



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Arquitetura
Laboratório de Geoprocessamento



TÍTULO:
REDE HÍDRICA, SUB-BACIAS, HIDROLOGY
ARCGIS 10.2

Adaptada por Joice Martins Machado Bernardino

Profa. Orientadora: Ana Clara Mourão Moura

Belo Horizonte

2014

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>

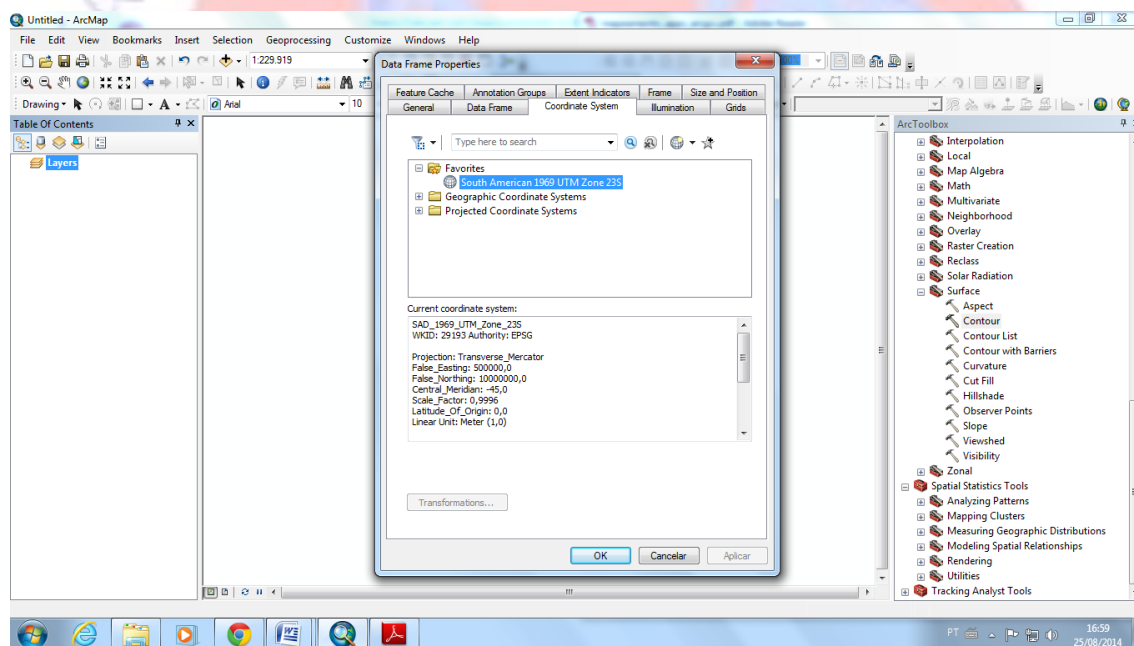
Caso decidam trabalhar um dia com dados da imagem Aster, o ASTER-DEM, cujo trabalho é igual ao do SRTM, vocês podem busca-la no site:

<http://processamentodigital.blogspot.com.br/2010/03/aster-gdem-downlodgratuito.HTML>

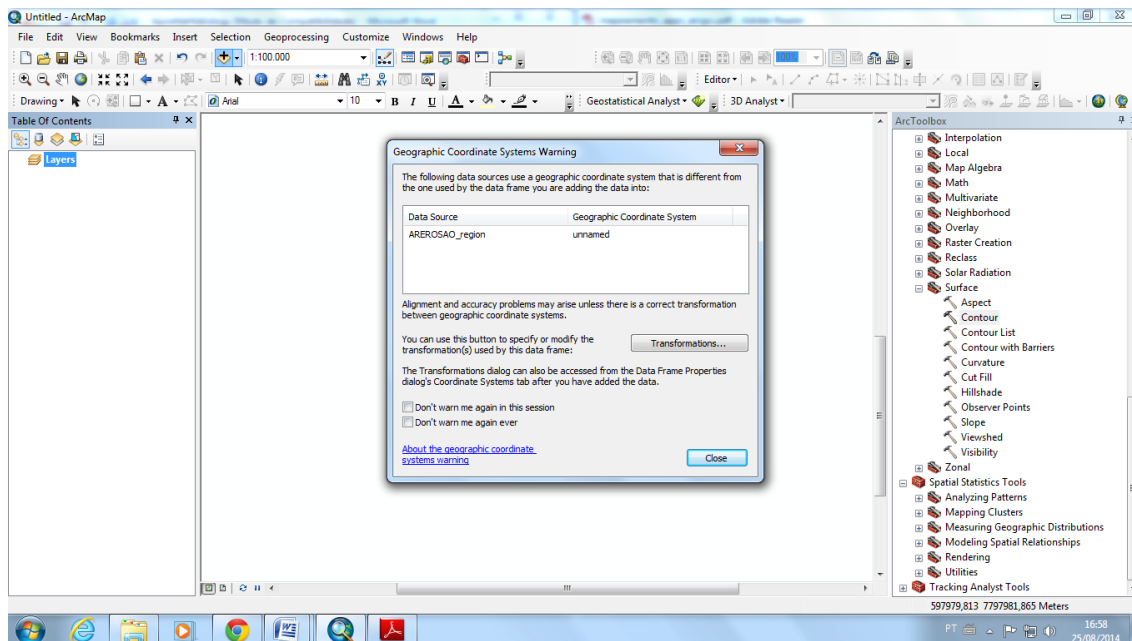
2) Projeções e Coordenadas

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.

