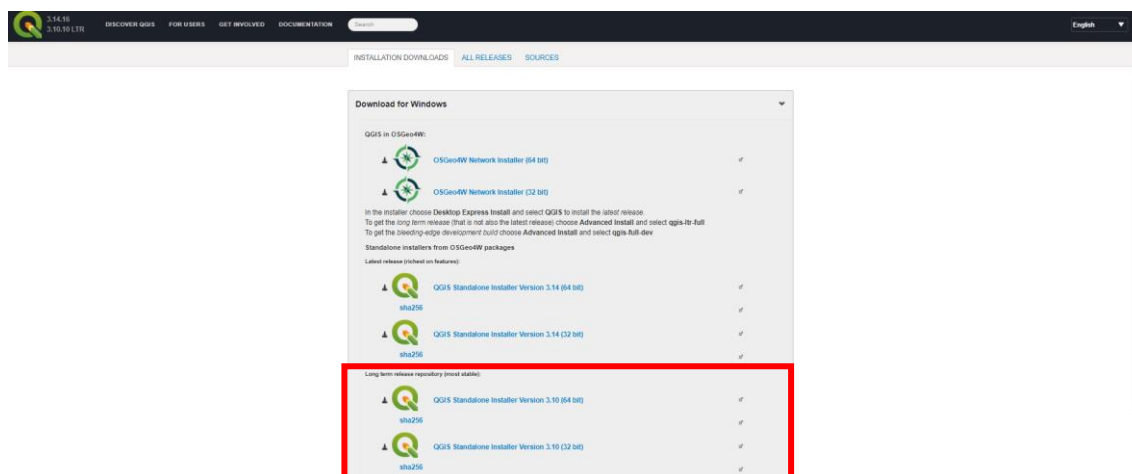


Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas
Disciplina Hidrologia Geral
Prof. Jonathan Mota
Monitor Hermínio Sabino

O seguinte roteiro auxiliará aos alunos na delimitação de bacias hidrográficas e sua caracterização morfométrica.

1 - DISPONIBILIDADE DE VERSÕES

O QGIS trabalha com duas rotinas distintas de atualização, focadas em usuários corporativos, que buscam maior estabilidade do programa (*"Long term release"*), bem como naqueles de perfil entusiasta, que buscam novos recursos e funcionalidades (*"Latest release"*), conforme figura 1.



Procedimento

1. Para obter a versão mais estável, acesse o repositório oficial do QGIS, através do endereço https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html.
2. Selecione para *download* a opção *"Long term release"* (LTR). Note que, para Windows, há dois instaladores autônomos (*"Standalone"*) disponíveis, de 32 e 64 bits. Dessa forma, é importante atentar-se ao sistema operacional do seu computador.

2 - INSTALAÇÃO AUTÔNOMA

Ao concluir o *download* da versão adequada e de posse do arquivo baixado, basta realizar os passos abaixo descritos.

Procedimento

1. Dê duplo clique no arquivo executável (ex.: “QGIS-OSGeo4W-3.4.8-1-Setup-x86_64”);
2. Nas etapas de instalação, certifique-se do correto local para alocação do programa e clique em “Avançar”;
3. Note que não há necessidade de incluir na instalação o pacote de dados de exemplo, que contém bases geoespaciais de alguns estados norte-americanos. Deixa as caixas desabilitadas e clique novamente em “Avançar”;
4. Aguarde a instalação e, em seguida, clique em “Concluir”.

Obs: Para usuários especialistas, há possibilidade de realizar a instalação avançada do QGIS, através do terminal OSGeo4W, onde também estão disponíveis versões de teste e de desenvolvimento.

4 - INSERÇÃO DE CAMADAS VETORIAIS


O QGIS, assim como a grande maioria dos *softwares* de geoprocessamento e processamento digital de imagens (PDI), admite basicamente três tipos de arquivos, a saber: vetoriais, matriciais e tabulares.

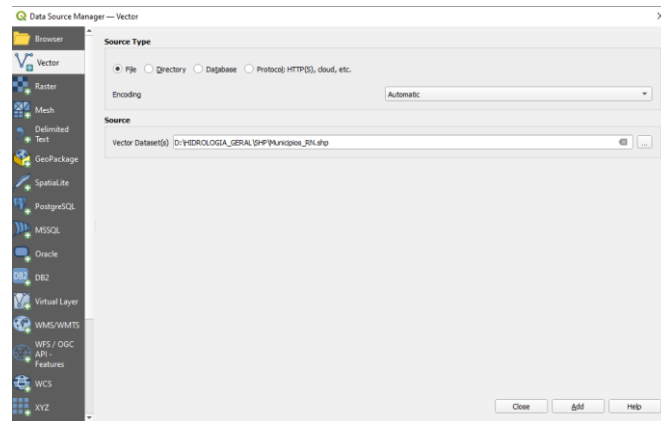
Os dados vetoriais cumprem a função de representar os elementos do espaço geográfico (mundo real) através das feições geométricas ponto, linha ou polígono. Os dados matriciais, por sua vez, representam modelos contínuos (imagens georreferenciadas ou *rasters*).


Funcionalidade

Inserir dados geográficos do tipo vetorial (pontos, linhas e polígonos) no QGIS.

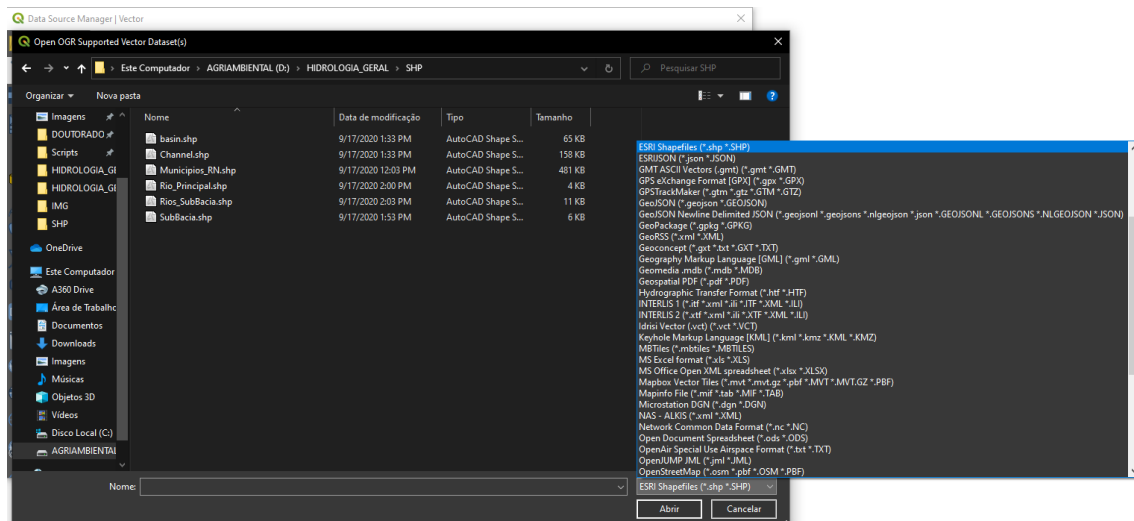
Procedimento

1. Clique no ícone “GERENCIADOR DE CAMADAS”  na barra de ferramentas depois acesse a aba vetor como mostrado na figura abaixo

