

# **Modelagem Hidrológica no QGIS: do MDE ao Delineamento de Bacias**

CARLOS WAGNER GONÇALVES ANDRADE COELHO

LÍLIA MARIA DE OLIVEIRA

ARNALDO FREITAS DE OLIVEIRA JUNIOR

AGMAR BENTO TEODORO

FRANCIELE DE OLIVEIRA PIMENTEL



# **Modelagem Hidrológica no QGIS 3.40.1:**

## *do MDE ao delineamento de bacias hidrográficas*

***“Um passo a passo prático com Fill, Channel Network, Watershed e Outlet”***

CARLOS WAGNER GONÇALVES ANDRADE COELHO

LÍLIA MARIA DE OLIVEIRA

ARNALDO FREITAS DE OLIVEIRA JUNIOR

AGMAR BENTO TEODORO

FRANCIELE DE OLIVEIRA PIMENTEL

©2025 Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

©2025 Fundação Cefet-Minas FCM

**Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental**

Prof<sup>a</sup> Dr. Frederico keizo Odan - chefe de departamento

Prof<sup>a</sup> Dra. Gisele Vidal Vimieiro – Sub-chefe de departamento

**Coordenação de curso de Engenharia Ambiental e Sanitária**

Prof<sup>a</sup> Dr. Túlio César Floripes Gonçalves - – Coordenador de Curso

Prof<sup>a</sup> Dra. Karina Venâncio Bonitese – Subcoordenadora de Curso

**Coordenação de curso de Técnico em Meio Ambiente**

Prof<sup>a</sup> Msc. André Luiz Marques Rocha – Coordenador de Curso

Prof<sup>a</sup> Dr. Daniel Brianezi – Subcoordenador de Curso

Coordenação e Elaboração

Prof. Dr. Carlos Wagner Andrade Gonçalves Coelho

[carloswagner@cefetmg.br](mailto:carloswagner@cefetmg.br)

Profa. Dra. Lília Maria de Oliveira

[lilia@cefetmg.br](mailto:lilia@cefetmg.br)

Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Junior

[arnaldofreitas@cefetmg.br](mailto:arnaldofreitas@cefetmg.br)

Prof. Dr. Agmar Bento Teodoro

[agmarbento@cefetmg.br](mailto:agmarbento@cefetmg.br)

Profa. Dra. Franciele de Oliveira Pimentel

[franpimentel@cefetmg.br](mailto:franpimentel@cefetmg.br)

---

Modelagem Hidrológica no Qgis 3.40/ Carlos Wagner

Andrade Gonçalves Coelho, Lilia Maria de Oliveira, Arnaldo

Freitas de Oliveira Junior, Agmar Bento Teodoro, Franciele

de Oliveira Pimentel - Belo Horizonte: CEFET-MG, 2025.

1.Bacia Hidrográfica 2. Modelagem Hidrológica 3. Modelo Digital de Elevação (MDE)

---

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Av. Amazonas, 5253

CEP 30421-169 Belo Horizonte – MG - Brasil

## Capítulo 1 – Conceitos Fundamentais.

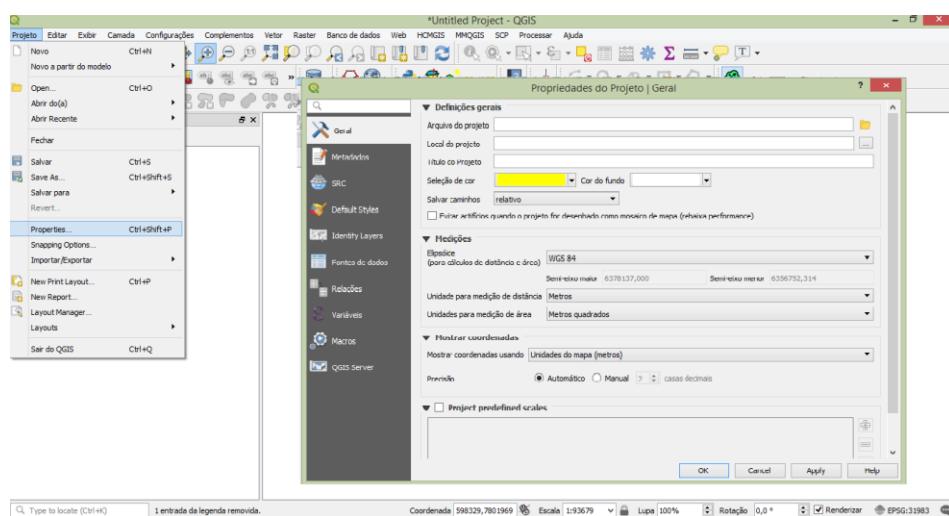
A apostila foi elaborada utilizando o **QGIS** 3.40 como referência principal. Versões anteriores do software também permitem a execução dos procedimentos apresentados, embora algumas expressões e determinados comandos possam apresentar pequenas variações conforme a versão utilizada. Recomenda-se atenção a essas diferenças, pois eventuais divergências de interface ou resultados decorrentes de alterações nas versões do **QGIS** não caracterizam erro dos autores, mas sim atualizações próprias do software. Os passos descritos não esgotam o assunto nem mesmo é o único caminho para atingir os resultados propostos.

Antes do início de qualquer projeto no **QGIS** é importante que o ambiente seja previamente configurado com alguns parâmetros básicos para preparar o ambiente de trabalho na plataforma.

### **Procedimento:**

Acesse a interface de configuração do **QGIS** através do menu “Projeto” → “Propriedades do projeto”. Nesse ambiente é possível configurar elementos básicos a elementos mais complexos. Alguns exemplos são: unidades de medida padrão para os projetos, cores, fontes, sistemas de coordenadas etc.

Clique em “ok” para salvar as alterações.



## Capítulo 2 – Introdução

A modelagem hidrológica começa com uma pergunta simples: “**de onde vem e para onde vai a água nesta paisagem?**”. O QGIS oferece um conjunto poderoso de ferramentas para responder a essa pergunta a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE).

Nesta apostila vamos aprender, passo a passo, como preparar um MDE, corrigir depressões (Fill), extrair a rede de drenagem (Channel Network) e delimitar bacias hidrográficas (Watershed) a partir de pontos de exutório (Outlet).

MDE → Fill → Fluxo → Channel Network → Watershed → Outlet

## Capítulo 3 – Conceitos básicos de modelagem hidrológica

Bacia hidrográfica é a área que drena a água da chuva para um mesmo ponto de saída, chamado exutório. Tudo que acontece dentro da bacia afeta a quantidade e a qualidade da água que sai por esse ponto.

Exutório é o ponto de saída da água da bacia, normalmente em uma seção de rio, ponto de captação ou confluência. Na modelagem, representamos o exutório como um ponto sobre a rede de drenagem.

O MDE é uma representação contínua da altitude do terreno. A partir dele, inferimos o caminho da água, assumindo que ela escoa do ponto mais alto para o mais baixo.

Muitos MDEs possuem “buracos” artificiais, causados por erros de interpolação ou ruído. Essas depressões impedem o fluxo contínuo da água. A ferramenta **Fill** serve justamente para corrigir esses problemas.

