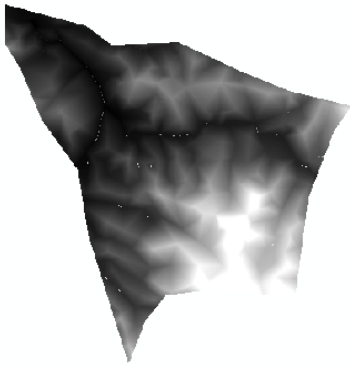
Observe que no exemplo a seguir há erros nos valores 34, 36, 66 e 68. São pixels onde é necessário fazer uma correção.



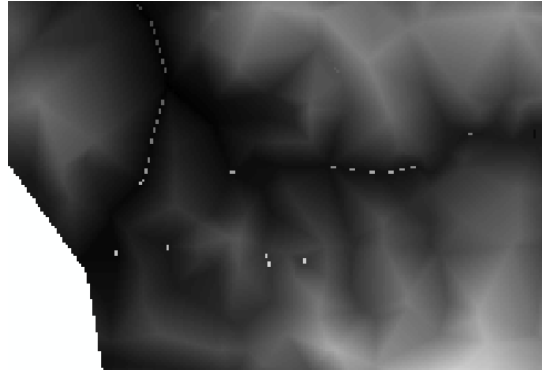
Para identificação desses pixels é utilizada a ferramenta “Sink”. Selecione *Sink* no *Toolbox*: *Spatial Analyst Tools > Hidrology > Sink*



Use como input o mapa de direção de fluxo (o que gerou o mapa colorido) e que será ajustado. O resultado é um mapa que mostra os pixels problemáticos:



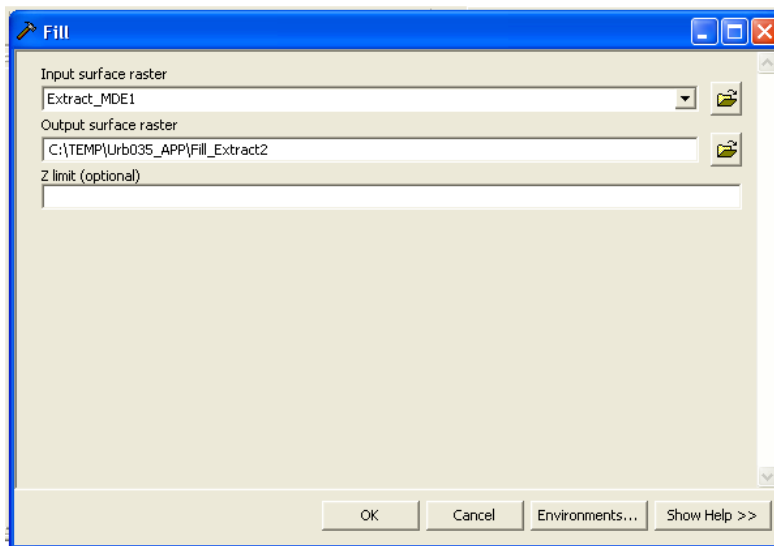
detalhe:



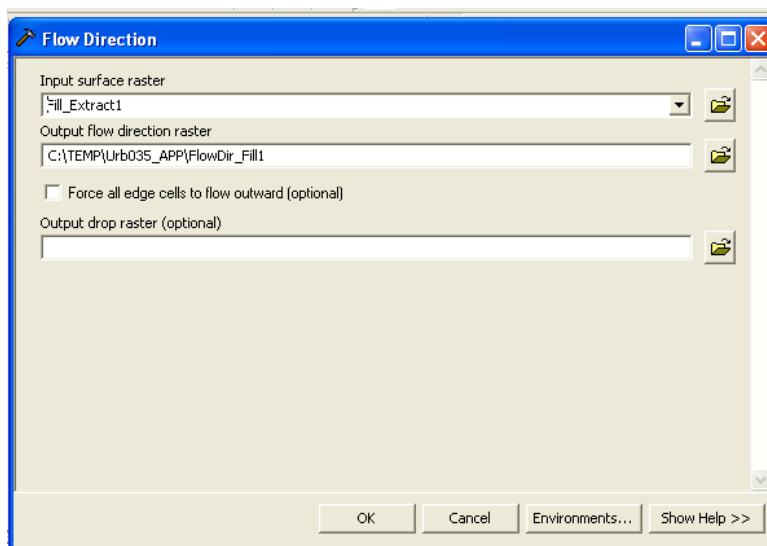
Cabe então solicitar ao software que preencha esses pixels problemáticos com novos valores.

A ferramenta “Fill” identifica os pixels discrepantes preenchendo-os, a fim de regularizar a superfície. Será gerada uma nova imagem (GRID) a partir da qual será possível criar um novo arquivo de direções de fluxo, para que apareçam apenas os oito valores previstos.

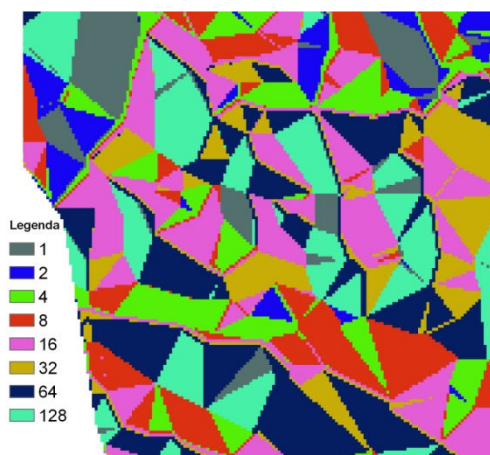
Trabalha-se novamente com o SRTM inicial, mas o submetendo ao Fill: *Spatial Analyst Tools > Hidrology > Fill*. O input é o arquivo inicial de MDE (no nosso exemplo, o SRTM recortado no limite municipal).



Com o novo arquivo gerado, é feito novo arquivo de direção de fluxo. O input no novo cálculo de direção de fluxo é o arquivo fill anterior:



Realizado este novo mapa de direção de fluxo, observe se houve correção dos valores, que devem ficar somente entre os 8 previstos: valores 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128, respectivamente, para separar as direções Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste, Noroeste, Norte e Nordeste.



Agora, a partir deste mapa de direção de fluxo corrigido, é então feito o mapa de grade de acumulação que verifica o sentido de fluxo dos pixels e interpreta o quando cada pixel é destino do caminho das águas. Quanto mais o índice de acumulação, mais no caminho das águas e mais baixo topograficamente está o pixel, ao passo que valores de acumulação baixos significam que o pixel não é caminho natural das águas.

4.3. Gere o mapa de **grade de acumulação**.

A partir da informação sobre o fluxo, feita anteriormente, é feita a grade de acumulação que informa a soma de água que verte em cada pixel, vinda dos pixels situados topograficamente mais altos.

Para fazer: nas ferramentas do ArcToolBox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Accumulation.

Use como input o mapa de fluxo feito na etapa anterior, escolha nome e local de armazenamento do novo mapa, e não precisa informar o que é opcional:

Em “*Input flow direction raster*” deve ser inserido o arquivo gerado a partir da ferramenta “*Flow Direction*” com os pixels corrigidos para os oito valores padrão (ver ferramenta “*Fill*”).

Em “*Output accumulation raster*” deve-se inserir o nome do arquivo gerado e o seu diretório de salvamento.

Em “*Input weight raster (optional)*” insere-se opcionalmente um raster com informações sobre quantidade de chuva, rugosidade do terreno, velocidade de escoamento, etc. Esta opção é especialmente útil em se tratando de estudos impermeabilização, a variação pluviométrica, etc.