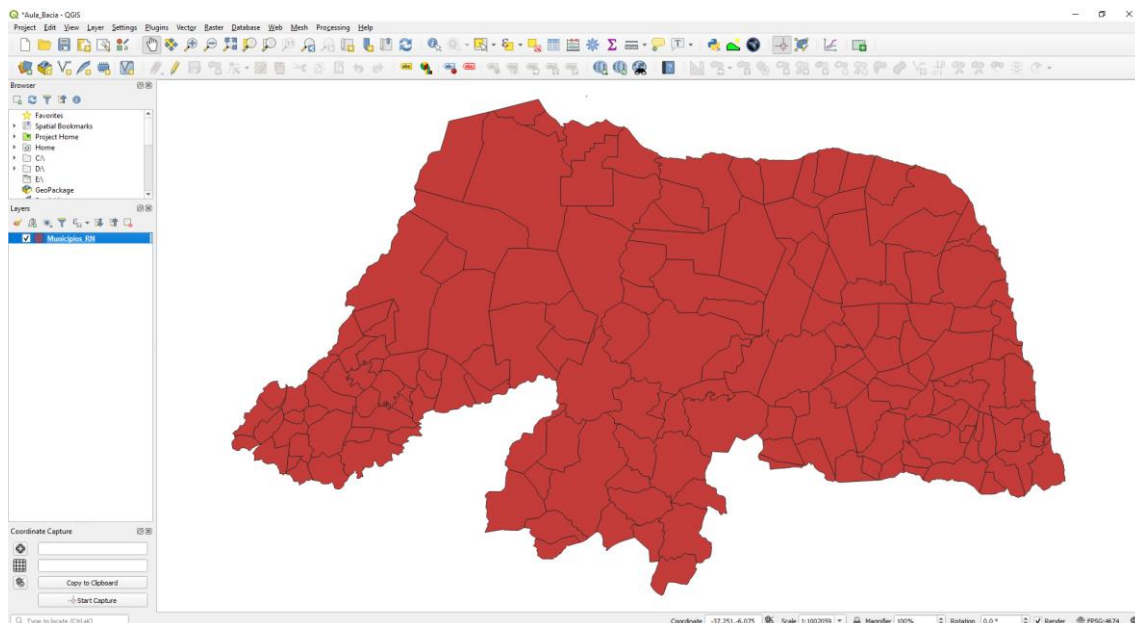



2. Selecione o tipo de fonte “Arquivo”;
3. Verifique se a “Codificação” de caracteres está marcada como UTF-8 (padrão global);
4. Clique em “Buscar”  (clcando no ícone, conforme figura 3), selecione a camada vetorial de interesse (MUNICIPIO.SHP) e clique em “Abrir”.

Dica: Se o arquivo *shapefile* estiver sendo mostrado de maneira fragmentada (com todas as suas extensões), altere a visualização de “Todos os arquivos” para “Shapefiles (*.shp *.SHP)”. Assim será mais fácil a visualização dos arquivos (figura 3). Para adicionar uma camada Vetorial acesso

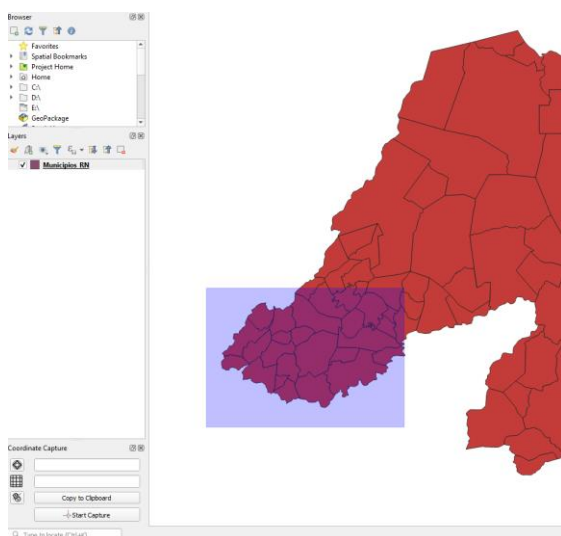


O resultado da ação é mostrado na figura abaixo

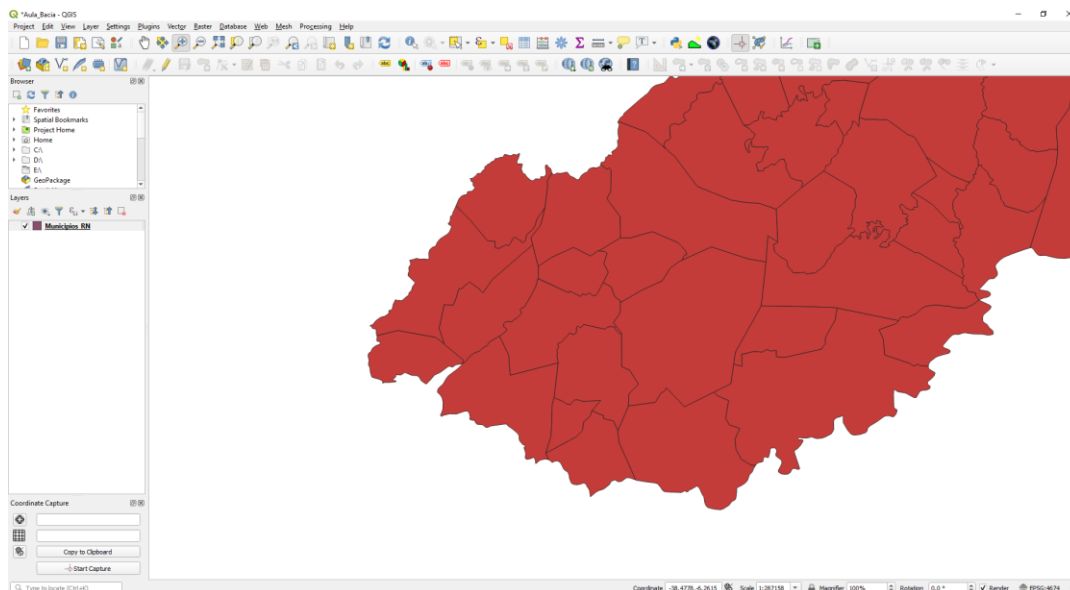


Com a camada de municípios adicionada ao projeto aproxime da área de interesse com a ferramenta de zoom . A sequência é mostrada logo abaixo

Utilizando a ferramenta de zoom



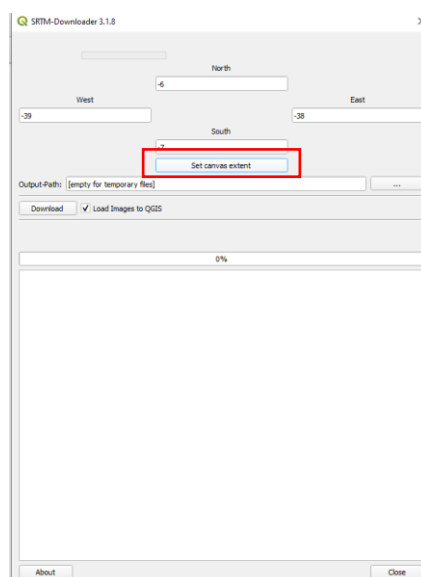
Resultado da operação



2 - Usar o complemento SRTM Downloader

Com complemento aberto set o retângulo clicando em Set Canvas extents, ou preenche os campos com os seguintes valores

North	-6
West	-39
South	-7
East	-38



Depois selecione a pasta de destino e clique em Download, preencha suas credenciais


III - FAZER O RECORTE DO DEM A PARTIR DA MÁSCARA DE UM MUNICÍPIO E REPROJETAR

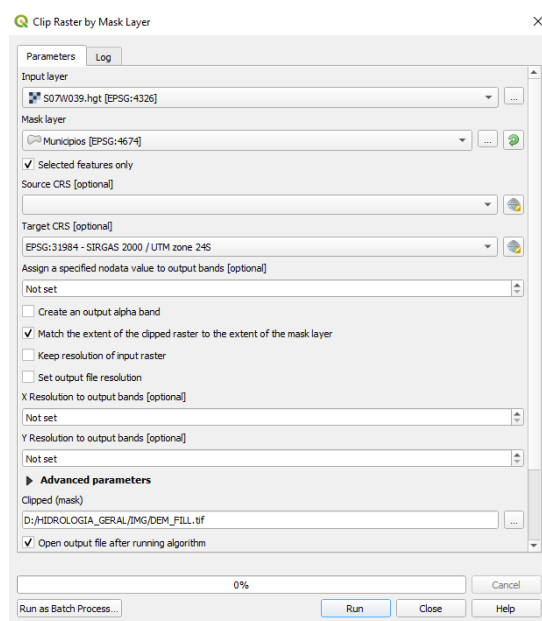
Selecione o seu município (Ver na planilha) e com a ferramenta de seleção clique sobre ele.