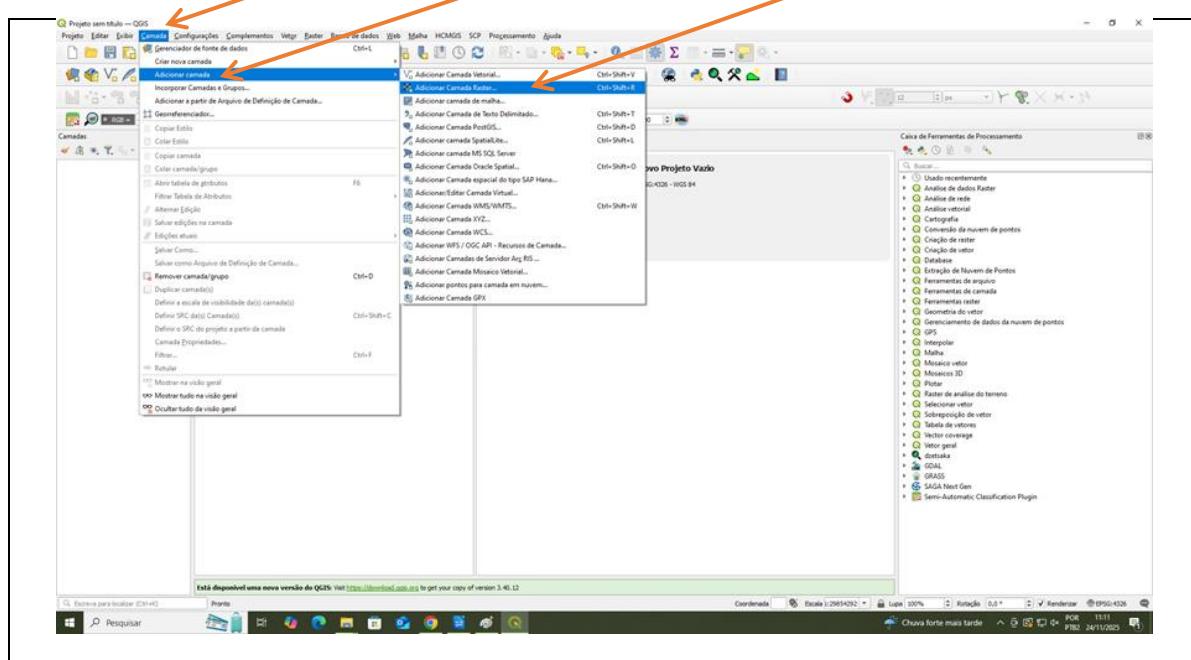
## Capítulo 4 – Preparando os dados no QGIS

**Objetivo:** deixar os dados prontos antes das ferramentas hidrológicas.

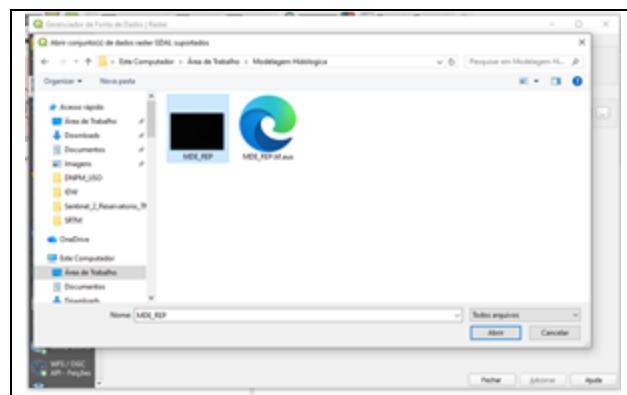
### 4.1 Carregar o MDE

#### Procedimento:

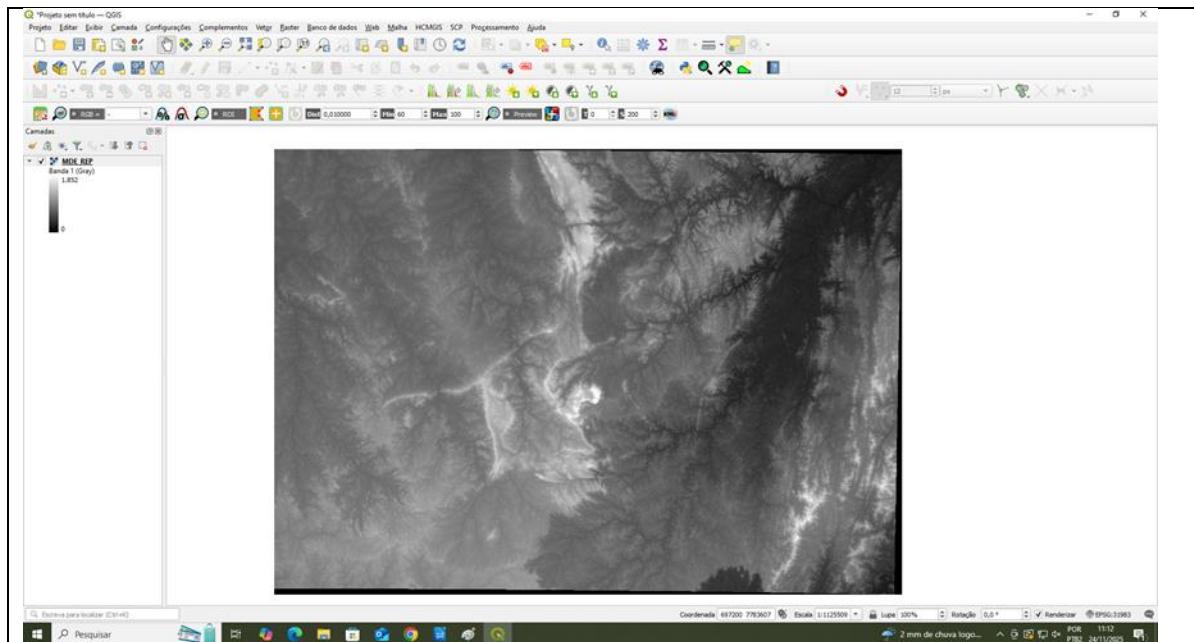
Adicione o MDE à tela do QGIS (Camada → Adicionar camada → Adicionar raster). Verifique a resolução espacial (tamanho do pixel) e a extensão da área de estudo.



A janela abaixo irá surgir para que você possa escolher a pasta onde o seu raster está salvo. Clique nos três pontos e adicione seu arquivo.



O arquivo será aberto no Qgis conforme abaixo.



## 4.2 Definir projeção adequada

Trabalhos hidrológicos exigem unidades em metros. Certifique-se de que o projeto esteja em um sistema de coordenadas projetado (por exemplo, UTM). Caso o MDE esteja em graus, reprojete para um sistema métrico antes de prosseguir. O MDE utilizado nessa apostila se refere a 4 cartas do SRTM de resolução de 90 metros, para a região do entorno de Belo Horizonte, já projetados para SIRGAS 2000 UTM 23 S.

## 4.3 Recortar o MDE à área de interesse

Um MDE muito grande deixa o processamento lento. Use a ferramenta de recorte (Raster → Extração → Recortar por extensão ou máscara) para focar na área de estudo. Essa etapa é **opcional** e de acordo com o interesse e localização da bacia hidrográfica a ser modelada.