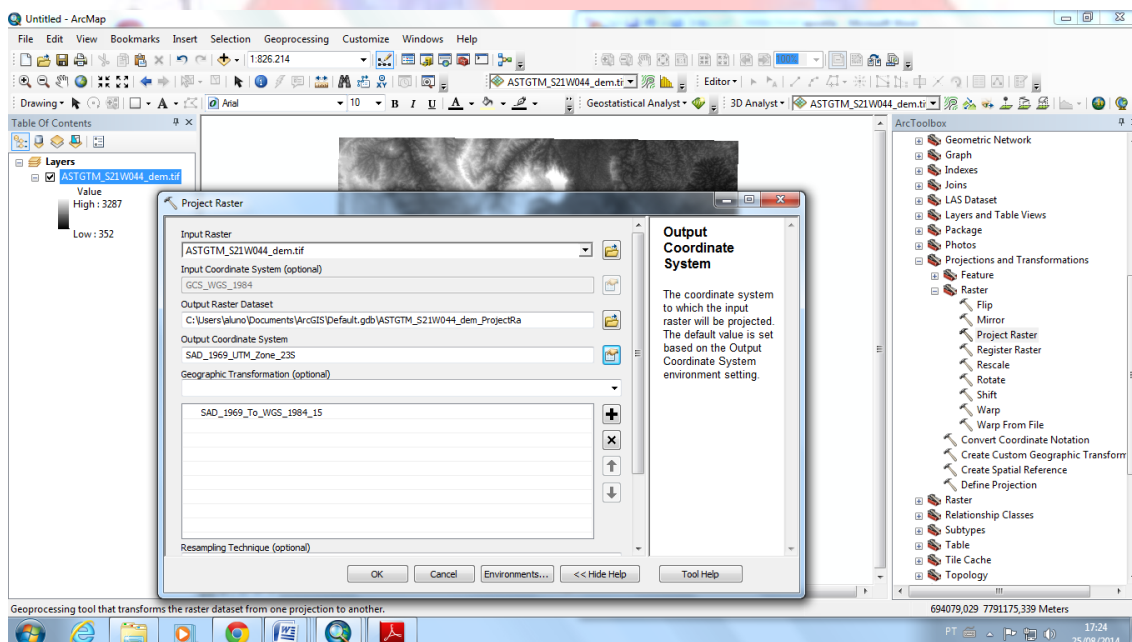


O SRTM vem em coordenadas Geográficas e se ninguém preparou o arquivo para ele ser ajustado à UTM, ao carregá-lo o software dará uma mensagem de erro/alerta de problema com projeções e coordenadas:



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.

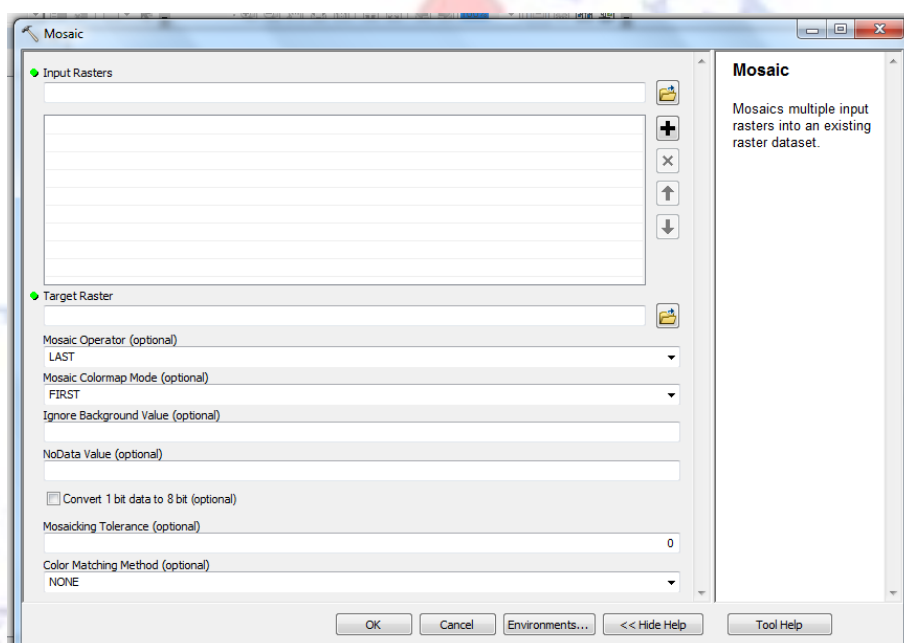
Pode ser que você precise de mais de uma imagem, desta forma você fará os mesmos procedimentos com as duas ou mais imagens separadamente e depois juntá-las.

Para juntar mais de uma imagem vá em: Data Management Tools> Raster> Raster Dataset> Mosaic.

Carregue todas as imagens que deseja juntar no input.

Ele salvará a nova imagem em cima de uma já existente, então certifique-se que ele poderá fazer isso e escolha em qual delas no Target Raster.

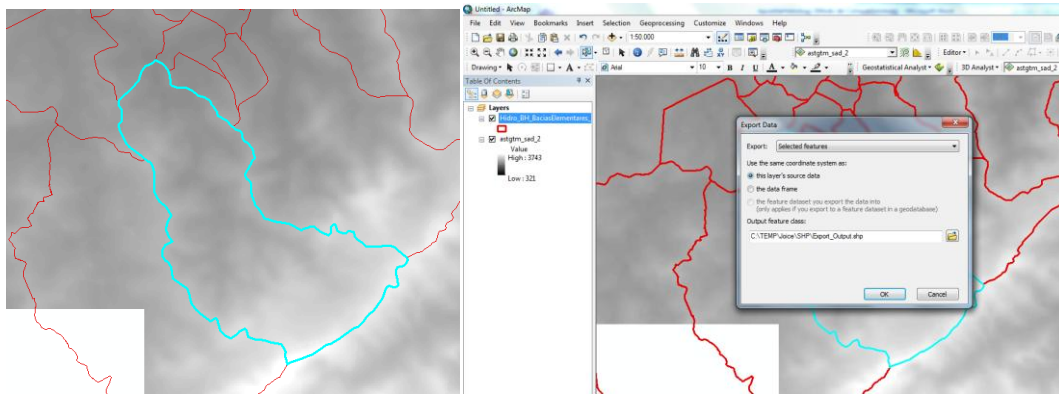
Não precisa colocar nada que é opcional e dê OK.



Limpe o arquivo e fique apenas com a imagem desejada em sua área de trabalho.

3) Recorte a imagem nos limites de seu interesse

Pegue uma shape (shp) que contenha a área de seu interesse (no nosso exemplo utilizaremos a Bacia do córrego do Bom Sucesso em Belo Horizonte), pode ser um município, uma bacia hidrográfica ou até mesmo uma região a ser delimitada. Selecione, com a setinha de seleção (branca com quadradinho azul claro), a sub-bacia de seu interesse (ele fica marcado de azul claro).



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

Botão direito do mouse sobre a layer (exemplo a shape da Bacia do Bom Sucesso) – 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 toda cidade e ficar apenas com a sub-bacia selecionada.

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

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

4.1 – 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 verte água.

Para fazer: nas ferramentas do ArcToolBox – Spatial Analyst Tools – Hidrology – 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.