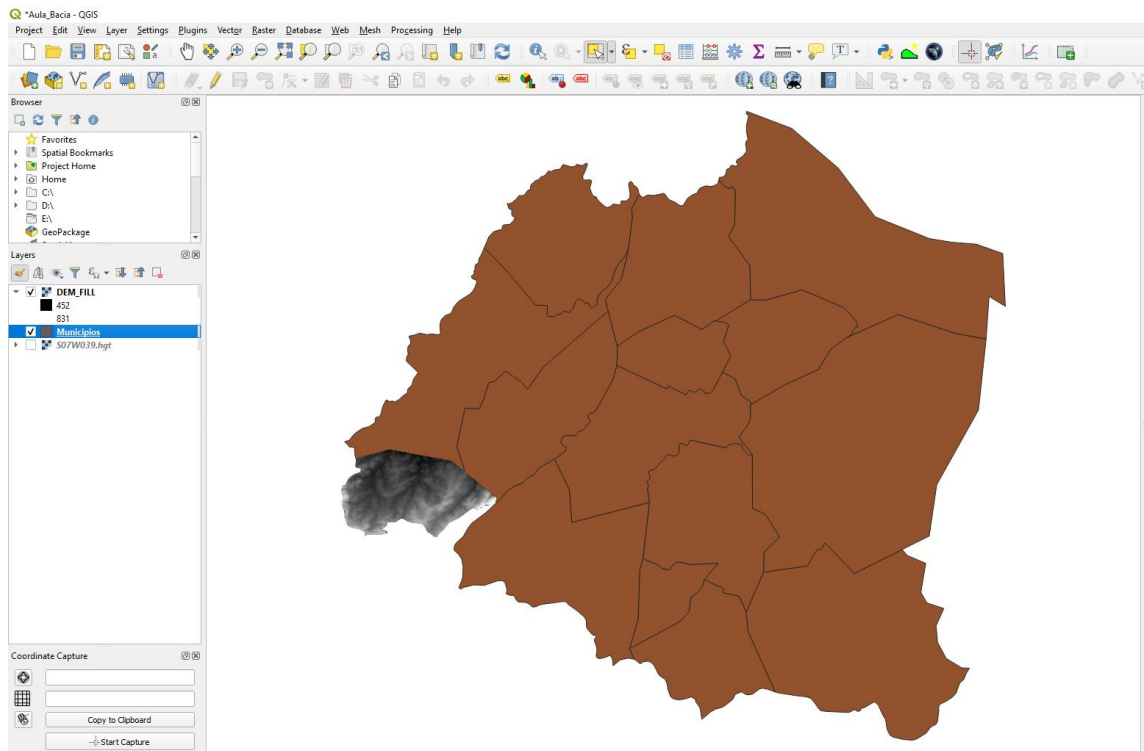


1. Clique em “*Raster*” >> “*Extrair*” >> “*Recortar raster pela camada de máscara...*”;
2. Selecione o arquivo (S07W039) de entrada a ser recortado (*raster*);
3. Selecione o polígono (Municipios) que vai ser utilizado como máscara (*vetor*);

Obs: Selecionar Somente feições selecionadas

4. Atribua o valor “-9999” ao “*nodata*” para que a ausência de informação não seja preenchida automaticamente com alguma cor sólida (preto por padrão);
5. Em CRS Alvo Selecione SIRGAS 2000 / UTM zone 24s. Em caso de não está na lista, clique no ícone  e na aba filtro digite o código 31984
5. Marque a caixa para combinar a extensão do *raster* recortado à extensão da camada máscara (“*Match the extent (...)*”);
6. Selecione o local e o nome do arquivo a ser gerado em “*Recortado*” (EX: DEM_CLIP);
7. Verifique os parâmetros informados e clique em “*Executar*”.

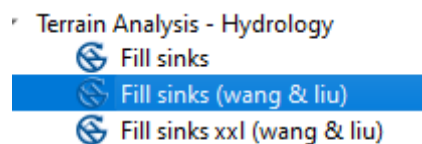




A partir de agora iremos utilizar a camada recortada para diminuir o tempo de processamento

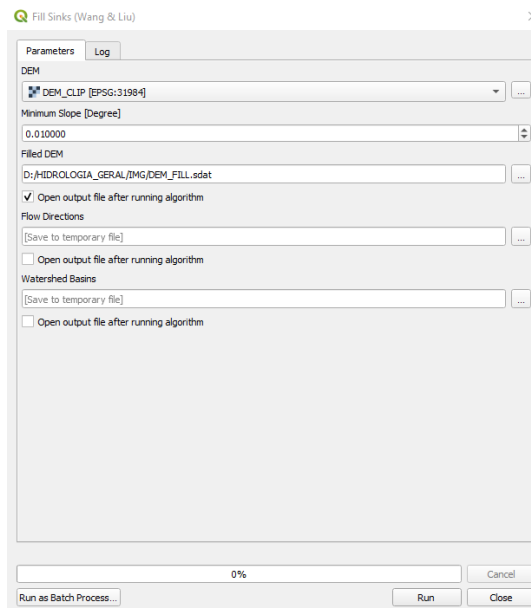
IV - REMOVER DEPRESSÕES

Na caixa de ferramentas pesquisar a ferramenta Fill Sinks (Wang & Liu)



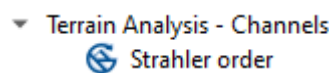
Procedimento

1. Na opção DEM selecione a camada raster "DEM_CLIP"
2. Na opção Filled DEM (DEM preenchido) Selecione o local e o nome do arquivo a ser gerado em "Recortado" (EX: DEM_CLIP);
3. As demais opções pode ser desprezadas (Flow directions e Watershed Basins)



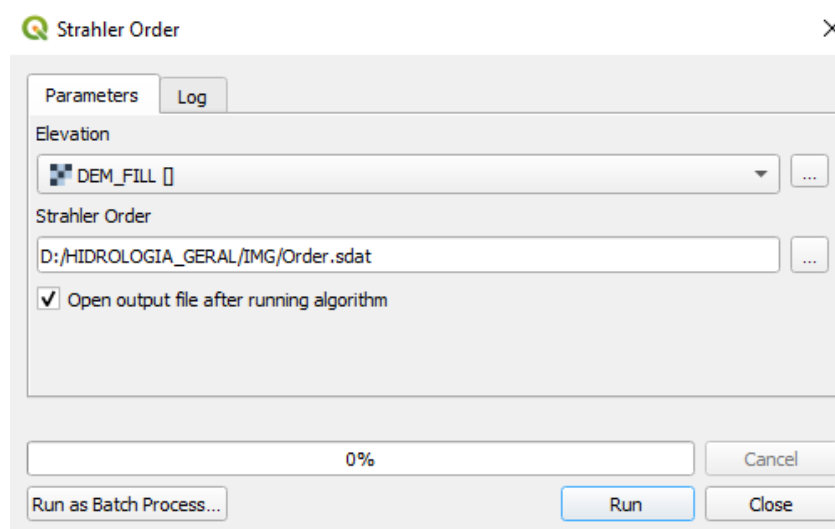
V - Calcular as Ordens dos rios (Strahler Order)

Use o a camada raster (Resultado do processo anterior) para Calcular as Ordens dos rios usando o algoritmo Strahler Order.