**Iniciando o processo de modelagem.**

## Capítulo 5 – Corrigindo o MDE com a ferramenta Fill

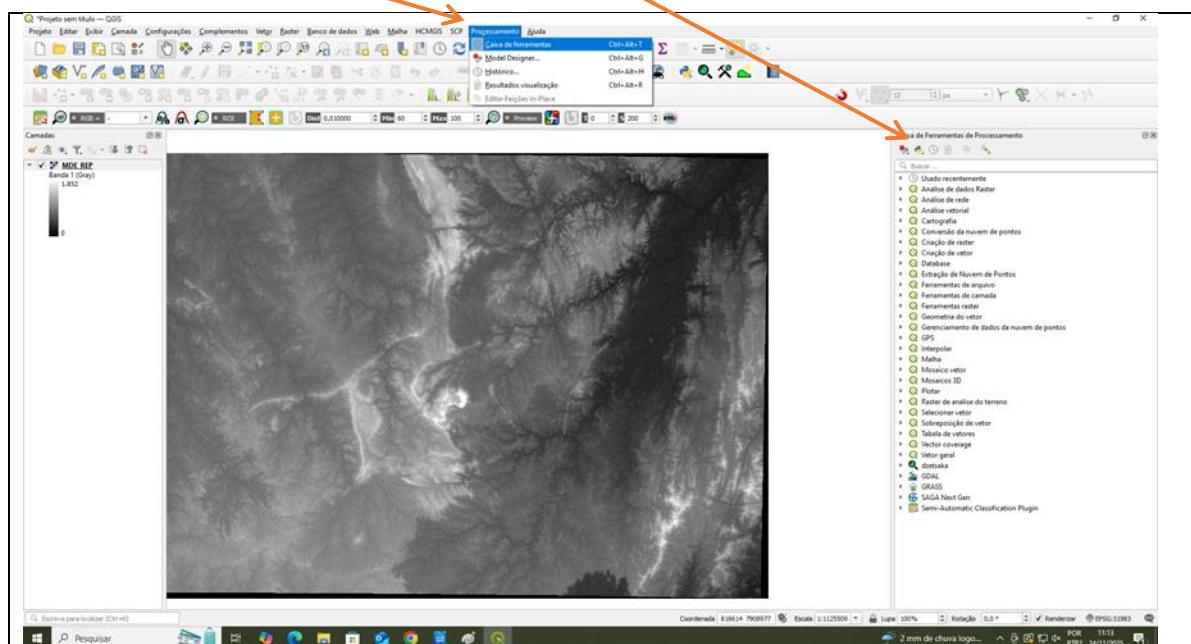
A ferramenta **Fill** (preenchimento de depressões) cria um MDE hidrologicamente consistente, eliminando buracos que aprisionariam o fluxo da água.

Sem esse passo, a rede de drenagem gerada pode ficar fragmentada e pouco realista.

## 5.1 Abrir a caixa de ferramentas de processamento

**Procedimento:**

Menu Processamento → Caixa de Ferramentas.

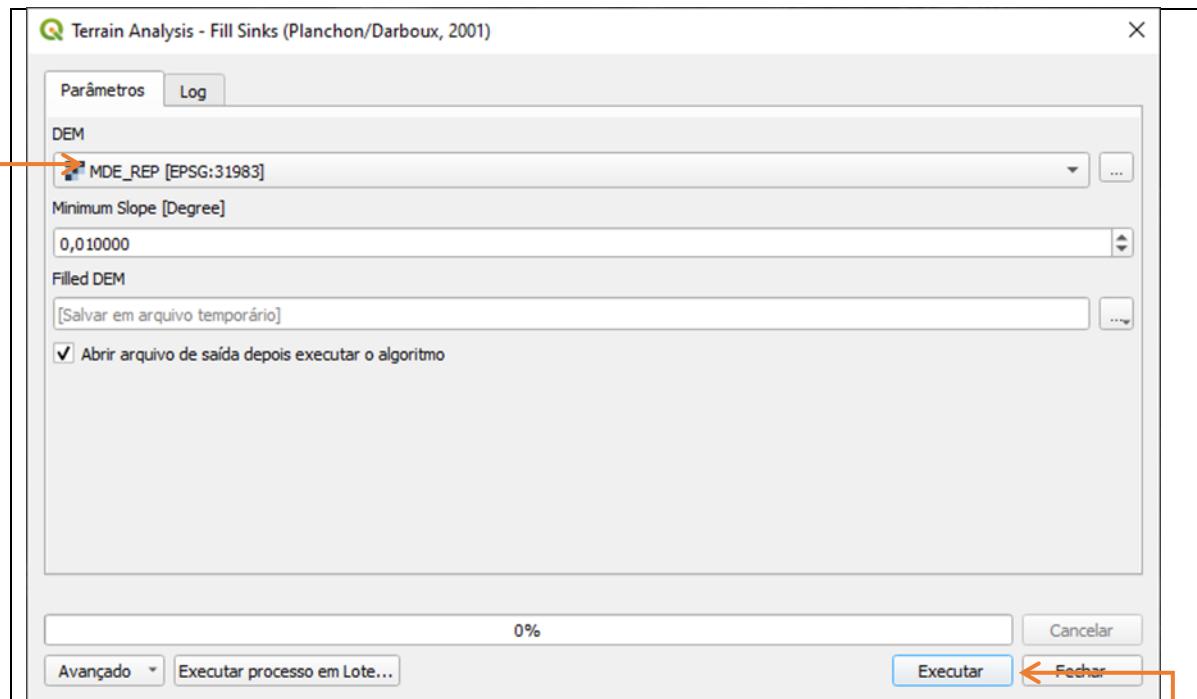


## 5.2 Localizar a ferramenta Fill.

Em muitos fluxos, ela aparece em módulos de hidrologia (por exemplo, SAGA ou GRASS). Procure por algo como **“Fill sinks (depressions)”** ou **“Preencher depressões”**.

Neste passo a passo você poderá usar a opção **Fill Sinks (Planchon/Darboux, 2001)**

As demais opções também podem ser utilizadas para o processo, entretanto, nesta apostila usaremos a opção acima, mais direta no preenchimento dos campos, não sendo necessário desmarcar algumas opções desnecessárias para o momento.



## 5.3 Parâmetros principais

MDE de entrada: o raster carregado e recortado no capítulo anterior.

MDE preenchido (saída): escolha um nome claro, como `MDE\_fill.tif` ou deixe salvar o arquivo temporário.

## 5.4 Executar e conferir o resultado

Compare visualmente o MDE original e o preenchido. Em regiões de depressão, você verá pequenas alterações nas cotas, garantindo um caminho contínuo para o escoamento.

### Extra “Erros comuns”:

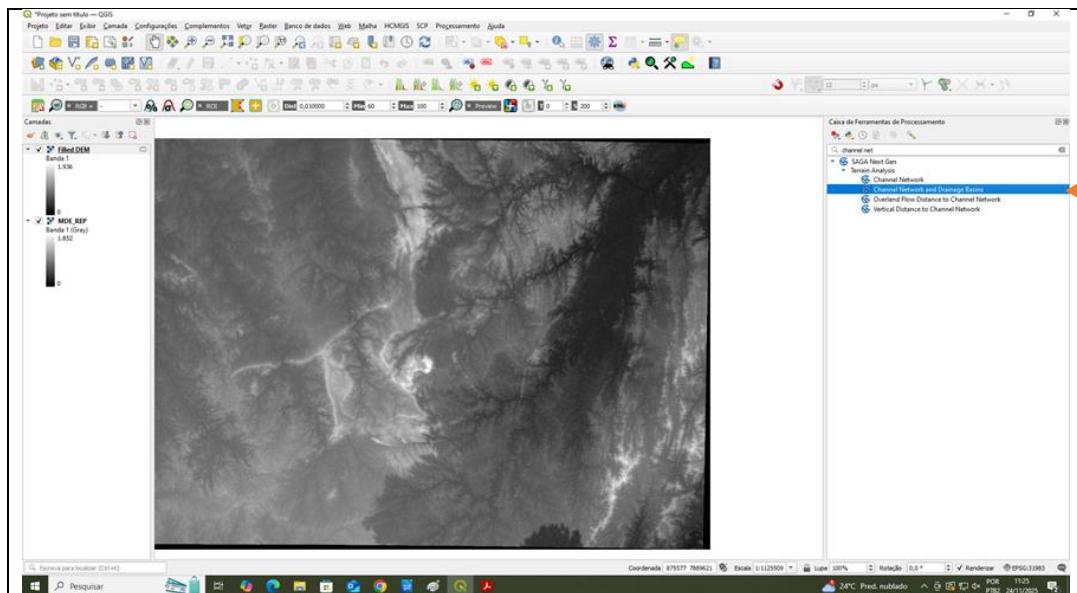
- > Usar MDE em graus e não em metros.
- > Esquecer qual MDE está usando depois (original vs preenchido).
- > Salvar o resultado só em memória, perdendo o arquivo depois.