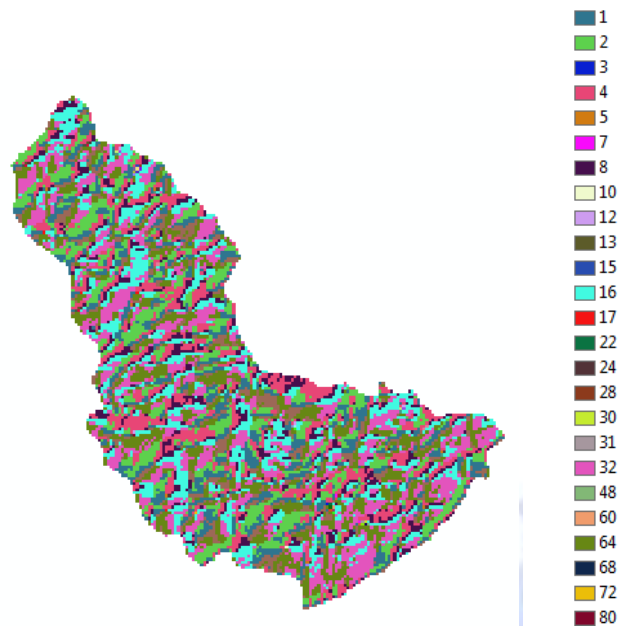
Existem as seguintes direções possíveis de fluxo: Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste, Noroeste, Norte e Nordeste.



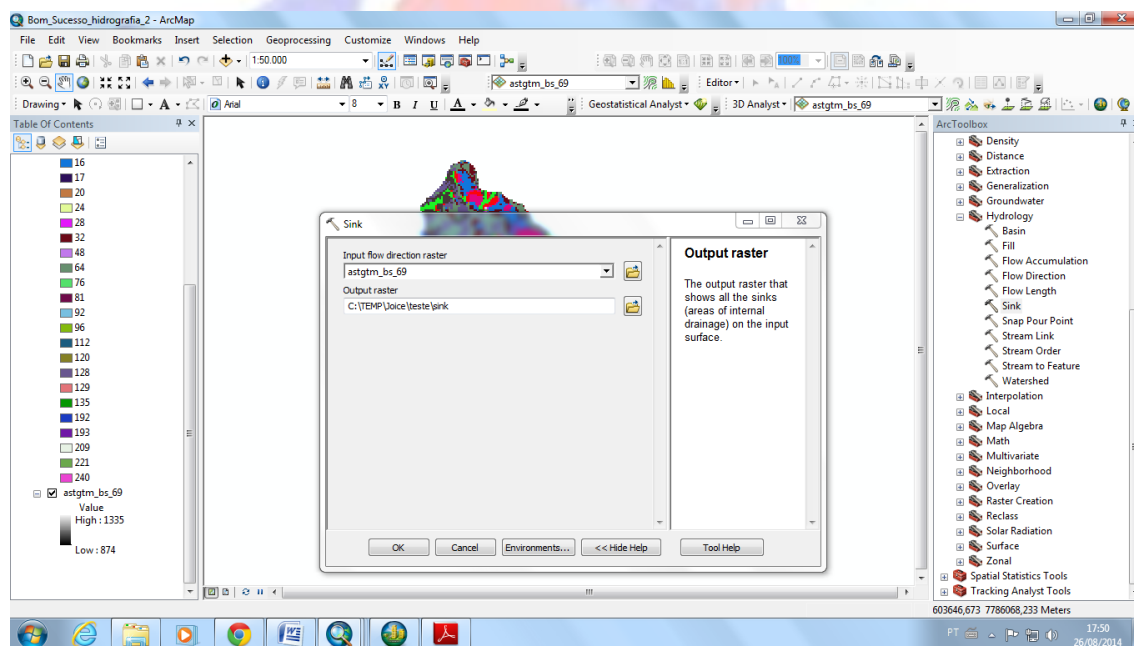
No software ArcGis ele atribui os valores 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128, respectivamente, para separar as direções Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste, Noroeste, Norte e Nordeste.

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.

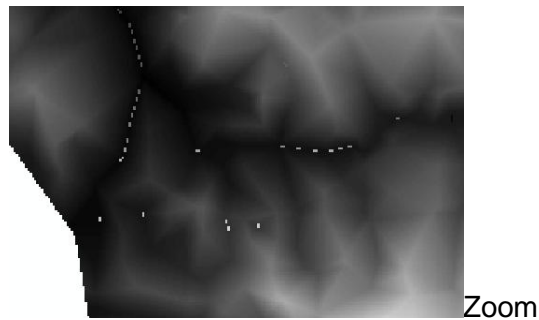
Observe que no exemplo a seguir há erros nos valores 34, 36, 66 e 68. São pixels onde é necessário fazer uma correção.



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



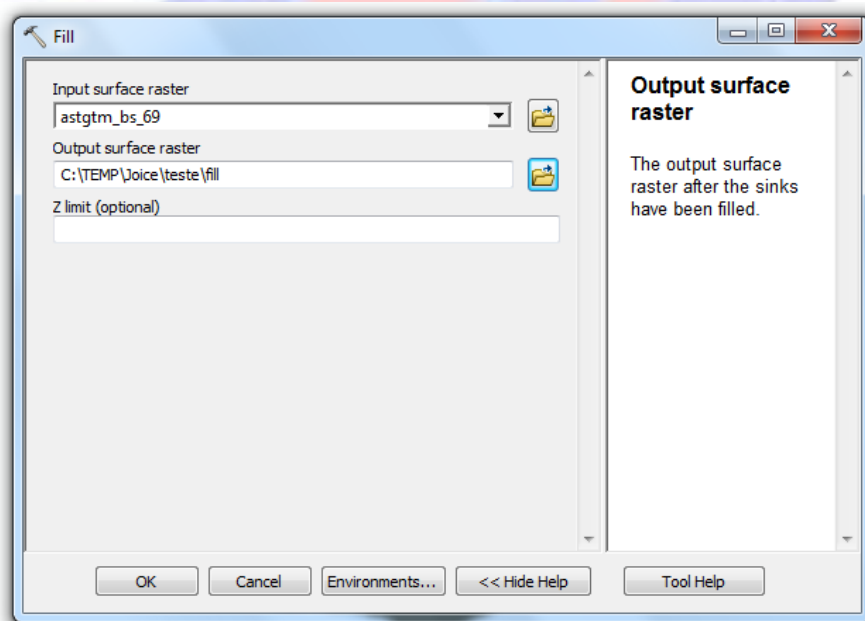
Use como input o mapa de direção de fluxo (o que gerou o mapa colorido) e que será ajustado. O resultado é um mapa que mostra os pixels problemáticos:



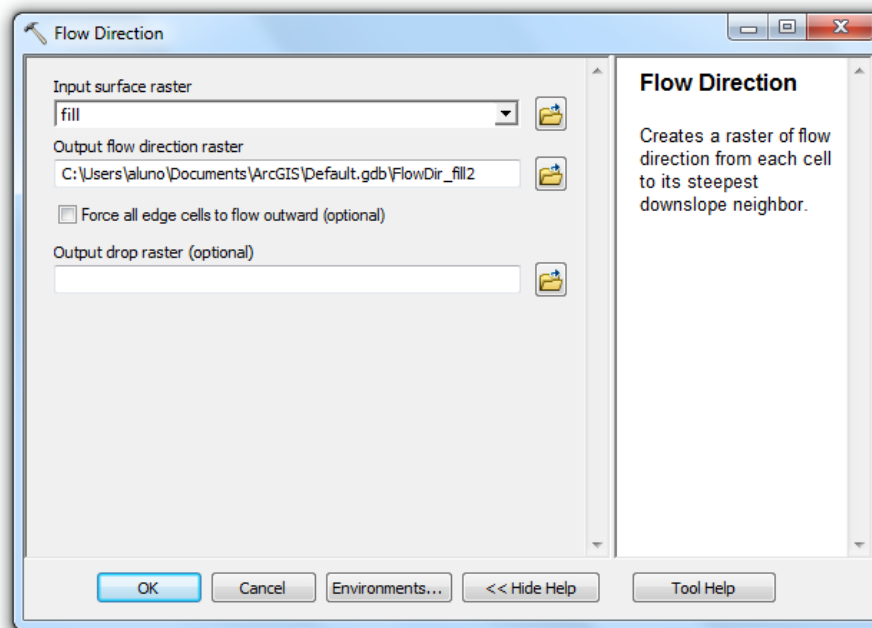
Cabe então solicitar ao software que preencha esses pixels problemáticos com novos valores.

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.

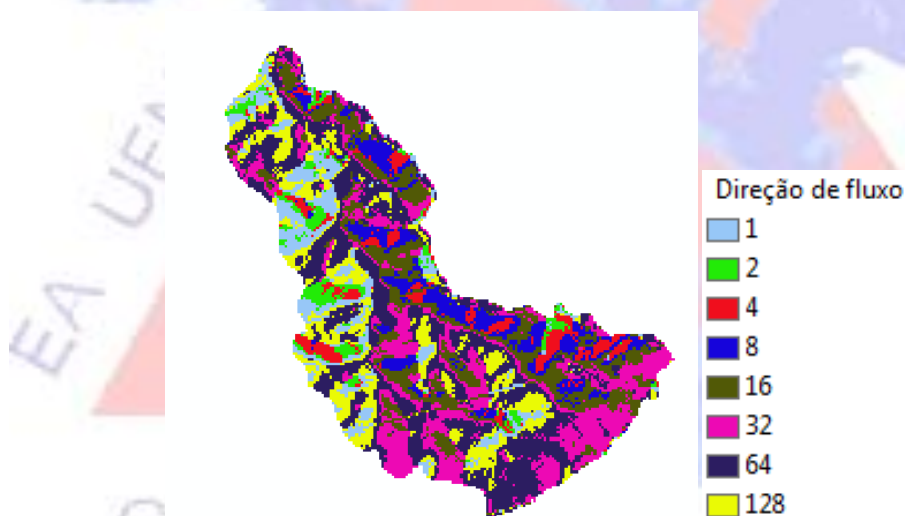
Trabalha-se novamente com o mapa de direção de fluxo, mas o submetendo ao Fill: Spatial Analyst Tools > Hydrology > Fill. O input é o mapa de direção de fluxo. Escolha o local para salvar e não precisa colocar o que é opcional.



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.

4.2 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.

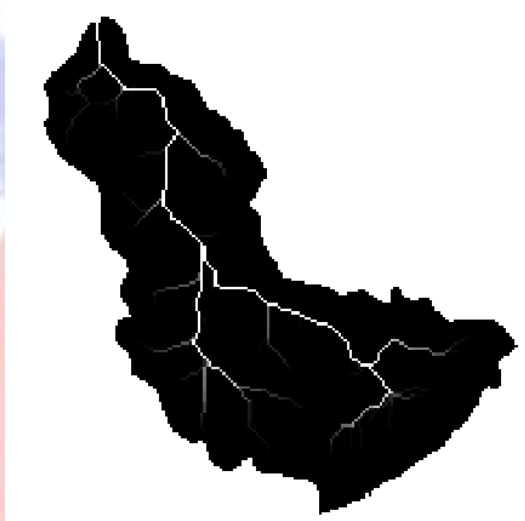
Para fazer: nas ferramentas do ArcToolBox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Accumulation.

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”).