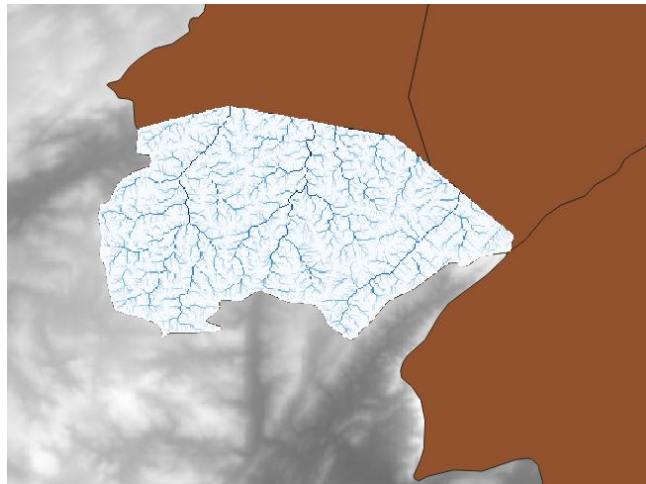


Procedimento

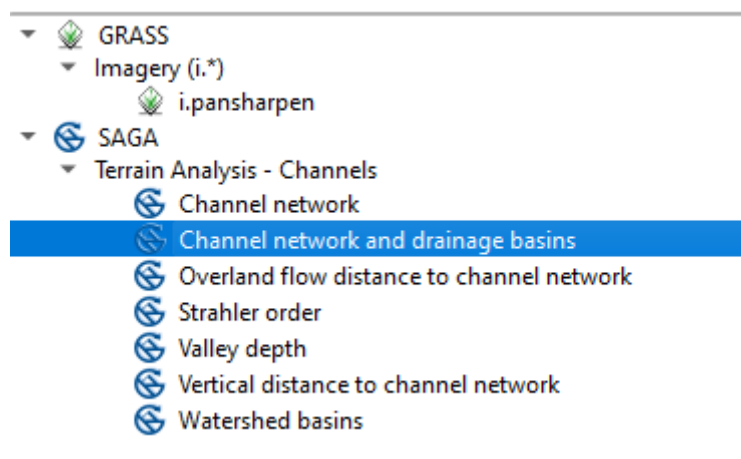
1. Selecione a camada “raster” (DEM_FILL) que foi feito o procedimento de eliminar as depressões
2. Na opção Strahler Order (Ordem) Selecione o local e o nome do arquivo a ser gerado em “Recortado” (EX: ORDER);



Salvar a saída na subpasta IMG da pasta Hidrologia Geral

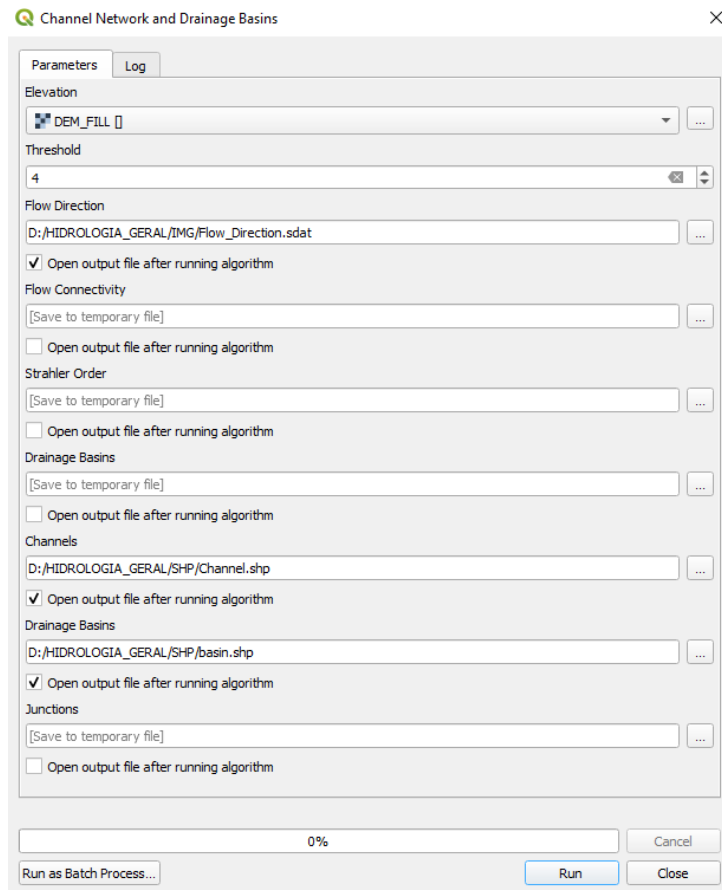


VI - Delimitar bacias com o algoritmo Channel network and Drainage basins



Procedimento

1. No campo elevação selecionar a camada “raster” sem depressões (DEM_FILL)
 2. Em Threshold selecione quais as ordens de rios devem ser consideradas (EX: 4)
OBS: Verificar sua área e analisar quais as ordens podem ser desprezadas.
 3. Salve a camada raster FLOW DIRECTION na pasta do projeto
 4. Na opção Channels selecione a pasta e nome o arquivo como “CANAIS”
 5. Drainage Basins selecione a pasta e nome o arquivo como “Basin”
- OBS: Haverá duas opções de Drainage Basins, porém aqui iremos gerar arquivos apenas na segunda opção (Arquivo vetorial)

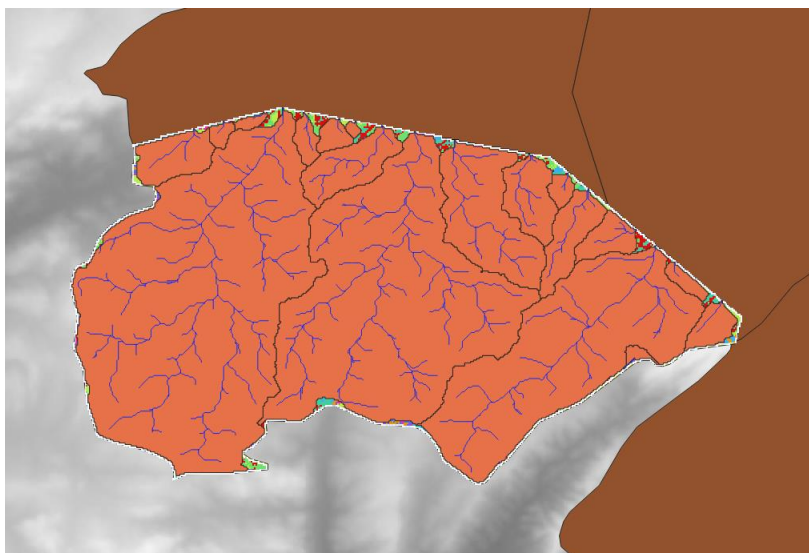


OBS: para saber a direção do fluxo entrar no site

<https://gis.stackexchange.com/questions/254939/legend-of-flow-direction-calculated-with-processing-toolbox-qgis-saga>

A direção de fluxo que é gerada pelo SAGA segue como mostrado abaixo, o 0 como sendo o Norte

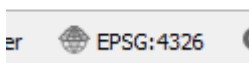
7 0 1
6 2
5 4 3



VII - Abrir o algoritmo UpSlope Area na caixa de ferramentas

Primeiro é importante modificar O SRC do projeto para Coordenadas Planas (UTM).