## Capítulo 6 – Extrair a rede de drenagem com Channel Network

A ferramenta Channel Network gera uma rede de drenagem a partir do MDE preenchido, identificando onde o fluxo se concentra o suficiente para formar canais. Na prática, ela transforma o relevo em um “mapa de rios” derivado automaticamente dos dados de elevação.

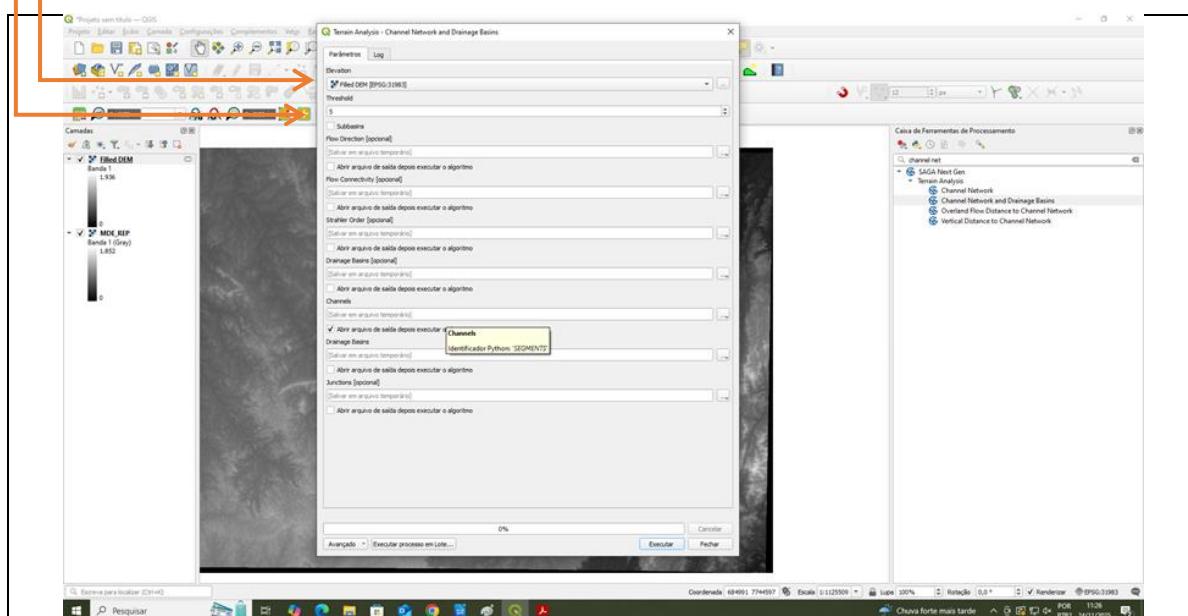
### Procedimento:

Na caixa de ferramentas, procure a função **Channel Network and drainage basins**.



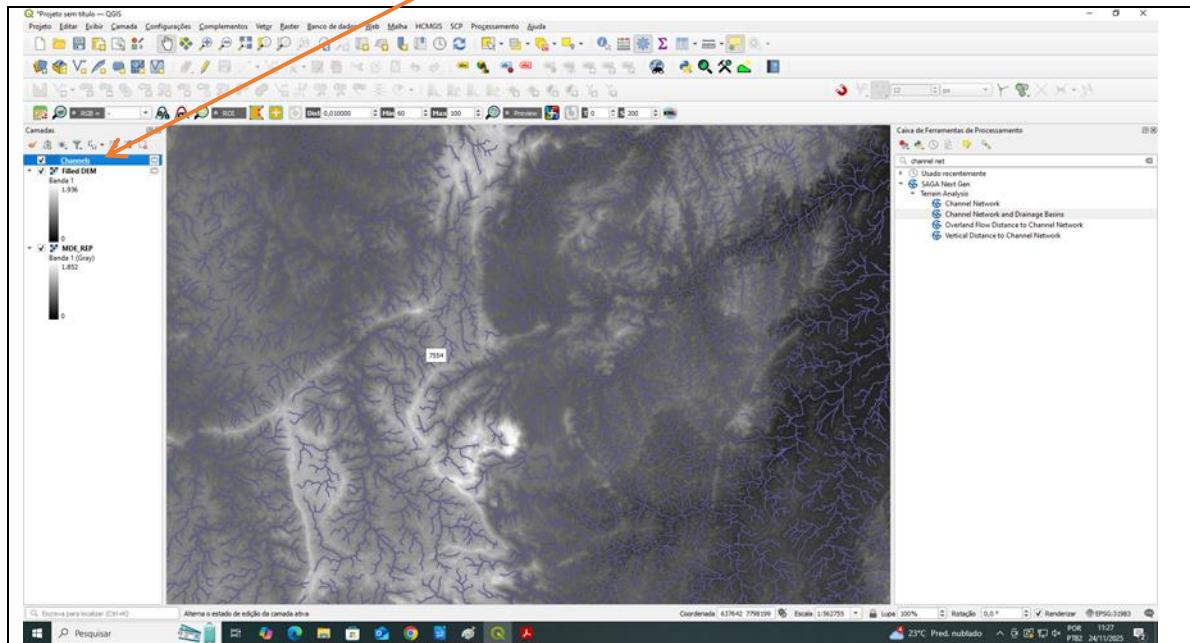
A janela abaixo irá aparecer. Neste passo será importante definir os parâmetros.

- 1- Entre com a camada corrigida no passo anterior no *Fill*.
- 2- Defina um limiar (*Threshold*) adequado a sua situação. Quanto maior o número, menos cursos d’água, quanto menor o numero, mais cursos d’água.



Nas demais caixas, você deverá desmarcar todas, exceto a terceira de baixo para cima, que representa o arquivo a ser desenvolvido, **Channels**.

Execute a função e, o arquivo **Vetorial linear** com os canais surgirá na sua tela.



Testar alguns valores e comparar com a hidrografia real (quando disponível).