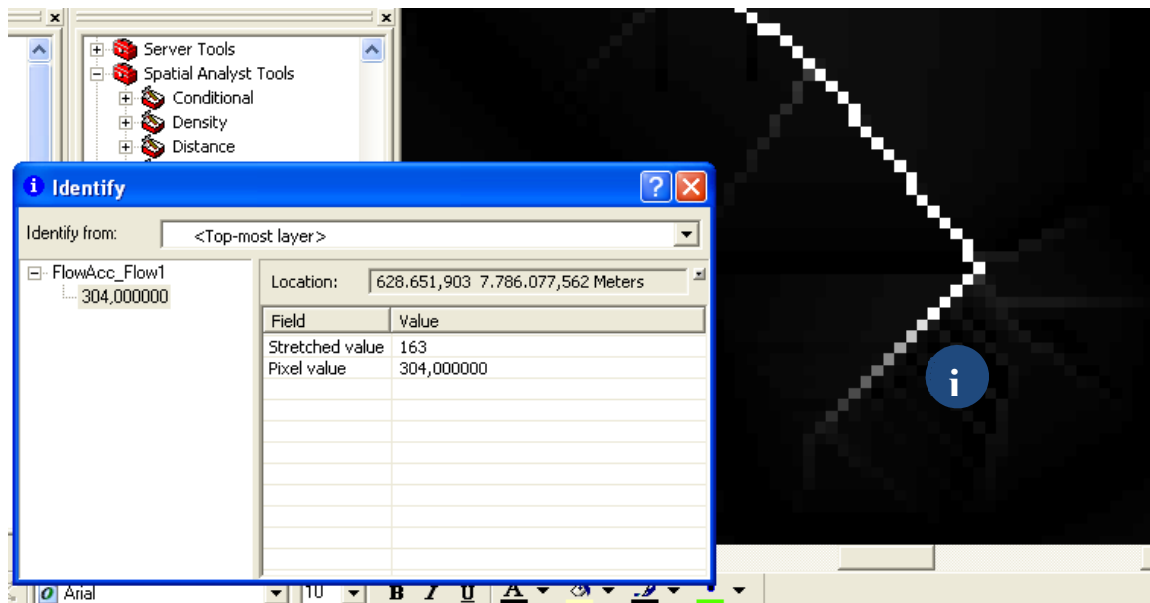
Em “*Output data type (optional)*” podemos determinar se os valores da grade de acumulação serão inteiros (Integer) ou decimais (Float). Usamos preferencialmente o “*Integer*”, a fim de tornar o processamento das informações mais rápido.

Depois de preencher todos os campos clique em “OK”. Será gerado um arquivo raster onde os pixels mais claros correspondem às áreas para onde convergem grandes volumes de escoamento.



Agora tudo vai depender no limiar, ou a referência de corte do que você considera que é um corpo d’ água. Isto vai estar relacionado ao nível de detalhamento de seu interesse, necessidade e aplicação. Pode ser escolhido por comparação com dado já existente (exemplo um mapa do IBGE com desenho de rios), por trabalho de campo observando no terreno onde você considera que a rede de canaletas já inicia um corpo d’ água, etc.

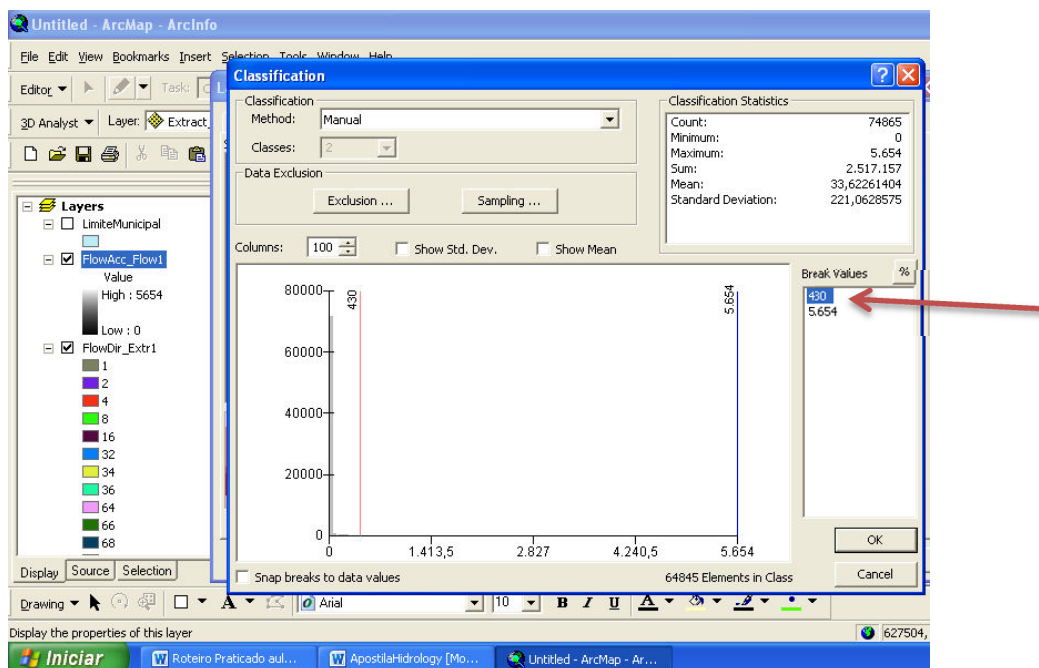
Na atividade da disciplina, fizemos assim: cada aluno escolheu o que consideraria um início de corpo d’ água, para não ficar nem muito detalhado, nem muito generalizado. Foi dado um zoom na imagem de acumulação e com o “i” de informação foi lido o valor do pixel no local considerado “início de corpo d’ água”. Informação da tabela que é aberta e indica “pixel value”.

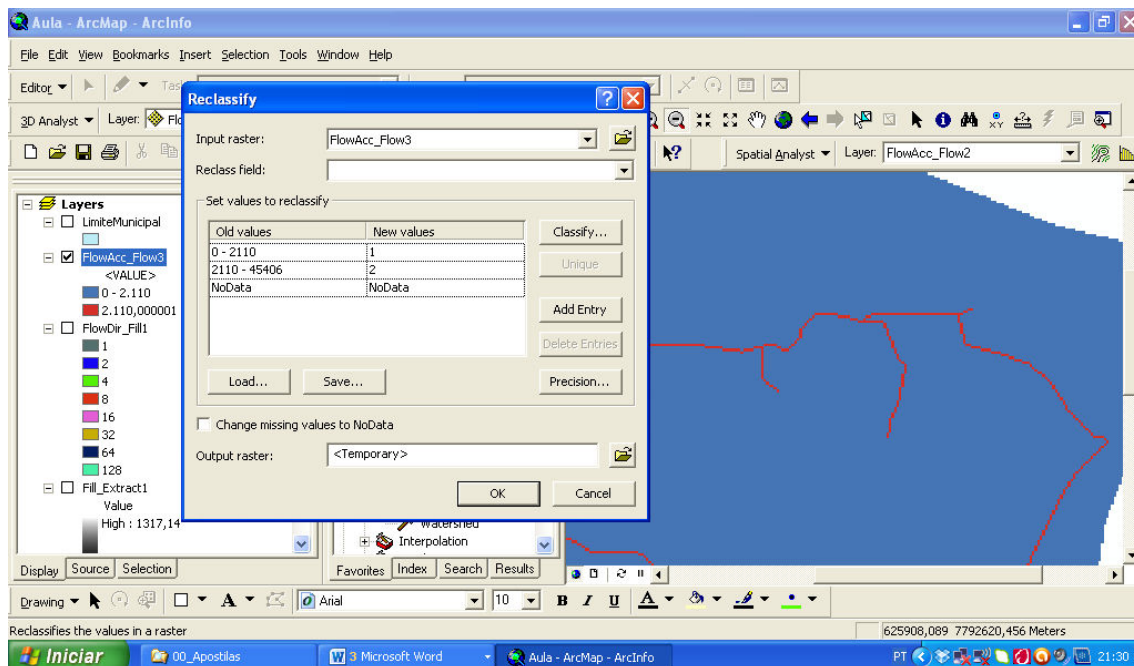


4.4 Peça para ele compor um desenho eu apresente somente os cursos d'água cujos índices de acumulação sejam superiores ao valor escolhido. Significa **optar por um limiar** na grade de acumulação.