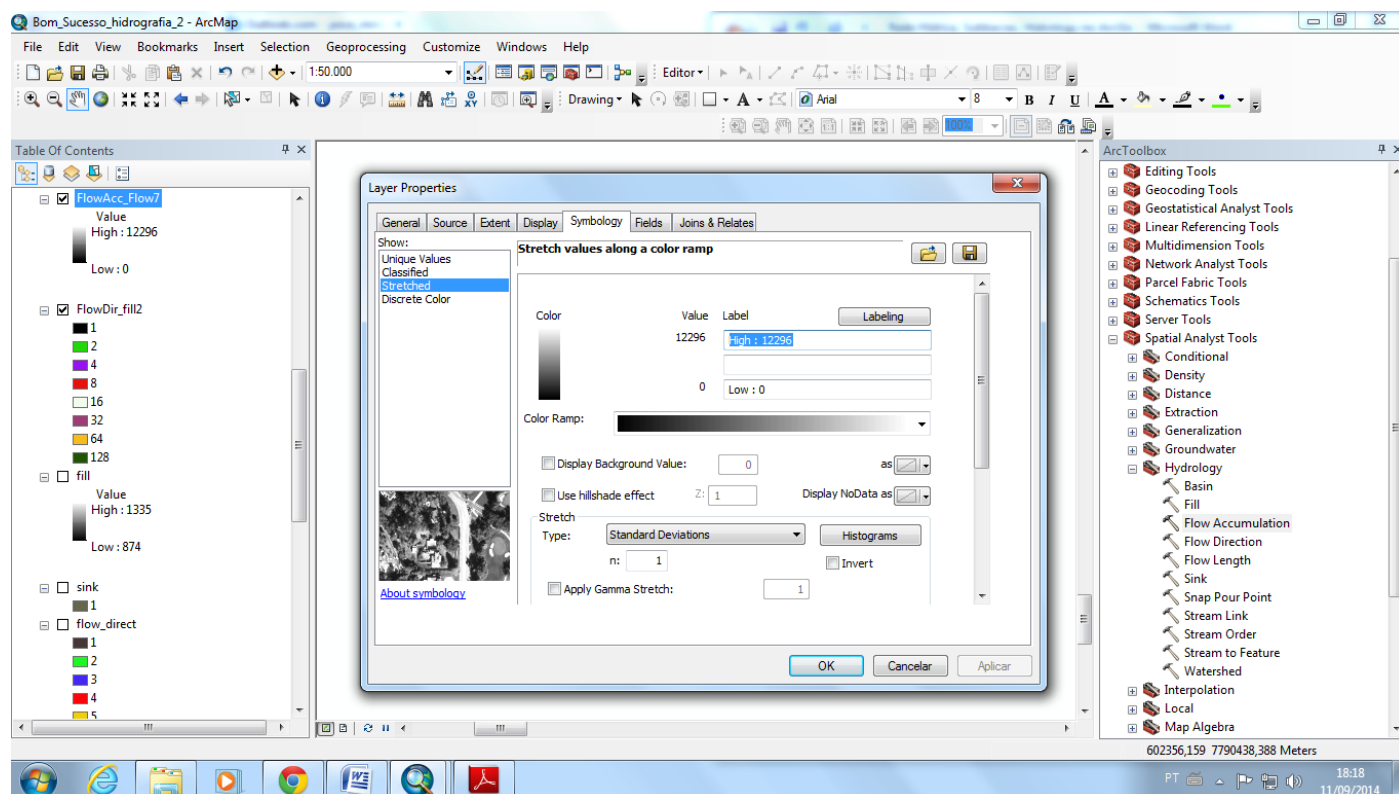
Em “Output accumulation raster” deve-se inserir o nome do arquivo gerado e o seu diretório de salvamento.

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 que representam os rios.



Depois confira as configurações da shape: botão direito do mouse – Properties – Symbology. No campo Stretched – Stretch, o Type deve estar: Standart Deviations e o “n” deve ser igual a 1.



5) Gerando a rede hidrográfica através do limiar (utilização da condicional “CON”)

No caso da Bacia do Bom Sucesso, nós já tínhamos o limite da bacia hidrográfica e recortamos a imagem ASTER antes de fazer a rede hidrográfica. Mas pode ser que eu precise delimitar a bacia e para isso fazemos normalmente até o item 4 e continuamos trabalhando com a imagem seguindo as etapas seguintes:

5.1 Esta ferramenta cria um raster com as redes de drenagem. No ArcToolbox vá em Spatial Analyst Tools > Conditional > Con

No campo “Input Conditional raster” insira o arquivo gerado anteriormente, a partir da ferramenta “Flow accumulation”.

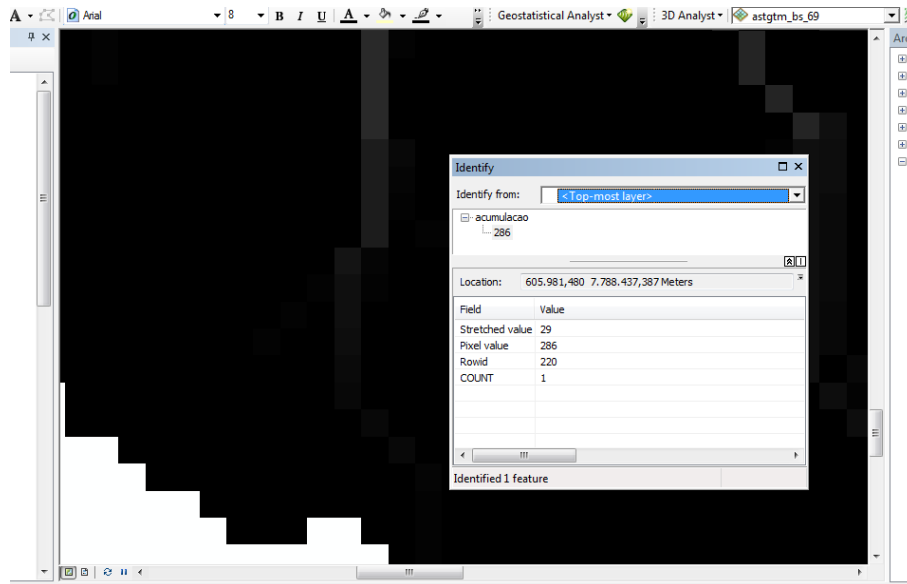
Em “Expression (Optional)” insira a expressão: $\text{value} > X$

onde: X = limiar de acumulação adotado. Esse limiar definirá o valor mínimo do volume de acumulação que formará a rede hidrográfica. O seu valor vai depender do 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.

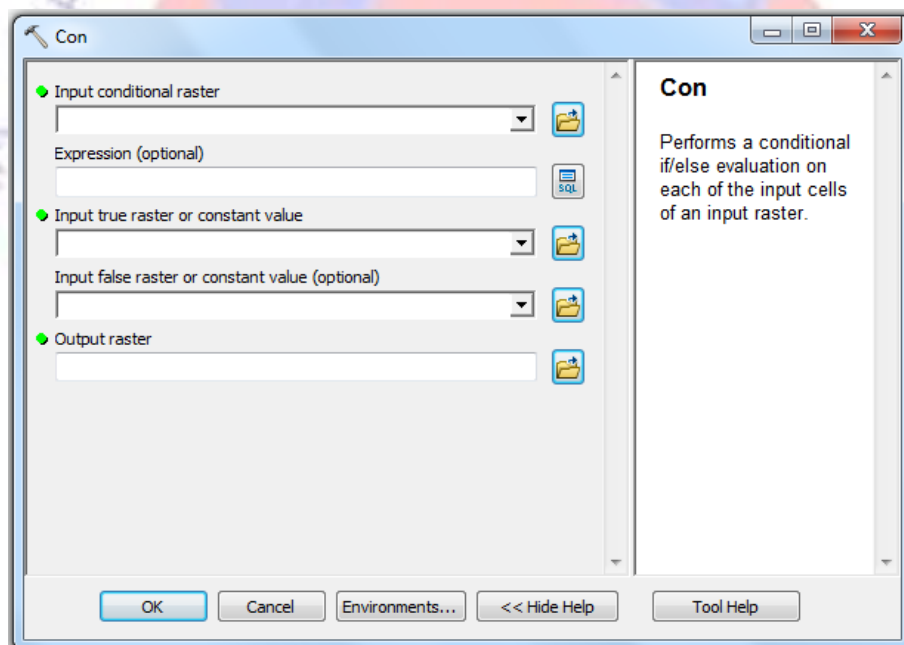
Na atividade da disciplina, fizemos assim: cada aluno escolheu o que consideraria um início de corpo d’ água, para não ficar nem muito detalhado, nem muito generalizado.