Clicando o canto inferior direito

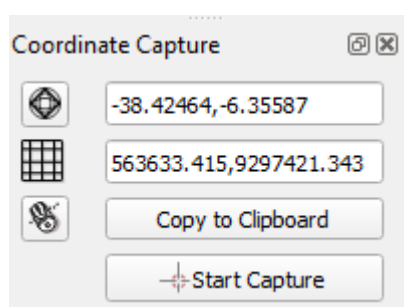


e modificando o código **EPSG 4326** para

o **31984 (Sirgas 2000)**



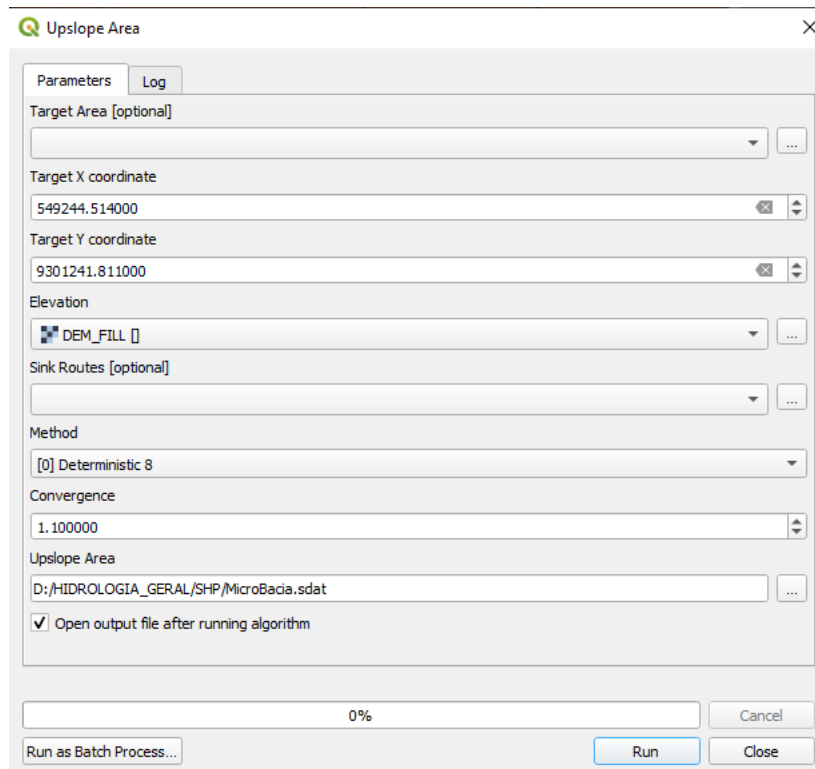
Coletar as coordenadas por meio do plugin Coordinate Capture ou verificar na planilha



Procedimento

1. Target X Coordinate = Longitude
2. Target Y Coordinate = Latitude
3. Elevation = Saída do processo 4 (Fill)
4. Method = Deterministic 8 (0)

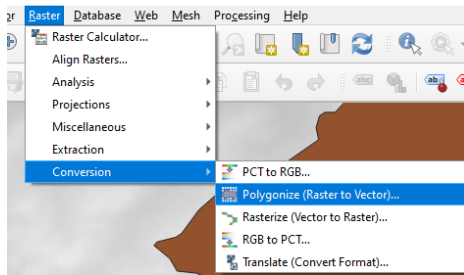
5. Upslope Area = Salvar o arquivo na pasta Hidrologia Geral



O resultado é uma imagem com a delimitação da microbacia (valore 1)

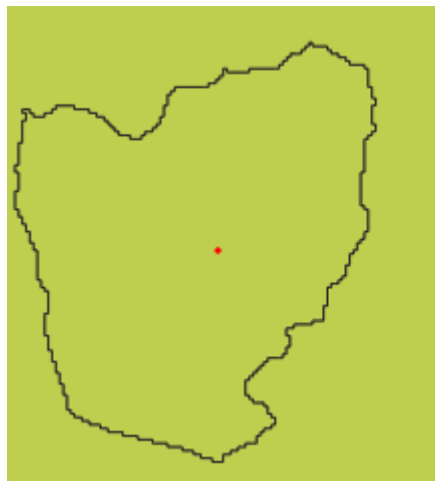
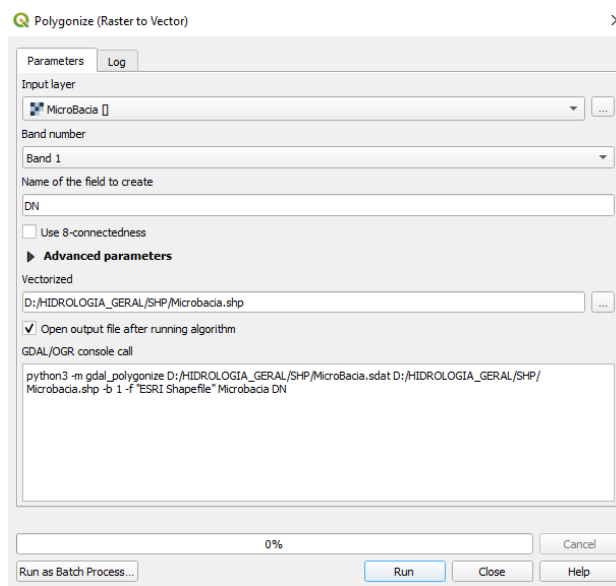
VIII - Transformar o raster da Microbacia (processo anterior) em vetor

RASTER > Conversão > Raster para Vetor




Procedimento


1. Em camada de entrada adicionar o raster da microbacia gerado no passo anterior
2. Na opção de vetorizado selecionar o caminho e nomear o novo arquivo vetorizado



IX - Deletar a feição que não corresponde a Microbacia delimitada

Iniciar edição do Vetor (ícone do lápis) 

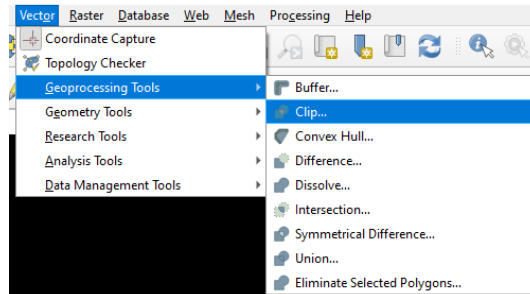
Usar ferramenta de seleção  para selecionar a feição fora da microbacia

Clicar em Delete ou no ícone  (Lixeira)

Sair do modo de edição e salvar as modificações

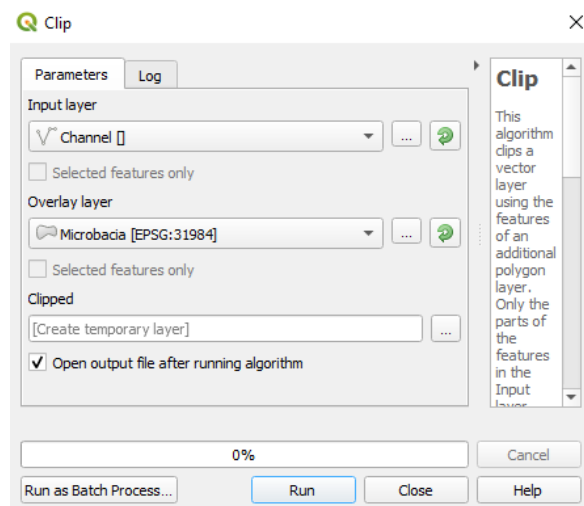
X - Recortar os canais que estiverem dentro da sub-bacia