## Capítulo 7 – Definindo a direção do escoamento - Watershed.

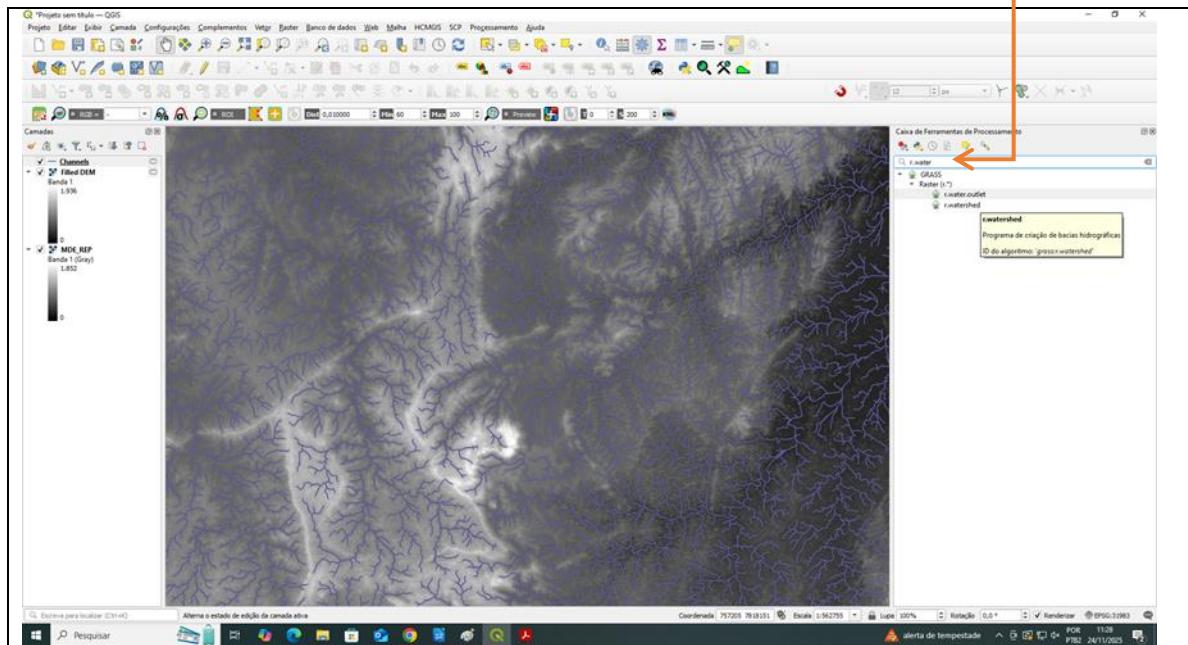
A ferramenta **r.watershed**, do GRASS GIS, calcula a direção natural do escoamento da água a partir de um Modelo Digital de Elevação. Para cada pixel, o algoritmo identifica o vizinho mais baixo e registra essa orientação na forma de um raster codificado em oito direções (D8), leste, nordeste, norte, noroeste, oeste, sudoeste, sul, sudeste. Durante o processo, o algoritmo corrige pequenas depressões artificiais do MDE para garantir continuidade hidrológica. O resultado é um mapa que representa como a água tende a se deslocar na superfície, servindo como base para análises como delimitação de bacias, rede de drenagem e acúmulo de fluxo.

### 7.1 Abrir a ferramenta Watershed

#### Procedimento:

Procure por **r.watershed** ou “**Delineamento de bacia**” na Caixa de Ferramentas, normalmente em grupos de hidrologia.

Digitando r.water, irá surgir as duas últimas ferramentas para essa modelagem sendo a **r.watershed** e **r.water.outlet**.



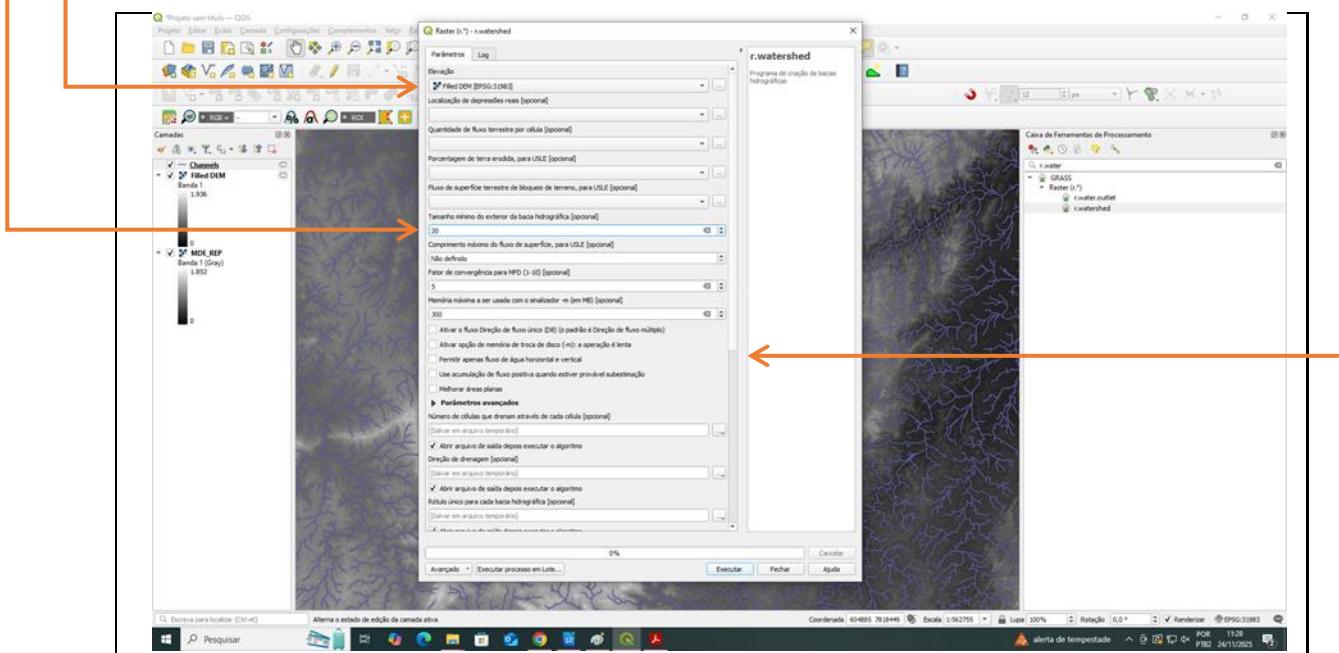
Iremos executar primeiro r.watershed.

## 7.2 Definir entradas

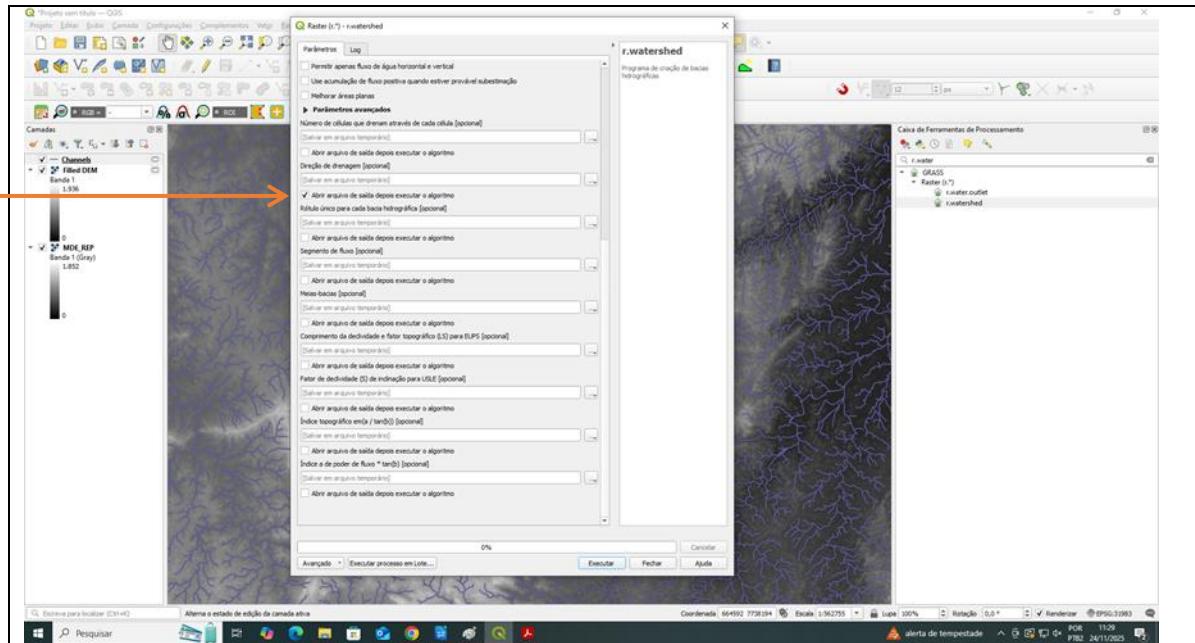
MDE preenchido: MDE\_fill.tif produzido na etapa Fill.