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”.



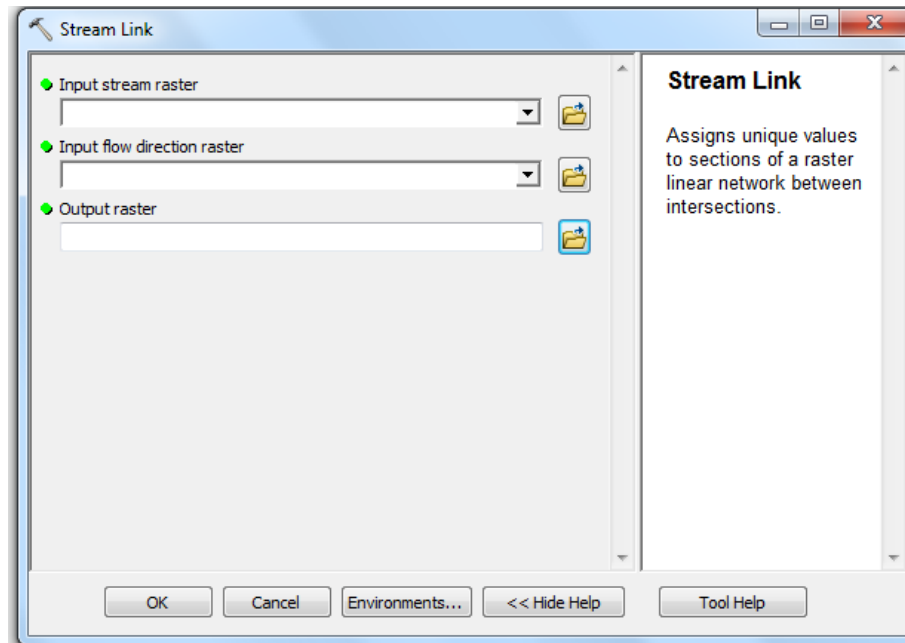
No campo “Input true raster or constant value”, insira o valor 1.

Dê nome ao arquivo e selecione o diretório em que ele será salvo, em “Output surface raster” e dê “OK”.



5.2 Streamlink – conectando os rios

Vá em Spatial Analyst Tools > Hidrology > Stream Link



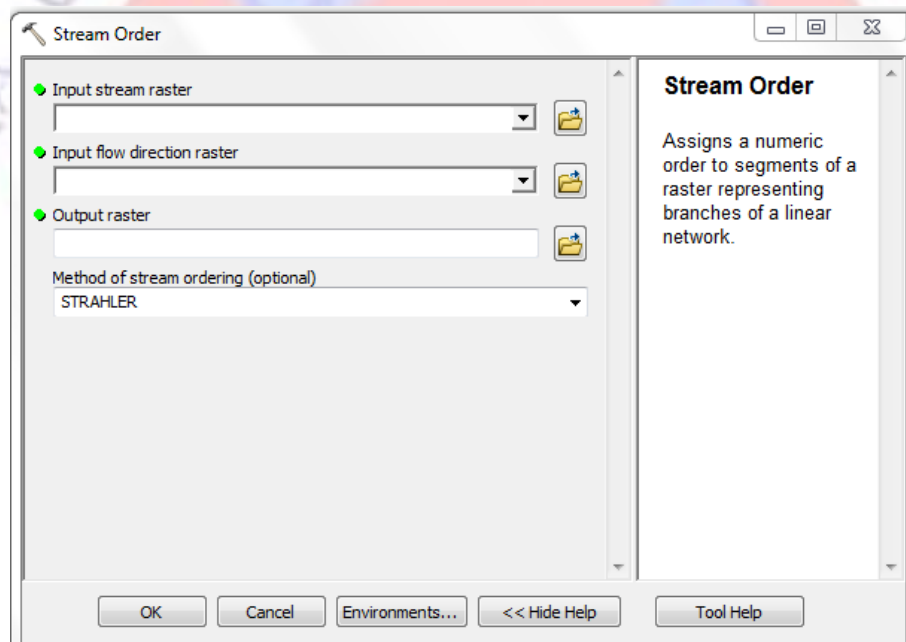
Em “Input stream raster” deve ser inserido o arquivo da rede de drenagem gerado com a ferramenta “Con”.

Em “Input flow direction raster” insira o arquivo gerado a partir da ferramenta “Flow direction”, corrigido, contendo apenas oito direções.

Dê nome ao arquivo e selecione o diretório em que ele será salvo, em “Output surface raster” e dê “OK”.

5.3 StreamOrder – Hierarquização e classificação dos canais da rede hidrográfica

Em Spatial Analyst Tools> Hydrology> “Stream Order”.



Em “Input stream raster” deve ser inserido o arquivo da rede de drenagem gerado com a ferramenta “Con”.

Em “Input flow direction raster” insira o arquivo gerado a partir da ferramenta “Flow direction”, corrigido, contendo apenas oito direções.

Dê um nome e um diretório de salvamento para o arquivo, em “Output raster” e dê “OK”.

Em “Method of stream ordering (Optional)” podemos selecionar entre duas formas de classificar e hierarquizar a rede hidrográfica.

O método mais comumente utilizado é o Strahler. Este método classifica os rios em ordens, onde as ordens só aumentam quando canais de mesma ordem se encontram. O método Shreve, consiste na classificação do canal gerado através da soma das ordens dos seus afluentes.