Escolhido o valor do pixel, resimbolize o próprio mapa de grade de acumulação colorindo de duas cores o que é e o que não é corpo d' água.

Botão direito do mouse na camada de fluxo de acumulação - Propriedades – Simbolização – Classified – Peça para fazer apenas 2 classes – vá no Classify – e informe na primeira faixa o valor que é seu limite escolhido:





Ele vai redesenhar, mas colorindo de branco apenas aqueles pixels cujos valores são maiores do que o limiar escolhido por você, ou seja: pixels que recebem mais fluxo ou que acumula mais influência de outras áreas acima dele topograficamente.

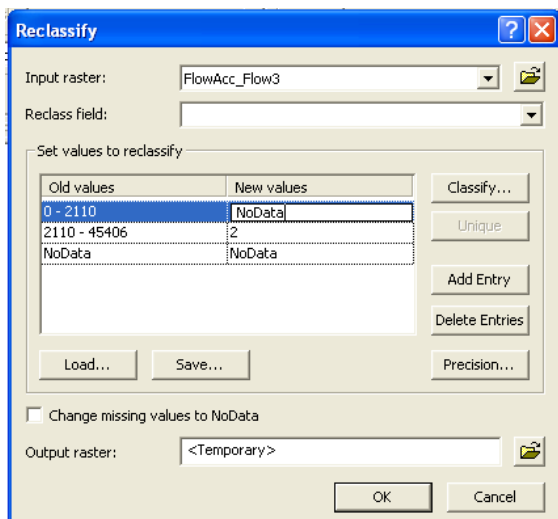
5. Conversão de raster para vetor

O próximo passo é converter este arquivo em um desenho da rede hídrica, em arquivo vetorial. Para que o aplicativo saiba o que vai vetorizar, é necessário reclassificar este raster para que ele apresente o fundo sem informação e o desenho dos rios se destacando.

Para reclassificar:

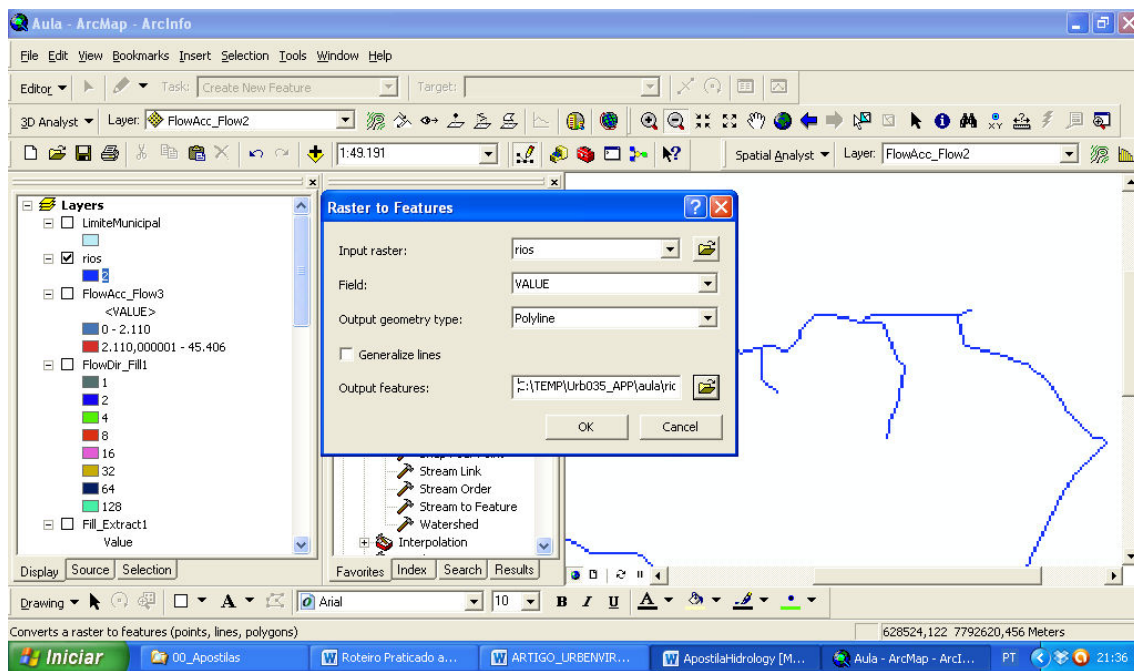
Spatial Analyst (preferível trabalhar com a barra de ferramentas horizontal) – Reclassify:

Observe que será necessário deixar os rios (no exemplo é a faixa que recebe valor “2”), e retirar o fundo, então atribua “NoData” para a faixa do fundo, na coluna do New Values. O arquivo pode ser salvo como Tiff ou como Grid:

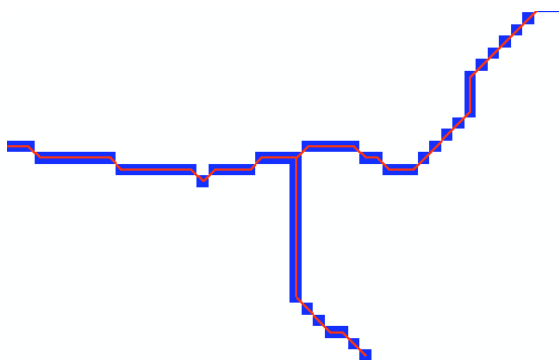


Construído este no arquivo, agora é o momento de vetorizar:

Spatial Analyst – Convert – Raster to Features

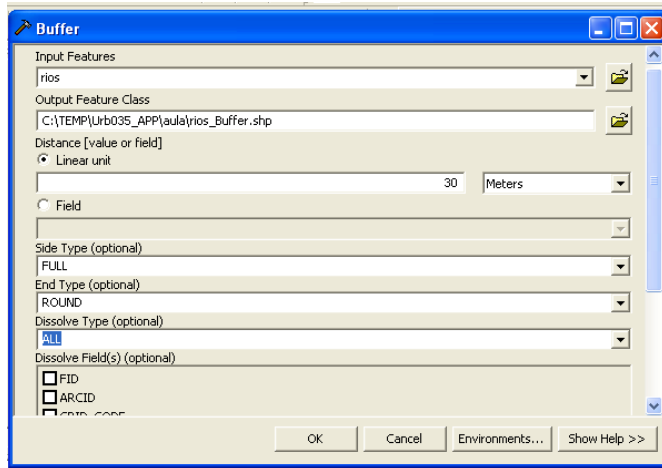


O input é o arquivo raster que foi reclassificado para não apresentar o fundo, o campo é o value, a geometria, no caso de rios, é polyline (linhas) e peço para não generalizar as linhas, e escolho um lugar de armazenamento do arquivo.



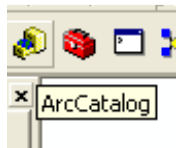
II. GERAÇÃO DE BUFFER ou FAIXA DE DOMÍNIO DE CURSO D'ÁGUA E CABECEIRA

No ArcTool Box, através do index, procure Buffer – Buffer Analysis

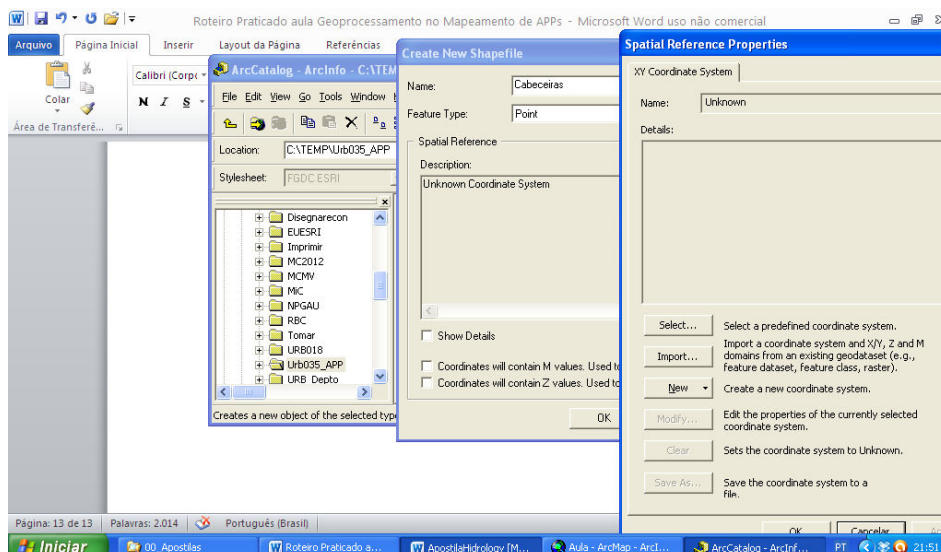


A entrada (input) é o desenho vetorial de rios, informa-se o valor (no nosso estudo 30 metros), e o Dissolve Type é ALL.