Na opção Tamanho mínimo do exterior da bacia, insira um número maior que zero.

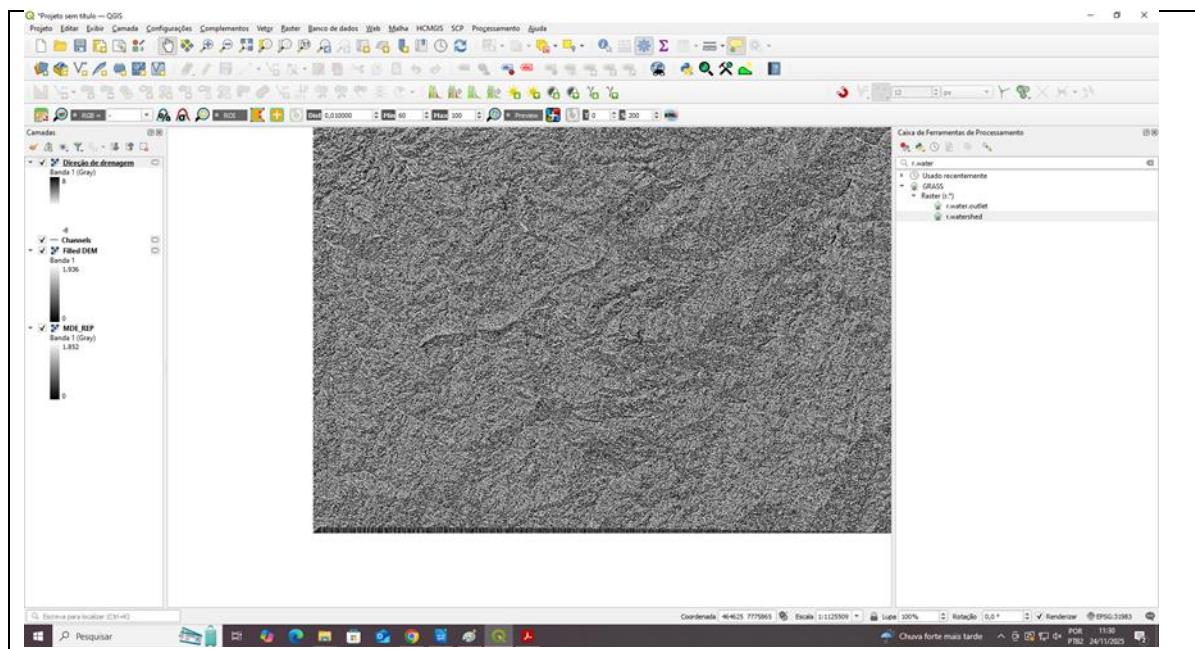
Role a barra para baixo para que possamos escolher os arquivos a serem gerados.



Nas opções das caixinhas, deixe apenas a segunda opção marcada, referente à direção de Drenagem. Desmarque todas as demais e **execute** o processo.



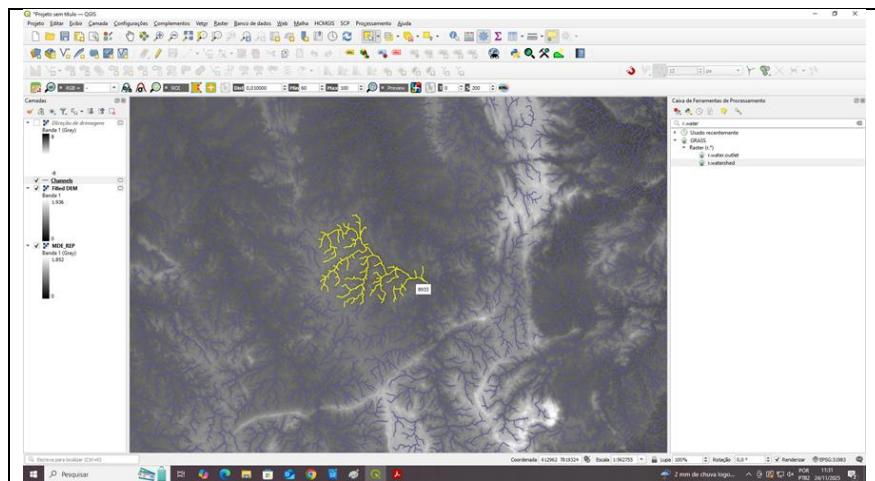
O arquivo, mostrando a direção da drenagem, irá surgir na tela conforme abaixo.



Este arquivo de Direção da drenagem poderá ser desligado, retirado de visualização para melhor identificação do exutório na próxima etapa.

## Capítulo 8 – Definindo pontos de exutório (Outlet)

Para delimitar bacias específicas, precisamos indicar onde a água “sai” do sistema: os exutórios. Esses pontos podem ser definidos manualmente sobre a rede de drenagem gerada ou importados de outro arquivo (por exemplo, pontos de estações fluviométricas). No exemplo desta apostila, iremos gerar a bacia hidrográfica do Ribeirão da Mata (drenagem em amarelo na imagem abaixo) localizada nos municípios de Pedro Leopoldo, Confins e Lagoa Santa, afluente do Rio das Velhas. Seu exutório está destacado na imagem abaixo com uma caixa branca com o número 8933.

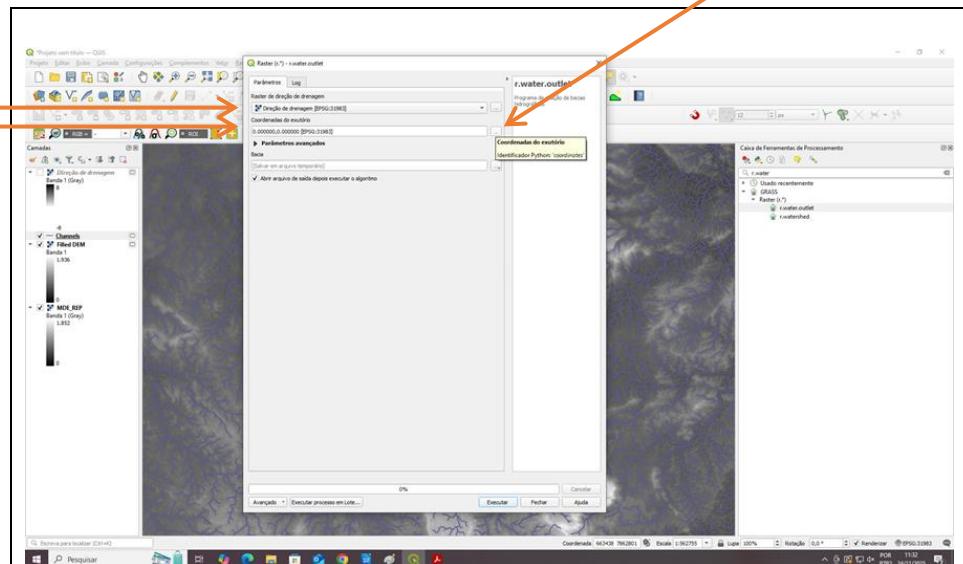


Na caixa de ferramentas vamos acionar a ferramenta **r.water.outlet** para indicar as coordenadas para que o processo identifique os divisores de água e consequentemente a bacia hidrográfica.