6) Gerando a rede hidrográfica a partir da hierarquização da grade de acumulação

Para criar a rede hidrográfica a partir deste método utilizaremos o arquivo gerado com a ferramenta “Flow Accumulation” e o inseriremos diretamente na ferramenta “Stream Order”.

Assim ao acionar a ferramenta “Stream Order” devemos inserir no campo “Input stream raster” o arquivo da grade de Acumulação.

Em “Input flow direction raster” insira o arquivo gerado a partir da ferramenta “Flow direction”, corrigido, contendo apenas oito direções.

Dê um nome e um diretório de salvamento para o arquivo, em “Output raster” e dê “OK”.

Em “Method of stream ordering (Optional)” devemos utilizar o método de Strahler para hierarquizar a grade.

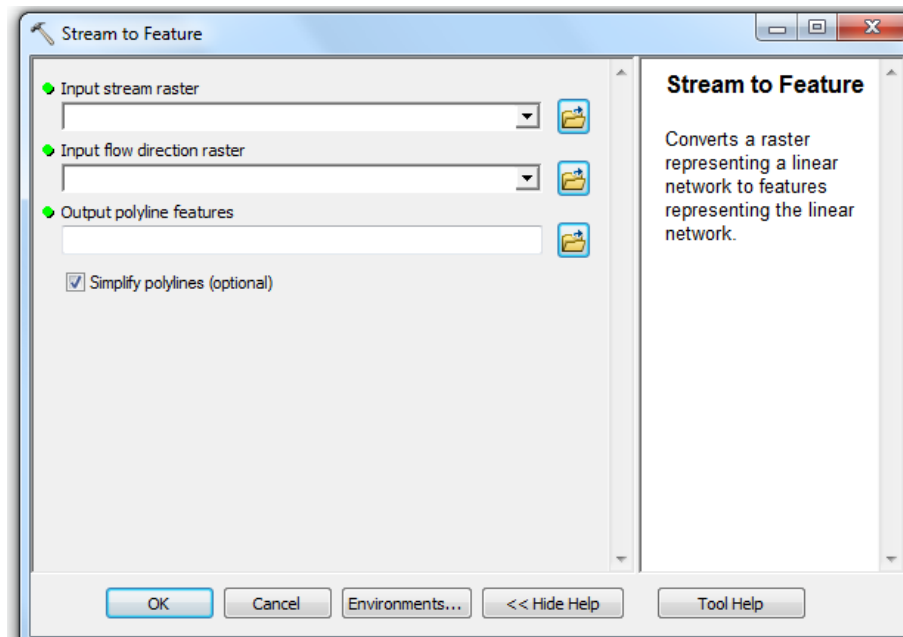
Para determinar qual o ordem mínima do canal para que este seja considerado em nosso mapeamento, devemos observar o mapa e verificar a que ordem pertencem os canais principais, já conhecidos e a que ordem pertencem.

Em seguida utilizaremos a ferramenta “Reclassify”, do “Spatial Analyst”. E reclassificaremos de acordo com nossos objetivos.

Neste exemplo iremos mapear os canais perenes, excluindo as linhas de drenagem. Assim excluiremos do nosso mapeamento todos os canais que estiverem abaixo do Nível 4.

7) Stream to Feature – Convertendo a rede para shapfile

Selecione a ferramenta “Stream to Feature” em Spatial Analyst Tools > Hydrology



Em “Input stream raster” novamente deve ser inserido o arquivo da rede de drenagem gerado com a ferramenta “Con”.

Em “Input flow direction raster” insira o arquivo gerado a partir da ferramenta “Flow direction”, corrigido, contendo apenas oito direções.

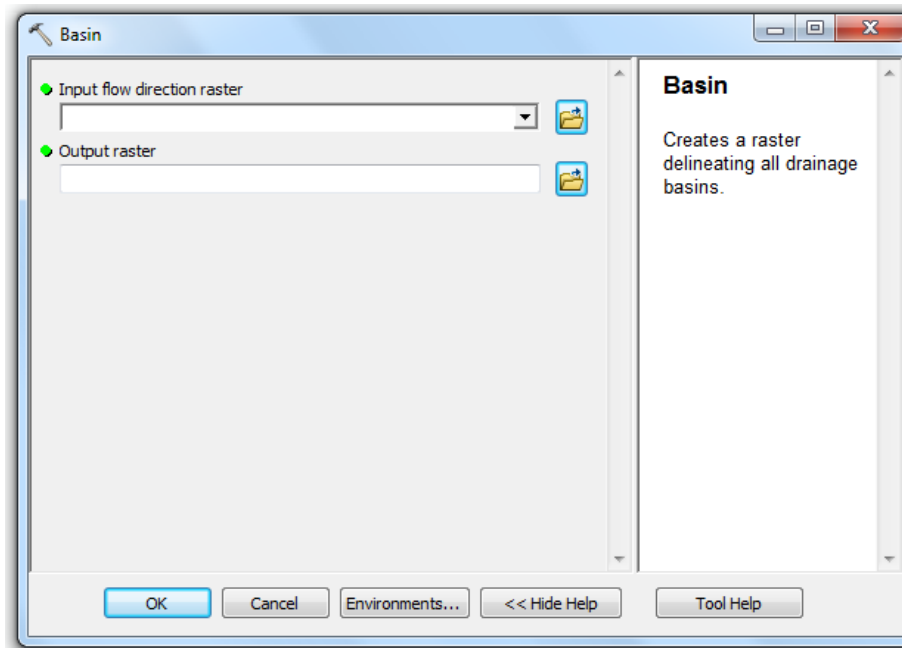
Dê um nome e um diretório de salvamento para o arquivo, em “Output polyline features” e dê “OK”.

A opção “Simplify polyline (Optional)” deverá ser marcada caso se deseje suavizar as linhas.

7) Delimitação das macro-bacias

Para delimitar as Bacias Hidrográficas, usaremos a ferramenta “Basin”.