Menu - Vetor - Ferramentas de Geoprocessamento – Clip



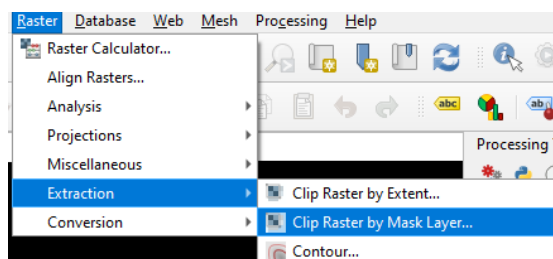
Procedimento

1. Input Layer = Channels
2. Overlay layer = microbacia
3. clipped = Salvar a saída na pasta Hidrologia Geral (Rios_Microbacia)



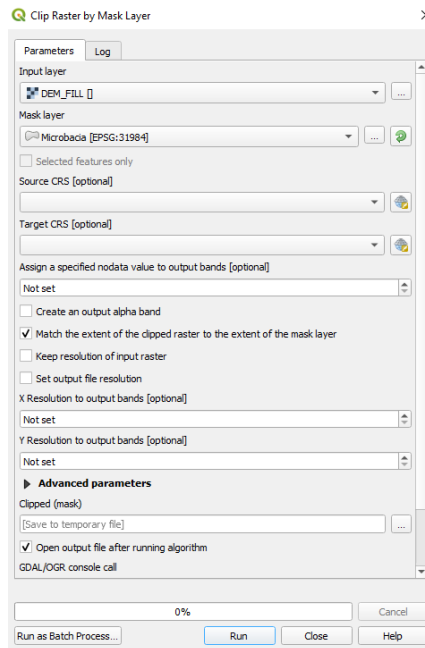
XI - Recortar o DEM apenas para a Sub-Bacia

Menu - Raster - Extraction - Clip Raster by Mask Layer



Procedimento

1. Input Layer - Arquivo Raster (Fill) do passo 4
2. Mask Layer - Sub-Bacia
3. Clipper = Salvar a saída na pasta Hidrologia Geral



XII - Calcular área e Perímetro da bacia

Selecionar a camada da sub-bacia e entrar na calculadora de Campo (ícone do Ábaco)



Selecionar Criar um novo campo

nome do campo = Area_m2

Tipo de Campo = Decimal (Real)

Na Janela de expressão digitar (\$area) depois clicar em ok

Abrir novamente a calculadora de campo

Selecionar Criar um novo campo

nome do campo = Area_km2

Tipo de Campo = Decimal (Real)

Na Janela de expressão digitar (\$area/1000000) depois clicar em ok

Abrir novamente a calculadora de campo

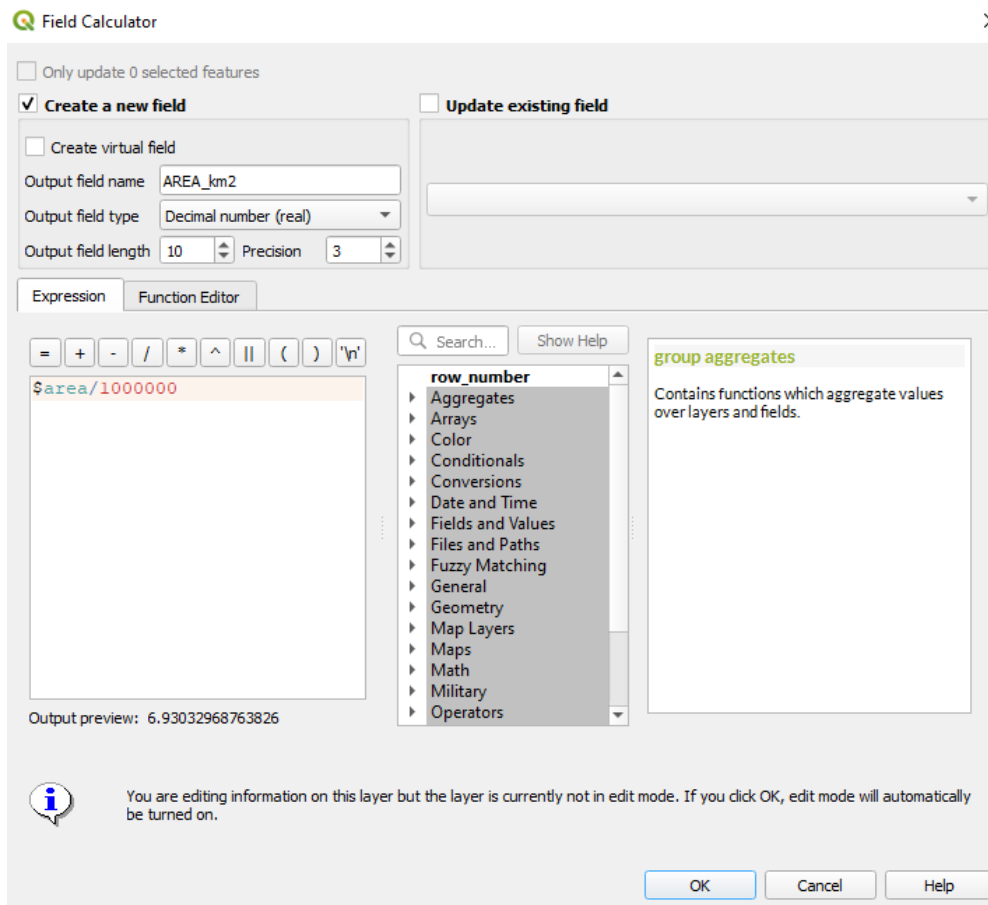
Selecionar Criar um novo campo

nome do campo = Perimetro


Tipo de Campo = Decimal (Real)

Na Janela de expressão digitar (\$perimeter) depois clicar em ok

Sair do modo de edição e salvar as alterações



XIII – Criando a camada do Rio Principal

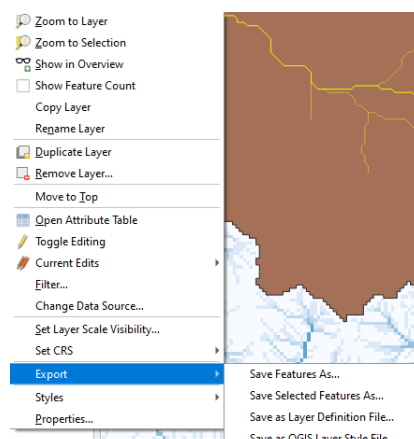
Selecionar a camada de rio (da sub-bacia) e iniciar a edição  (ícone do lápis)

Usando a ferramenta de seleção, clique em todos os trechos que forma o rio principal

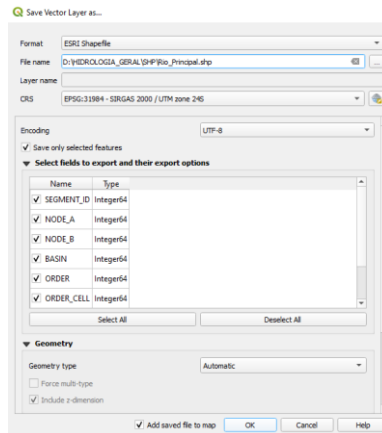
Salve em um novo arquivo apenas os trechos selecionados

Clicando sobre a camada Rios e com o botão direito > Export > Salvar Feições selecionadas.