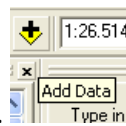
Para fazer as cabeceiras será necessário desenhar um ponto em cada localidade onde elas se encontram. Para desenhar, vamos criar um novo arquivo no ArcCatalog:



No ArcCatalog: Informe primeiro o diretório onde o arquivo será criado. Depois vá no File – New – Shapefile – dê nome para o arquivo a ser criado e informe as projeções e coordenadas: Edit – Projetadas – UTM – South America – South American 1969 Datum Zona 23S. Atenção para criar o arquivo como POINT (poderia ser polígonos, polylines ou pontos).



Pode sair do ArcCatalog.

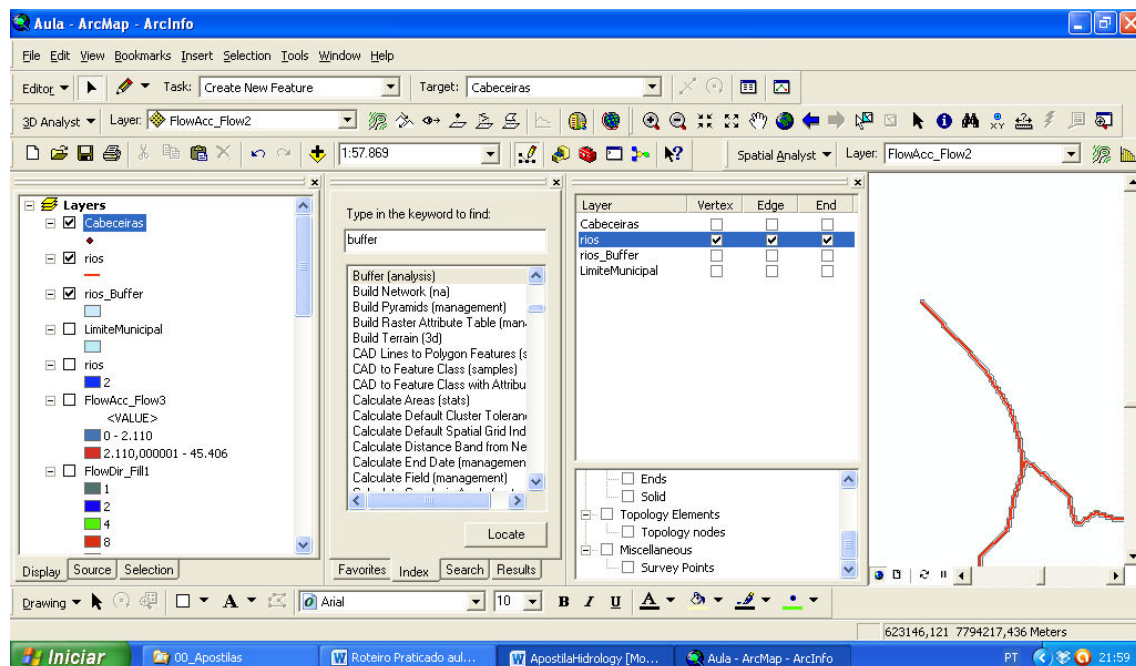


No ArcMap, adicione a camada criada com o +.

Agora que o arquivo foi criado, ele deve ficar editável para se desenhar as cabeceiras.

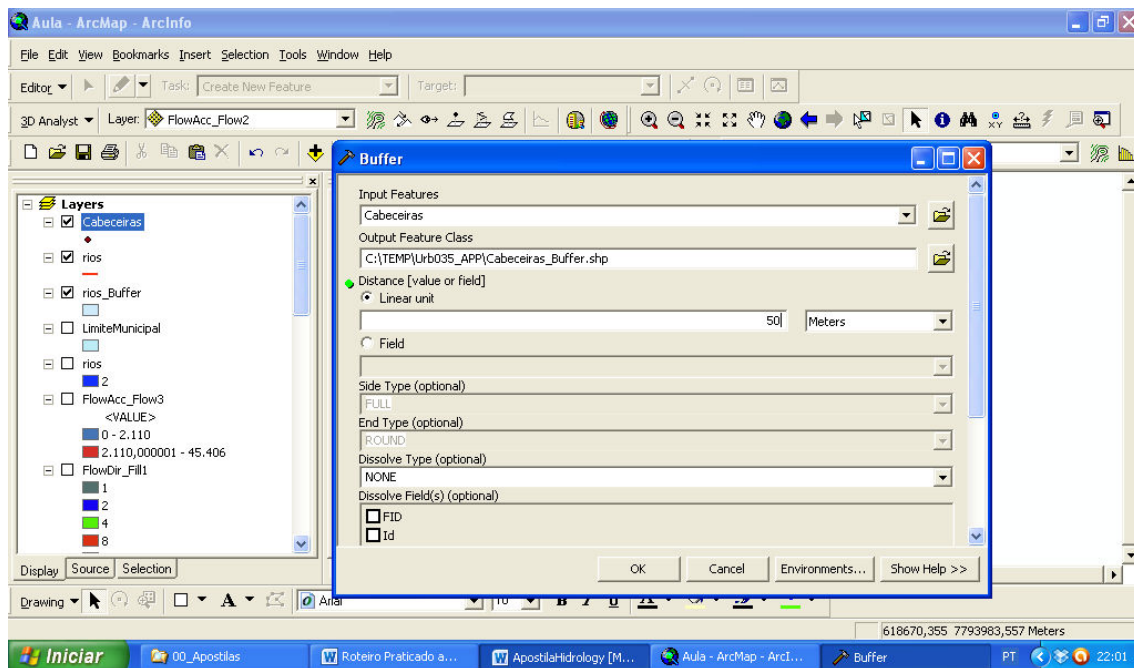
Editor – Star Editing – procure a pasta onde está armazenado o arquivo criado (exemplo cabeceiras) e ali dê Ok – Star Editing.

Para os pontos de cabeceiras ficarem exatamente nas pontas dos rios, é necessário ligar o “snap”. Isto é feito no Editor – Snapping – e marque para ele “snappar” os rios.



Depois comece a desenhar as cabeceiras com a ferramenta de lápis do Editor. Terminado o desenho, dê Save Edits – Stop Editing.