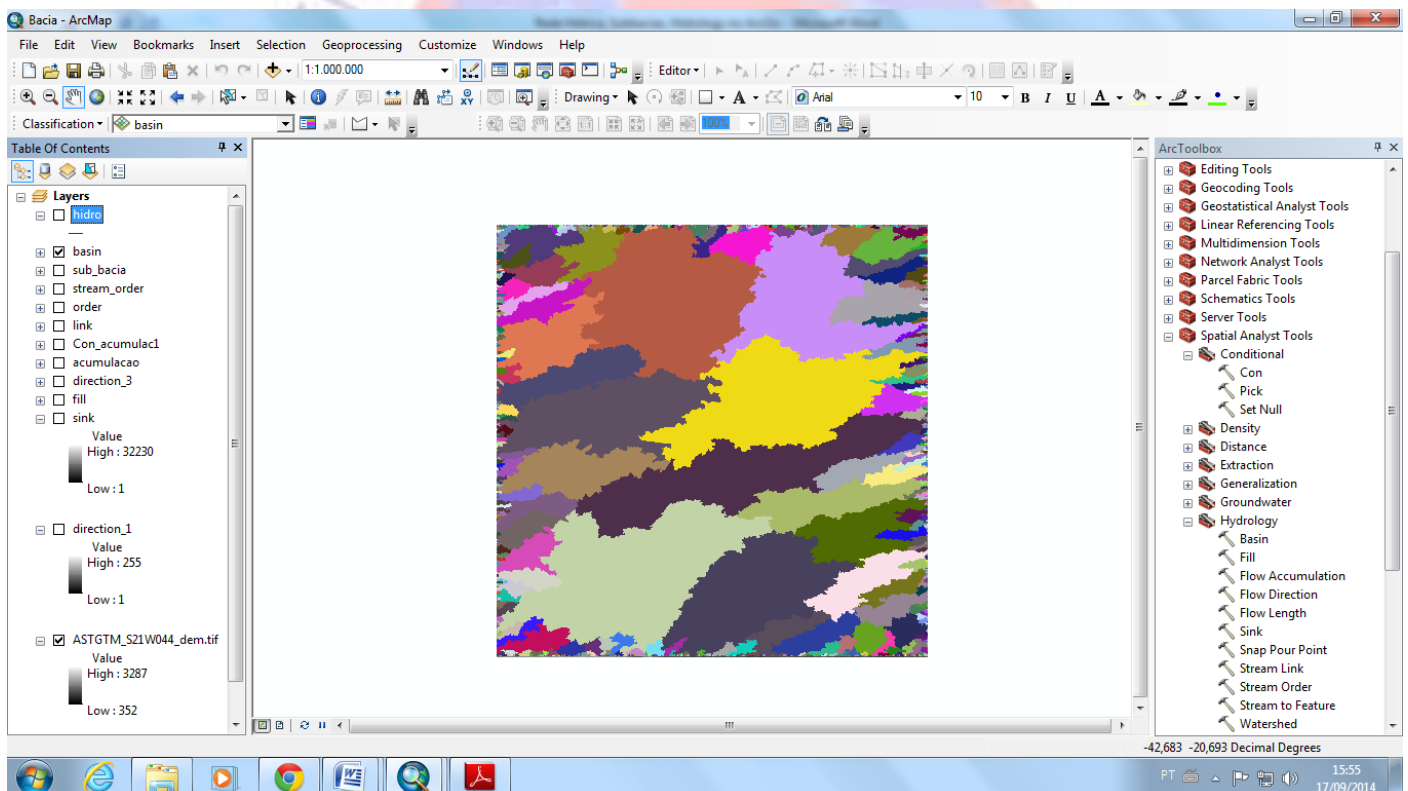
Em “Arctoolbox” vá em “Spatial Analyst Tools > Hydrology > Basin”.



Em “Input flow direction raster” insira o arquivo gerado a partir da ferramenta “Flow direction”, corrigido, contendo apenas oito direções.

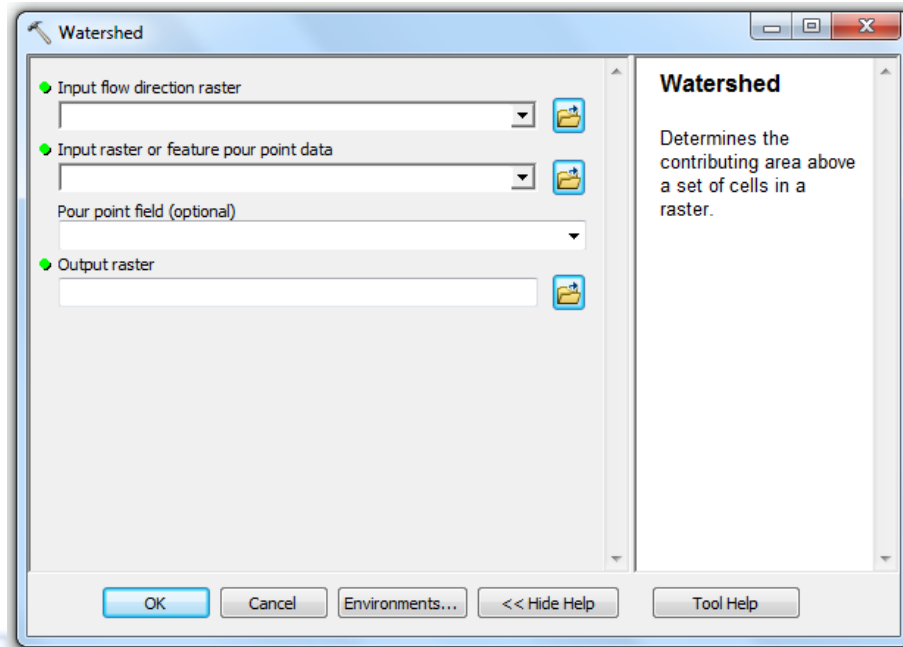
Dê nome ao arquivo e selecione o diretório em que ele será salvo, em “Output raster” e dê “OK”.

O arquivo gerado com esta ferramenta é um raster com as bacias contidas na imagem utilizada. O ArcGis delimita automaticamente as bacias a partir da foz do último canal contido na imagem.



8) Delimitação das sub-bacias

A ferramenta para delimitação de sub-bacias está em “Arctoolbox” > “Spatial Analyst tools” > “Hydrology” > “Watershed”.



Em “Input flow direction raster” insira o arquivo gerado a partir da ferramenta “Flow direction”, corrigido, contendo apenas oito direções.

Em “Input raster or feature pour point data” devemos inserir o arquivo a partir do qual delimitaremos nossas sub-bacias. Podemos utilizar o arquivo gerado pela ferramenta “Stream Link”, entretanto o tamanho das sub-bacias corresponderá ao limiar utilizado para gerar a grade de acumulação.