Conforme mostrado na figura abaixo



Na janela que se abre siga as instruções mostrado na figura

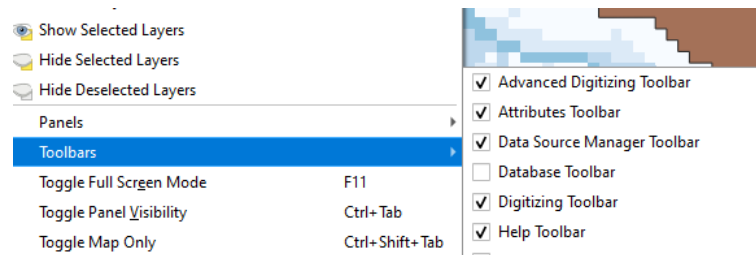


File Name = Salvar na subpasta SHP da pasta Hidrologia Geral


XIV– Calculando o comprimento do Rio Principal

Com a camada Rio_Principal selecionada e com o modo de edição ativado selecione novamente todos os trechos e fazer um Merge, seguindo os passos abaixo, para torne-se apenas uma única feição

No menu exibir -> Barra de Ferramentas ative a opção de digitalização avançada



Esse procedimento adicionará um novo conjunto de ferramentas disponível

Selecione a opção Fazer Marge das feições selecionadas  (ícone duas partes sendo costuradas) depois clique OK

Abra a calculadores de campo

Selecionar Criar um novo campo

nome do campo = Dist_km

Tipo de Campo = Decimal (Real)

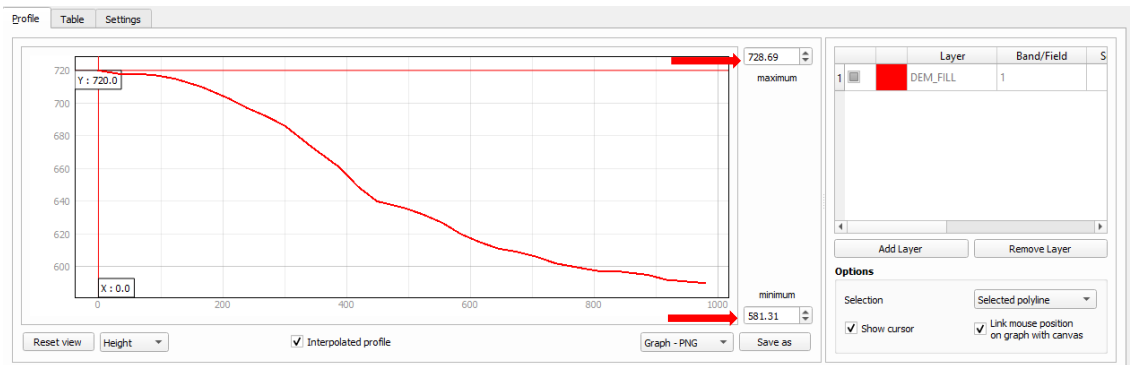
Na Janela de expressão digitar ($\$length/1000$) depois clicar em ok.

XV - Declividade e Perfil longitudinal do rio Principal

Abra o complemento Profile tool  (Terreno verde com o sol amarelo)

Selecione a camada raster sem depressões DEM_FILL e clique em Adicionar

Na opção Selection escolha a opção "Select Polyline e clique sobre o rio principal



Na tela é possível coletar as cotas máximas e mínimas do leito principal (Setas vermelhas)

S1: É a maneira mais rápida, porém a menos precisa. É a relação entre a diferença de cotas dos extremos do rio (nascente e foz) e o seu comprimento. Serve bem para pequenas bacias, ou para um cálculo preliminar de vazão. Costuma-se desprezar o primeiro trecho (alto curso), algo em torno de uns 10% a 15% do comprimento.

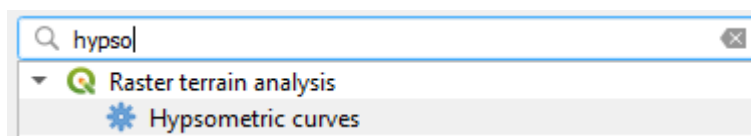
$$S1 = \frac{\Delta H}{L}$$

S2: É uma declividade obtida graficamente. Traça-se uma reta da foz para o começo do rio de forma que a área sob esta reta seja igual à área sob o perfil do rio. Como consequência as duas áreas em amarelo no gráfico ficam iguais, uma área “compensa” a outra. Observe o retângulo tracejado na figura, sua área $A = B \cdot L$. A declividade $S2 = B/L$, só que $B = A/L$. Quando substituirmos fica $S2 = A/L^2$, mas $A = 2 \cdot A_p$ (área sob a reta S2), então:

$$S2 = \frac{2 \times A_p}{L^2}$$

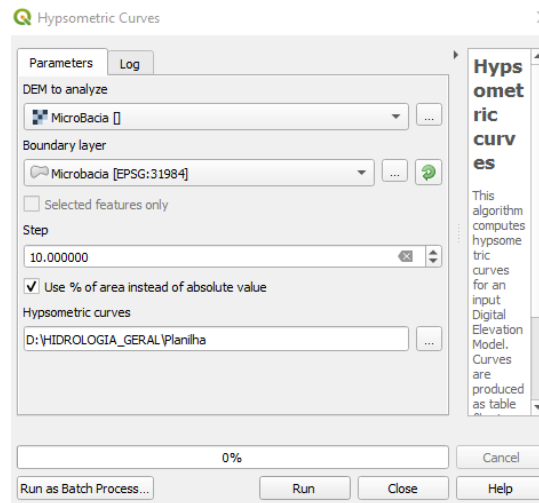
XVI – Curva Hipsométrica

Na caixa de Ferramenta abra o algoritmo Hypsometric Curve e configura da seguinte forma



1. DEM to analyze = Camada raster da microbacia (Passo XI)
2. Boundary layer = Camada vetorial da MicroBacia (Passo IX)

3. Step = Valor de intervalo para cada classe (Comece com o valor 10)
4. Hypsometri Curves = Salvar a saída na pasta Hidrologia Geral



OBS: Esse procedimento resultará em uma planilha com as classes de área e os referidos valores de elevação (Depois fazer o gráfico)

XVII – Tempo de Concentração -TC

Com os valores de comprimento do Rio principal e declividade basta aplicar uma das equações.