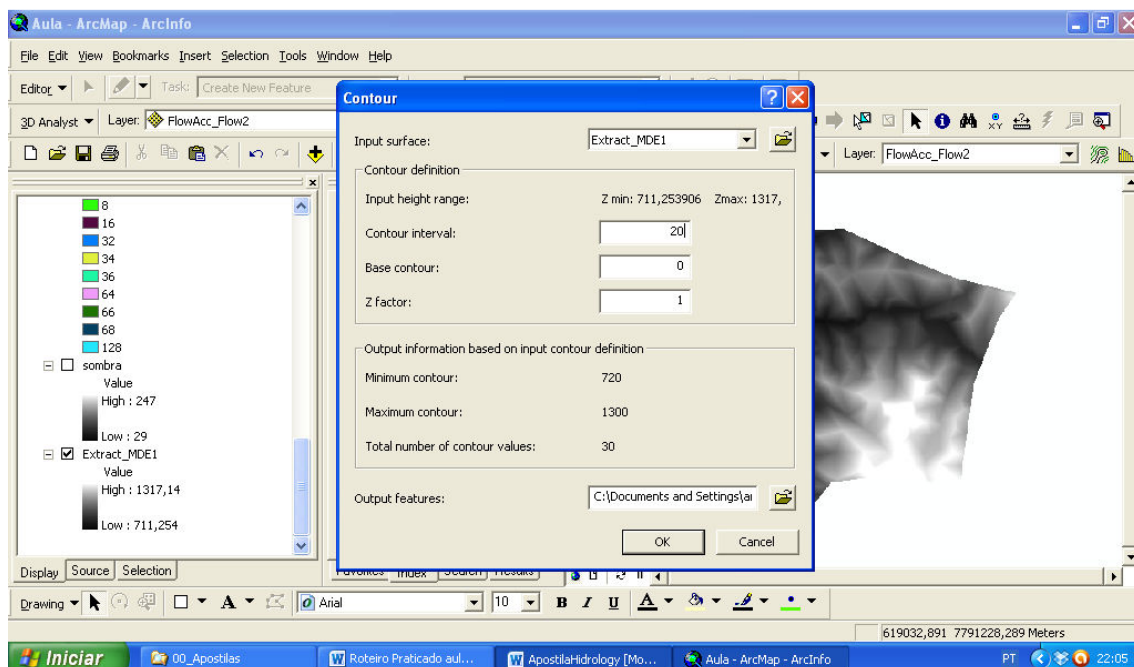
Agora faça o buffer das cabeceiras com o valor de 50 metros:

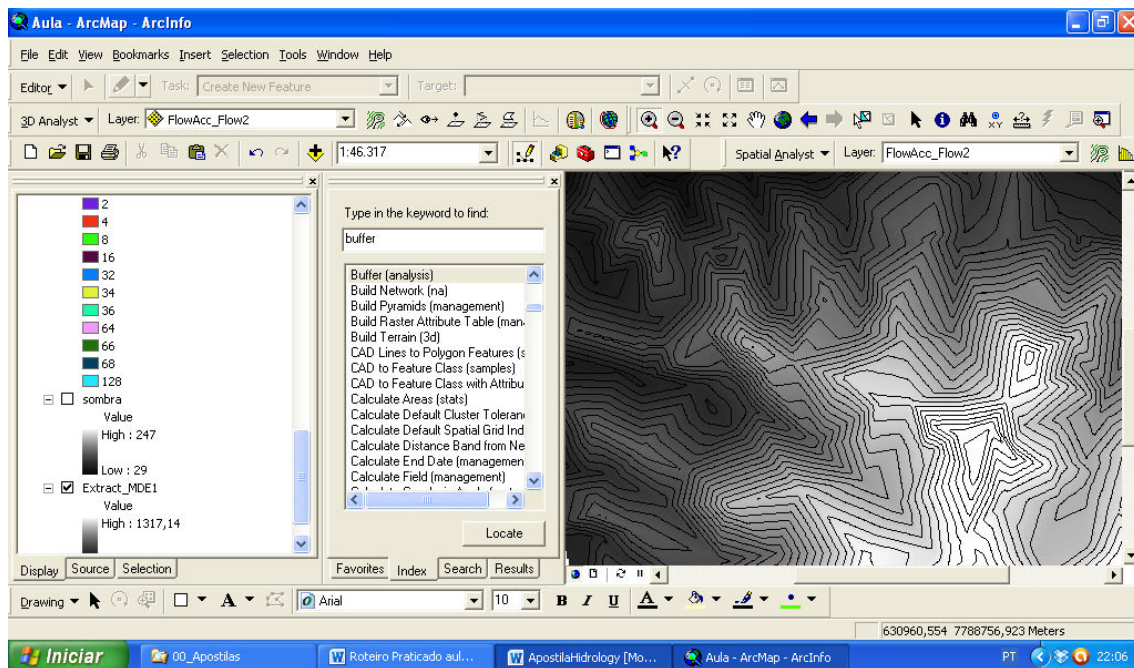


III. GERAÇÃO DE DECLIVIDADES

A partir do seu MDE original (no nosso estudo de caso o SRTM que foi recortado no município), caso queira visualizar as curvas de nível:

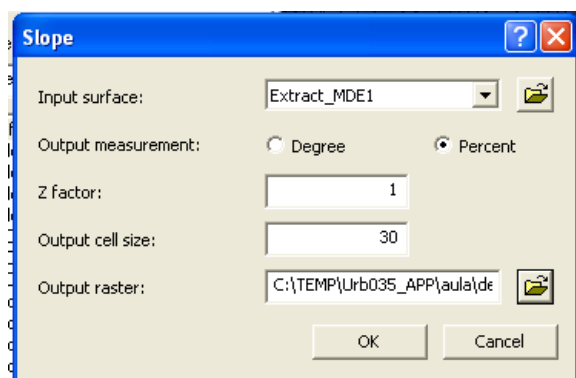
No 3D Analyst da barra horizontal: 3D Analyst – Surface Analyst – Contour. O input deve ser o seu MDE (no caso o SRTM cortado no município), e informe a equidistância das curvas de nível. Exemplo 20 metros.





Ou se não precisar ver as curvas de nível pode ir direto para o cálculo das declividades. O cálculo das declividades pode ser feito a partir destas curvas de nível, ou diretamente do MDE original (SRTM recortado no município). Caso seja feito através de curvas no nível, é necessário gerar o TIN (Triangular Network). Caso vá fazer direto na imagem, basta:

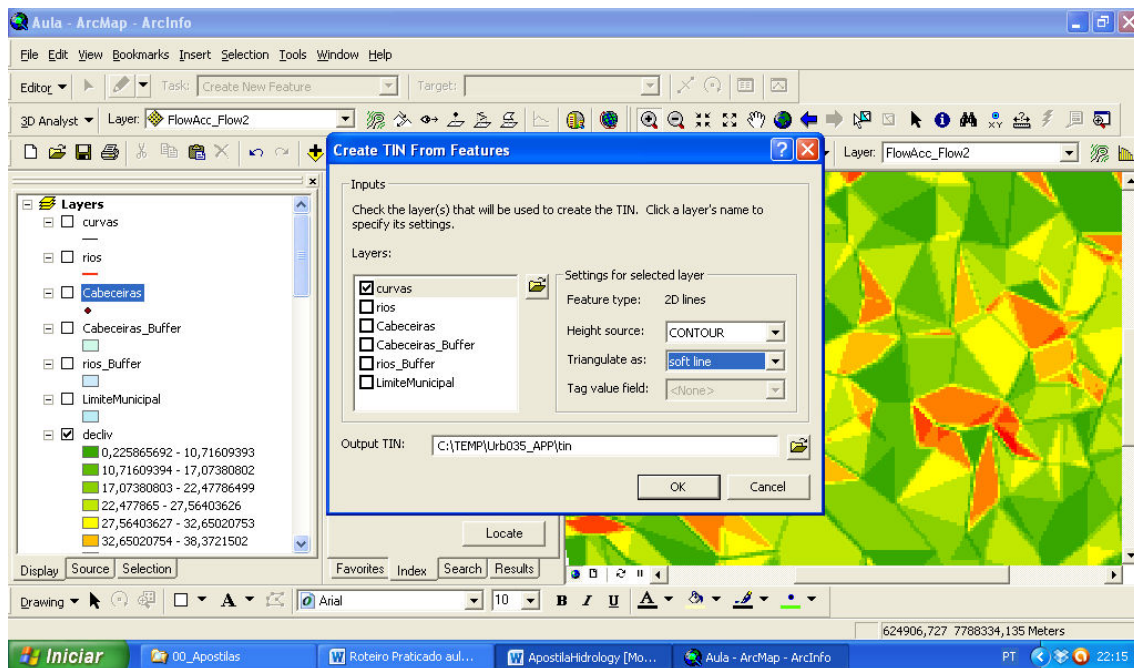
3D Analyst – Surface Analyst – Slope. Use como input o raster (MDE - SRTM recortado no município), defina que a declividade será em percentual, e defina uma célula de saída em função da resolução da imagem (dimensão do pixel – no caso do SRTM usaremos 30).