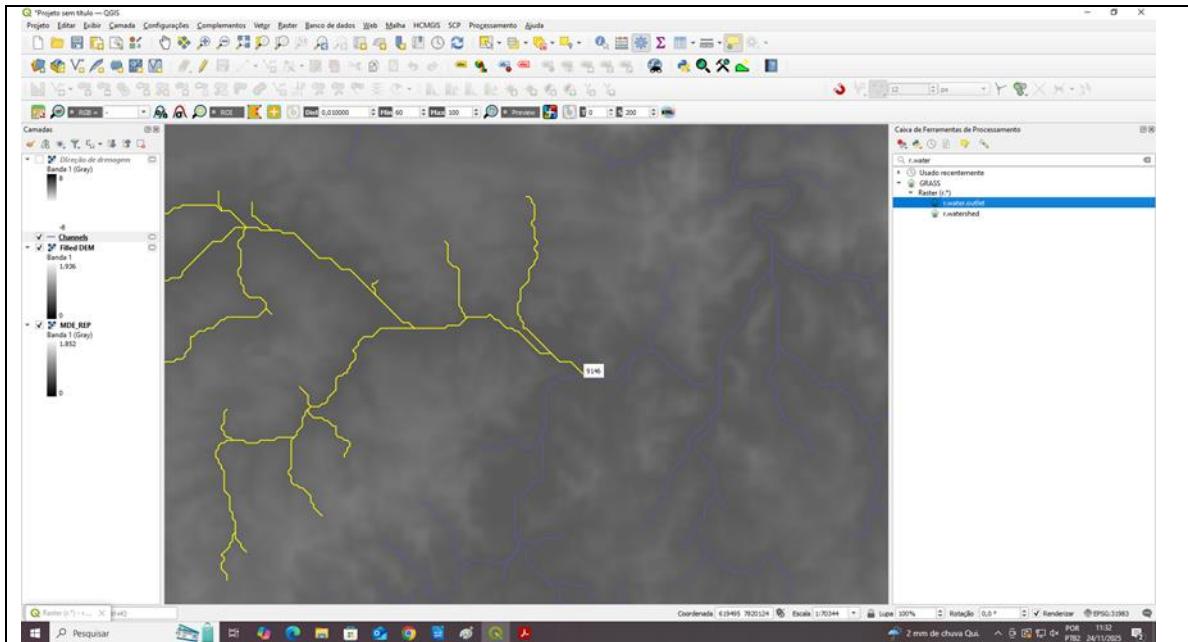
### Procedimento:

Insira na camada de entrada o arquivo gerado na etapa anterior: Direção de drenagem.

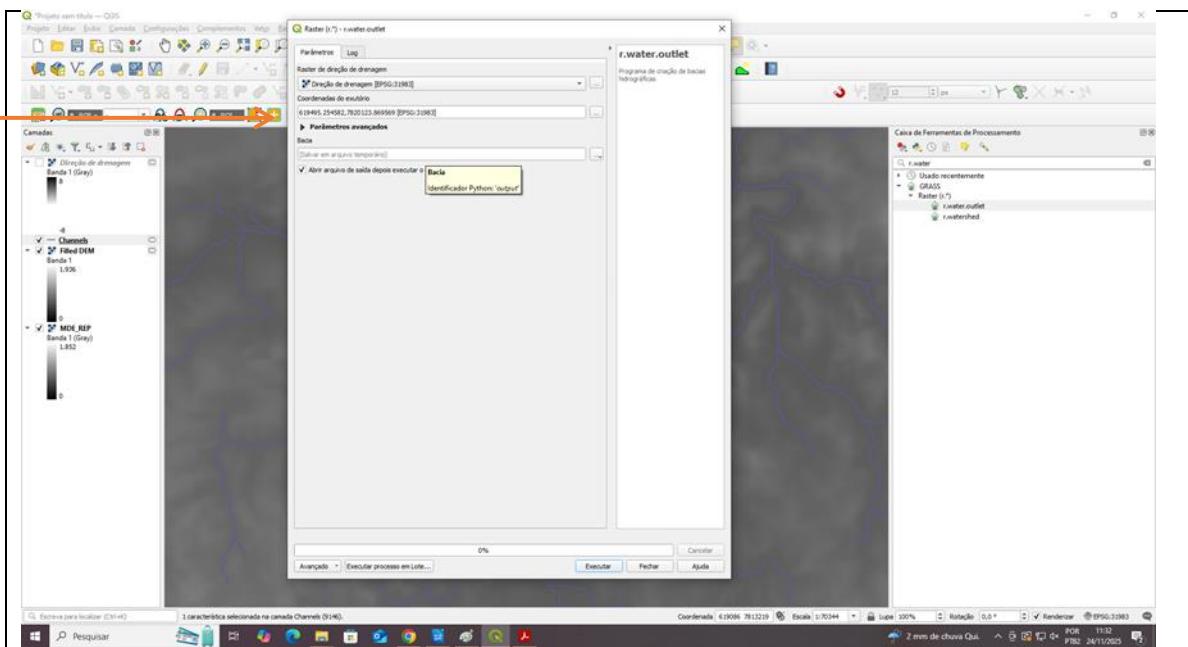
No campo Coordenadas do exutório, clique nos três pontinhos (reticências) e vá na tela do qgis e clique no ponto de saída da bacia (foz, exutório)



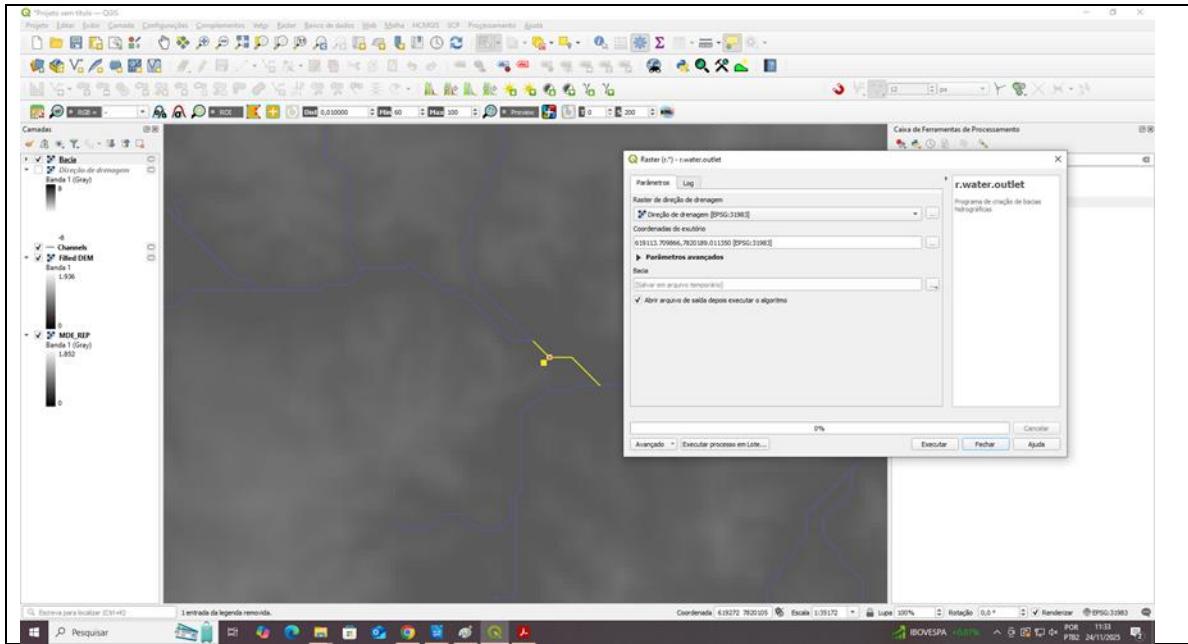
Na tela abaixo, o local onde clicar para a coleta automática das coordenadas.