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$


Para bacias até 0.5km²

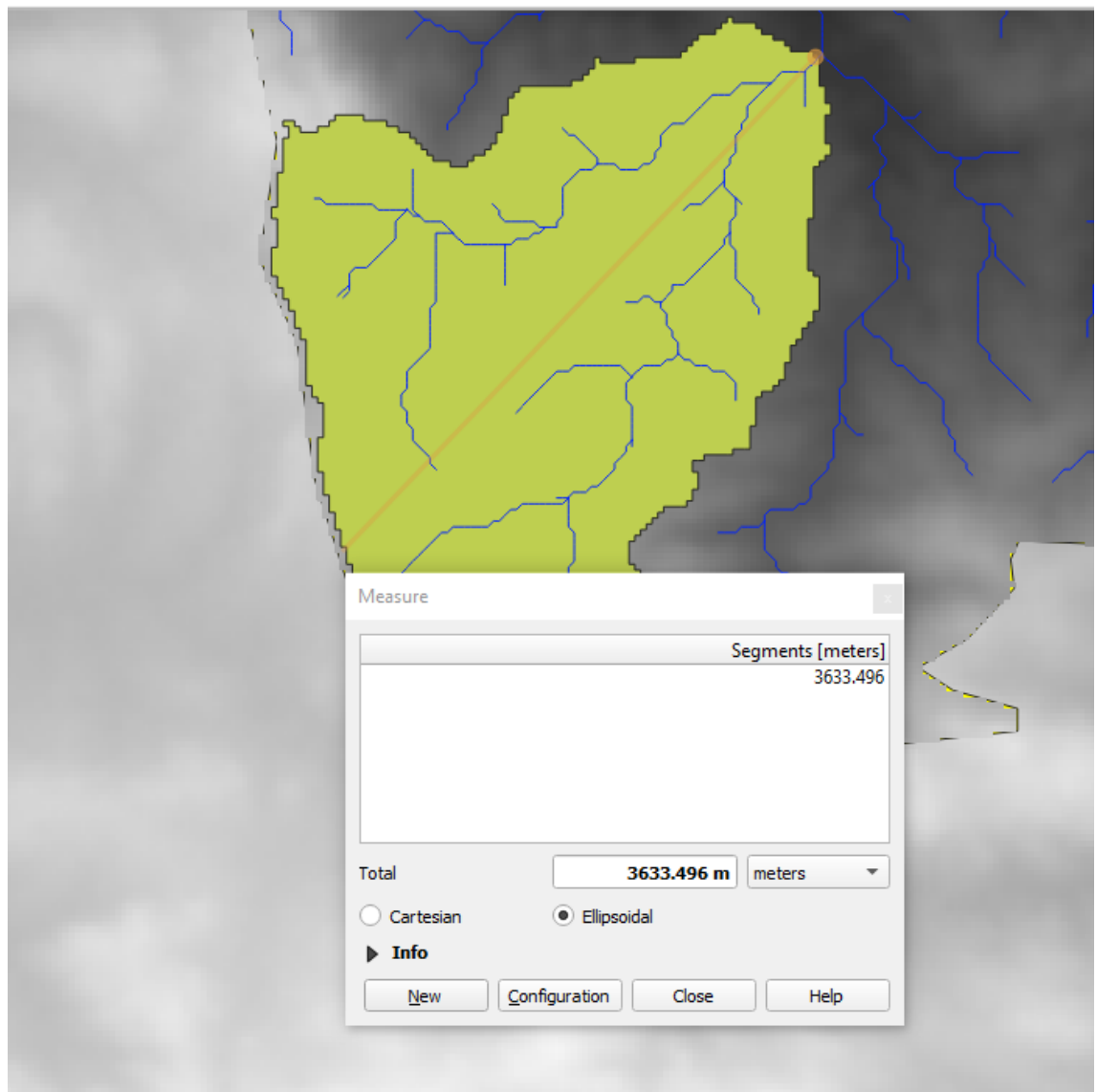
$$t_c = 7,68 \cdot \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,79}$$

Para bacias até 5840km²

20 – Fator de Forma (F)

Para calcular o fator de forma é necessário saber o comprimento axial (m) da bacia que é o ponto do exutório até a borda mais distante

Com a Ferramenta Régua  clique sobre o exutório e trace uma reta até a borda mais distante da bacia.



E com a área da bacia em m² basta aplicar a equação a seguir

$$F = \frac{A}{L^2}$$

E classificar conforme tabela abaixo

Kf	Característica da bacia
1,00 – 0,75	Bacia com alta propensão a grandes enchentes
0,75 – 0,50	Bacia com tendência mediana a grandes enchentes
< 0,50	Bacia não sujeita a grandes enchentes

21 – Coeficiente de Compacidade (Kc)

Com os valores do Perímetro (m) e a área (m) a equação abaixo deverá ser aplicada


$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

e aplicar a classificação conforme mostrado abaixo

KC	CARACTERÍSTICA DA BACIA
1,00 – 1,25	Bacia com alta propensão a grandes enchentes
1,25 – 1,50	Bacia com tendência mediana a grandes enchentes
> 1,50	Bacia não sujeita a grandes enchentes

22 – Densidade de Drenagem

Com a camada de Rios_SubBacia (Todos os rios) selecionada e com o Modo de edição ativado realizar o procedimento semelhante com aos anteriores para o calculo da distância do rio principal e área da bacia.


Clicar no ícone 

Selecionar Criar um novo campo

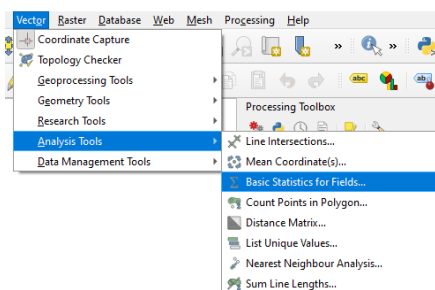
nome do campo = Dis_km

Tipo de Campo = Decimal (Real)

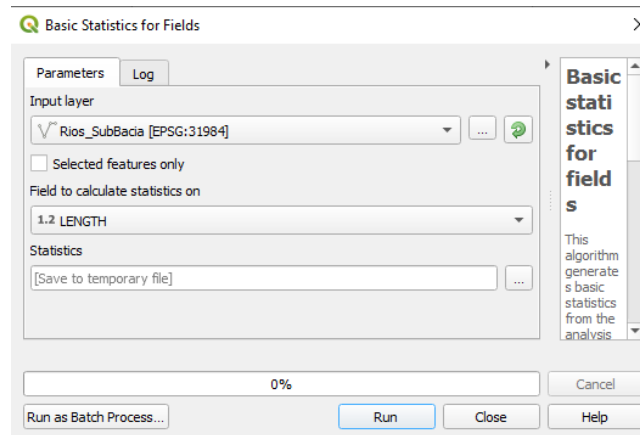
Na Janela de expressão digitar ($\$length/1000$) depois clicar em ok

Agora na tabela de atributo  da camada terá uma nova coluna com o comprimento de todos os trechos de drenagem.

Agora com a ferramenta de Análise Estatística iremos calcular o comprimento total (soma) de trechos.



Na janela selecione a camada dos Rios_Microbacia e escolha o campo de Length (Comprimento) conforme mostrado abaixo.



Após o processamento será mostrado uma janela com os resultados estatísticos. Para nosso caso a informação mais importante é a soma (SUM)

```

Execution completed in 0.09 seconds
Results:
{'COUNT': 13,
 'CV': 0.5058169247591624,
 'EMPTY': 0,
 'FILLED': 13,
 'FIRSTQUARTILE': 505.95538243,
 'IQR': 544.0936907700001,
 'MAJORITY': 148.19090054,
 'MAX': 1517.8661473,
 'MEAN': 765.1072829169232,
 'MEDIAN': 715.52896379,
 'MIN': 148.19090054,
 'MINORITY': 148.19090054,
 'OUTPUT_HTML_FILE': 'C:\\Users\\AGRIAM~1\\AppData\\Local\\
\\Temp\\processing_e838d9424d3c439a8020487a1dcf5d78/
e4c7ae8db25144c5b7f43bd1bd09e646/OUTPUT_HTML_FILE.html',
 'RANGE': 1369.67524676,
 'STD_DEV': 387.0042129558765,
 'SUM': 9946.394677920001,
 'THIRDQUARTILE': 1050.0490732,
 'UNIQUE': 13}

```

De posse de todos os dados preencha a planilha com as informações e calcule o restante das características morfométrica para a bacia.