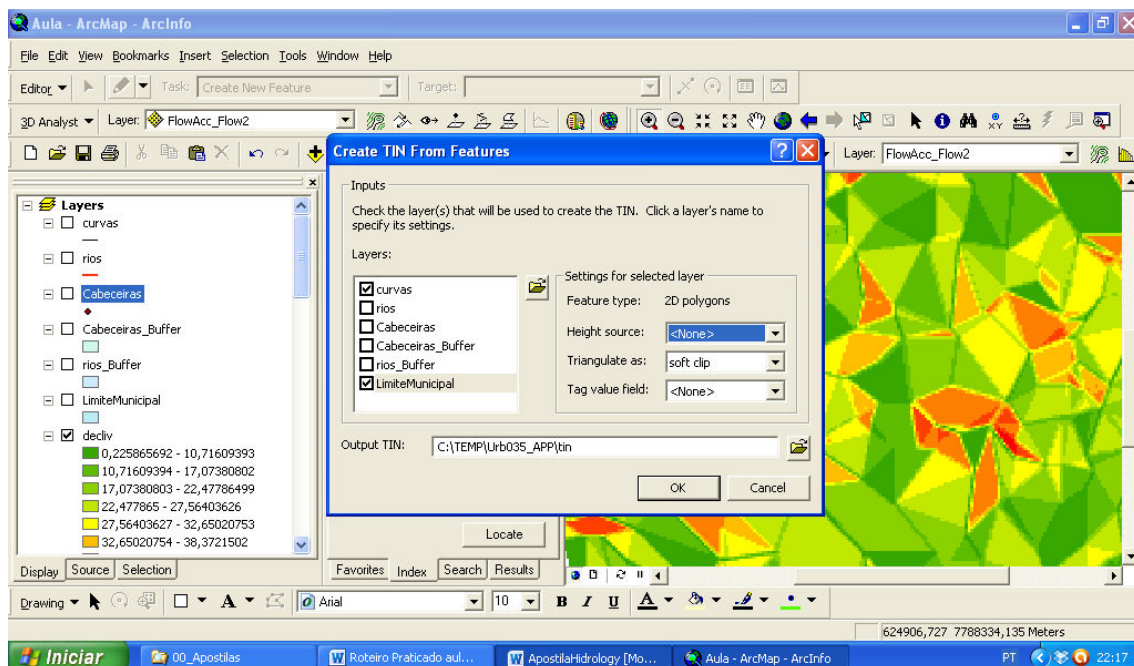
Caso vá fazer pelas curvas de nível, o primeiro passo é gerar o TIN:

3D Analyst – Create or Modify TiN – Create Tin from features

Selecione primeiro as curvas de nível (arquivo curvas) e diga que o valor da altimetria ele vai achar na coluna CONTOUR e que as linhas devem ser entendidas como SOFT LINE:



Depois na mesma janela de diálogo ainda selecione a linha delimita o município. No exemplo ele se chama “limite municipal”, mas poderia ser “Rio Acima” ou o nome que se deu para o arquivo que contém a linha de divisão do município. Ele deve ser configurado como Height Source – None, Triangulado como Soft Clip.



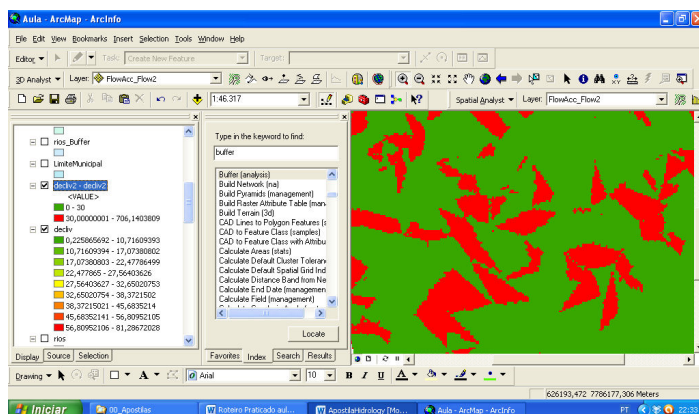
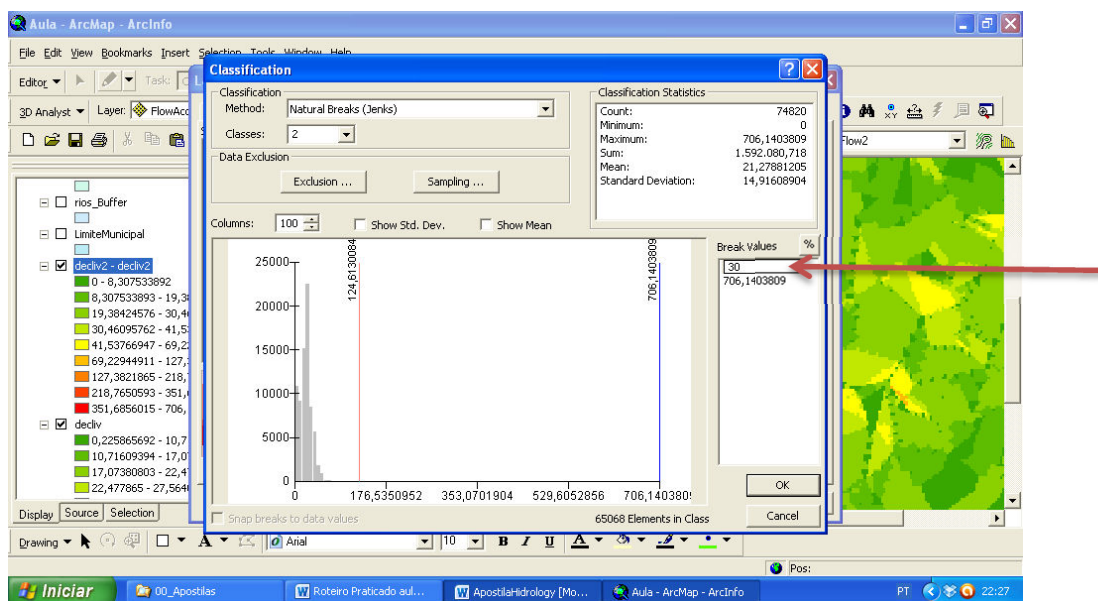
Configurados o papel das curvas e do contorno, e escolhido lugar e nome de salvamento, dê ok para executar.

Realizado o TIN, faça 3D Analyst – Surface Analyst – Slope. Faça então o slope usando como referência o TIN, resolução 30 metros (no nosso exemplo – pois isto significa a resolução ou tamanho do pixel escolhido).

Caso tenha usado as curvas de nível e gerado o TIN, ou caso tenha feito o slope diretamente do raster original, é o momento de resimbolizar o mapa para duas faixas de declividades, acima e abaixo de 30% (ou para outros tipos de aplicação, nas faixas que forem do interesse. É usual trabalhar com as classes até 5%, de 5 a 30%, de 30 a 47% e acima de 47%).

Botão direito do mouse no nome da layer – Properties – Symbology – e defina o número de classes de declividade e as limitações entre elas. No caso de APP vamos mapear apenas se é ou não de restrição/proteção. Então vamos mapear duas classes apenas: abaixo e acima de 30% de declividade.

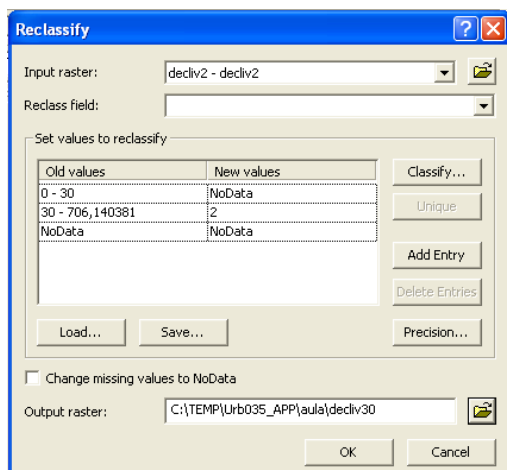
2 classes – no classify – inseri 30 na primeira faixa, e deixar a outra com o valor máximo encontrado. Ele fará um mapa separando o que está acima e o que está abaixo de 30% de declividade.



O próximo passo é vetorizar as áreas que foram definidas como acima de 30% de declividade.

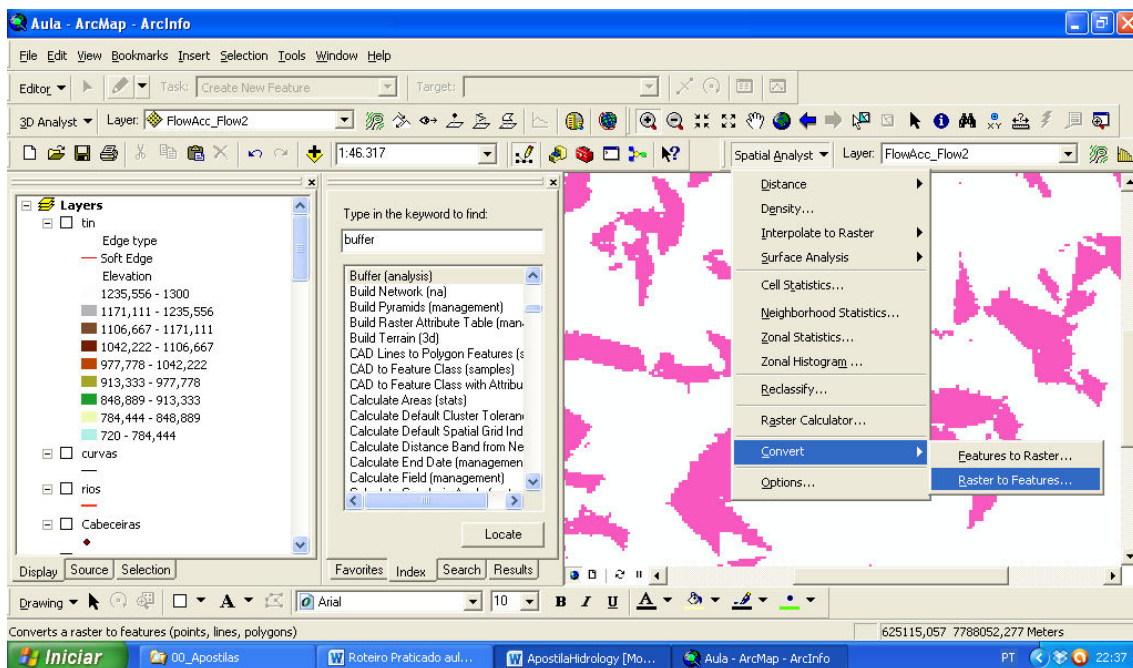
O caminho é reclassificar o arquivo, e deixar transparente o fundo e colorido apenas a faixa de declividade acima de 30%.

Spatial Analyst – Reclassify – e onde é abaixo de 30% colocar como NoData:

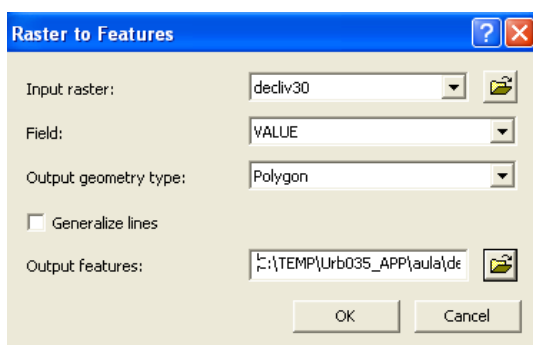


Fica um mapa mostrando só o que interessa.

Agora é o caso de pedir para vetorizar: Spatial Analyst – Convert – Raster do Feature:



Vetorize como polígono, não generalize linhas e escolha nome e local para salvar.



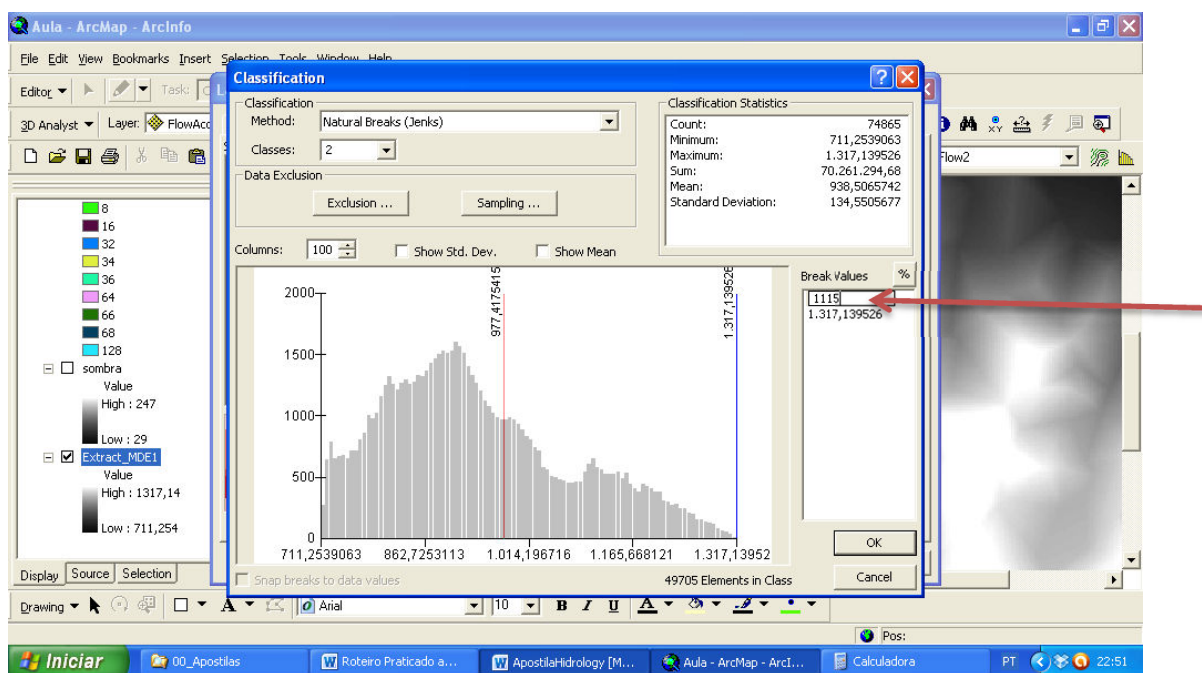
IV. GERAÇÃO DE TOPO DE MORRO

Identifique o ponto mais baixo de sua sub-bacia, e o ponto mais alto. No caso da disciplina, fizemos o procedimento de modo simplificado e identificamos o ponto mais baixo do município e o ponto mais alto, calculamos o valor de um terço da diferença entre eles, e identificamos a partir de qual cota altimétrica considera-se topo de morro (neste caso, em que optamos por procedimento simplificado, em um cálculo para todo o município).

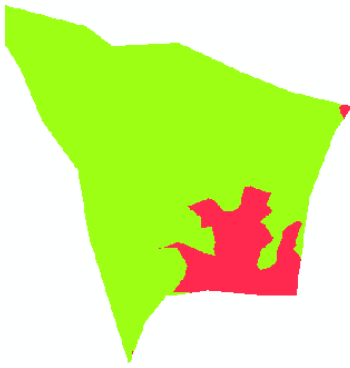
A partir do mapa original do SRTM recortado no município, veja o exemplo: cota mais alta 1317, cota mais baixa 711. Diferença entre eles 606 metros. Um terço disto 202 metros. Assim, o topo seria da cota 1115 a 1317 metros.

Então vamos simbolizar o SRTM nestas duas faixas: acima e abaixo da linha do topo de morro.

No nome da layer do SRTM, botão direito do mouse – Properties – Symbology – Classified – deixe calcular histograma sim – escolha duas classes – no Classify – defina a linha de corte de 1115 (sem pontos, só os números, não é 1.115) na primeira das classes:



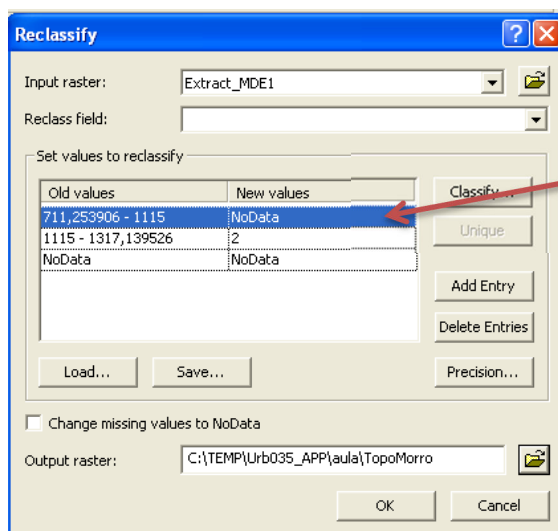
Escolha duas cores diferentes.

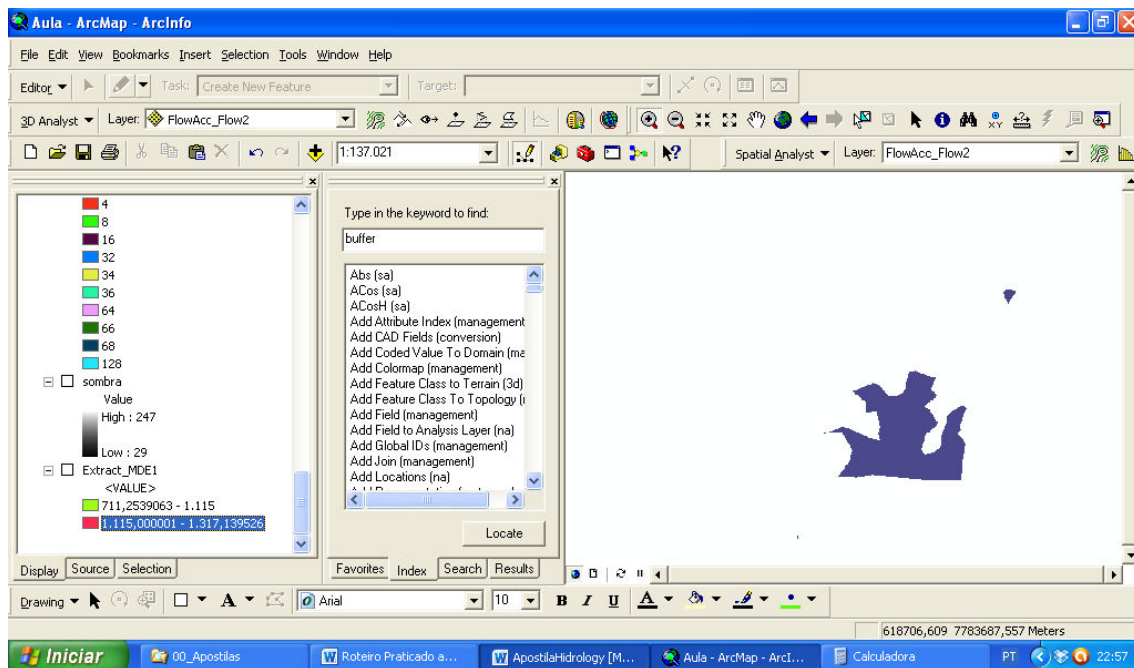


Agora é o momento de converter de imagem (raster) para vetor.

Para isto, já sabemos que precisamos ter um arquivo contendo apenas o que vamos vetorizar. Então é necessário reclassificar esta imagem:

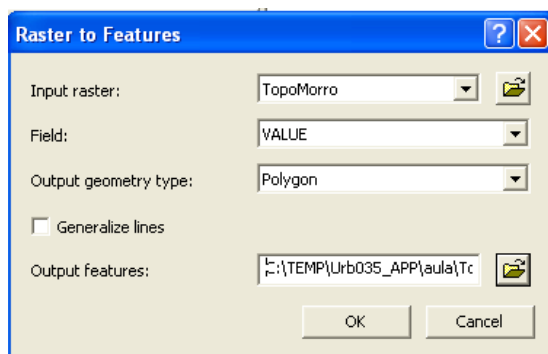
Spatial Analyst – Reclassify – coloque NoData na faixa que não é topo de morro. Escolha nome e local para salvar:





Agora peça para vetorizar:

Spatial Analyst – Convert – Raster do Features. Peça para desenhar polígonos e não generalizar linhas, e escolha nome e local para salvar.

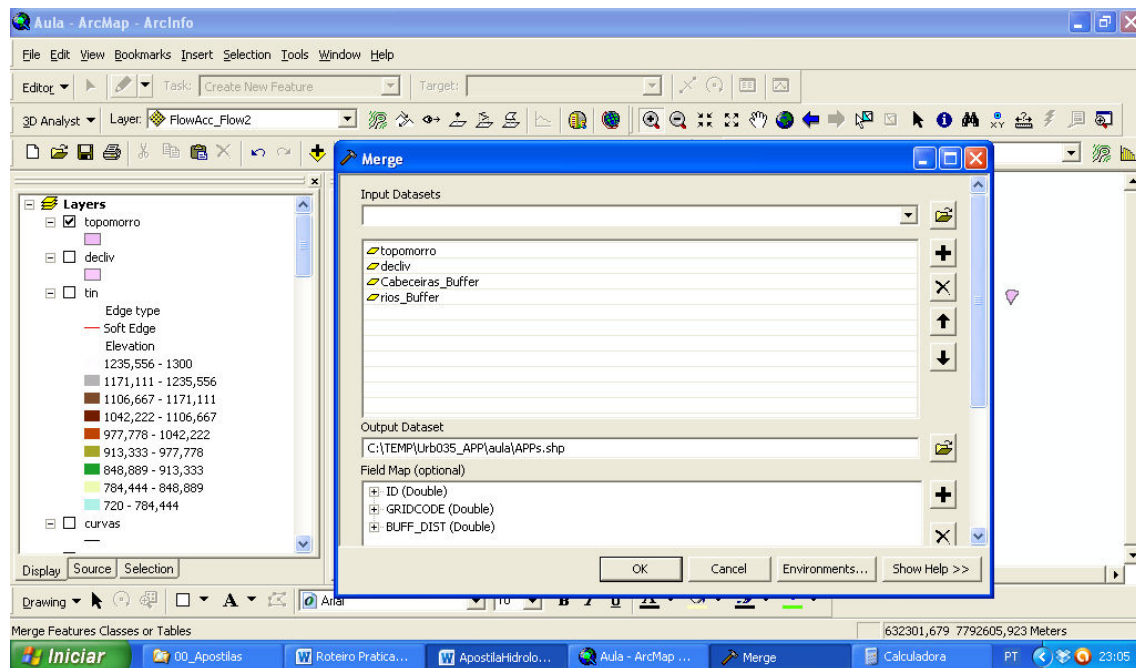


V. SOMA DE TODAS AS APPS

O passo final é somar todas as camadas vetoriais de topo de morro, declividades acima de 30%, faixa de domínio de curso d'água e faixa de domínio de cabeceiras.

O procedimento é o MERGE. No ArcTool Box, pelo index, procure: MERGE. Ou se quiser ele está no caminho: Data Management Tools – General – Merge

Selecione os arquivos que serão somados (+) escolha nome e local para salvar:



É gerado arquivo com a soma de todas as APPs.