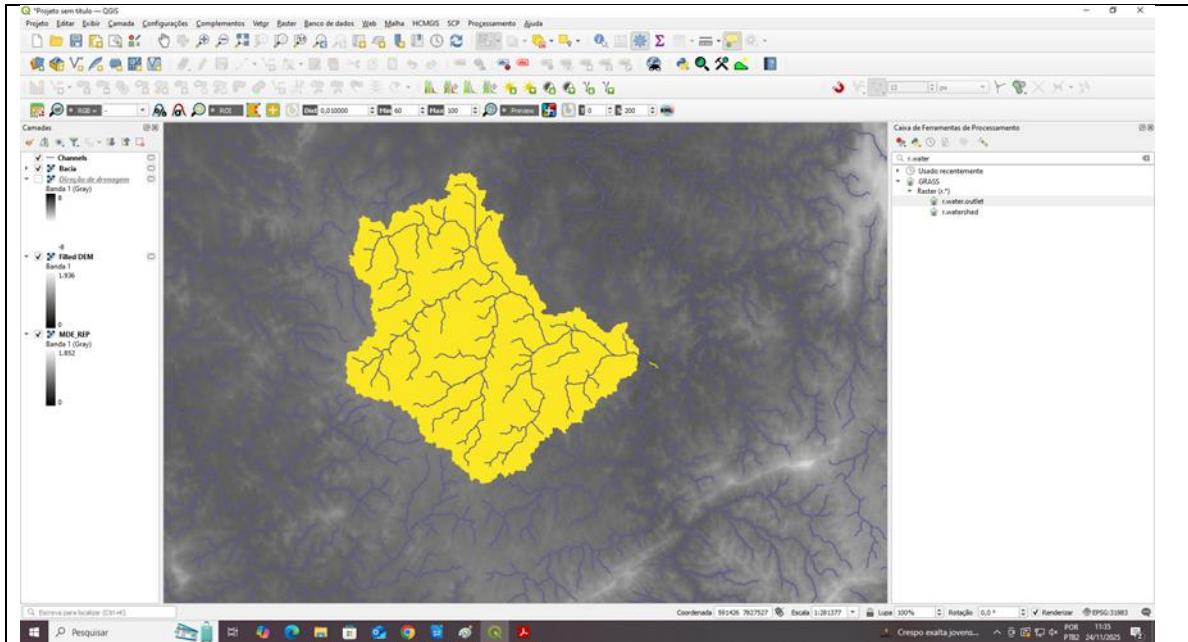
Note que uma vez clicado na imagem, no local definido, as coordenadas são preenchidas no campo. Execute o processo e veja se a bacia foi delimitada.



O processo pode gerar erros de delimitação, o algoritmo pode não conseguir identificar a bacia corretamente. Exemplo abaixo. Neste caso repita os passos de coleta das coordenadas, alternado para outro pixel o ponto, e execute.



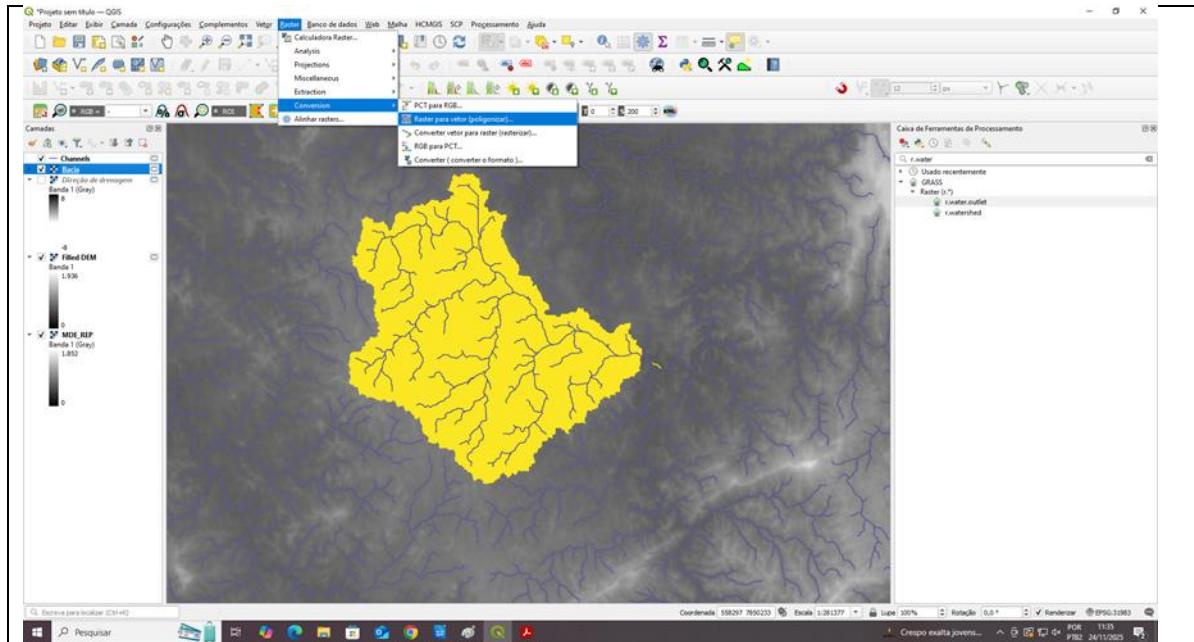
Na figura abaixo a bacia foi delimitada corretamente, preenchendo toda a superfície de drenagem escolhida.



## Capítulo 9 – Converter o resultado Raster para vetor.

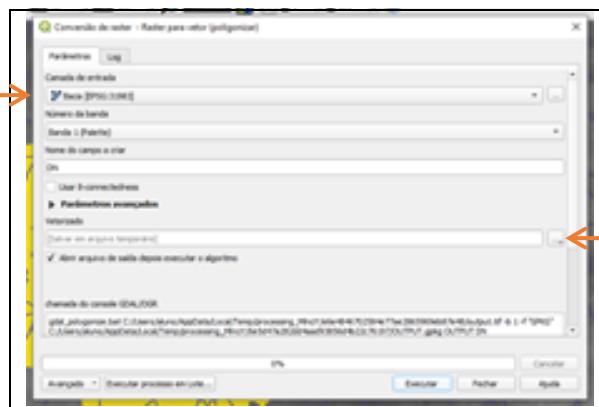
### Procedimento:

No menu superior, vá na opção Raster> Converter> Raster para Polígono (Poligonizar)



Na janela defina os campos da seguinte forma:

Camada de entrada, a bacia gerada (bacia ou Basin) e execute.

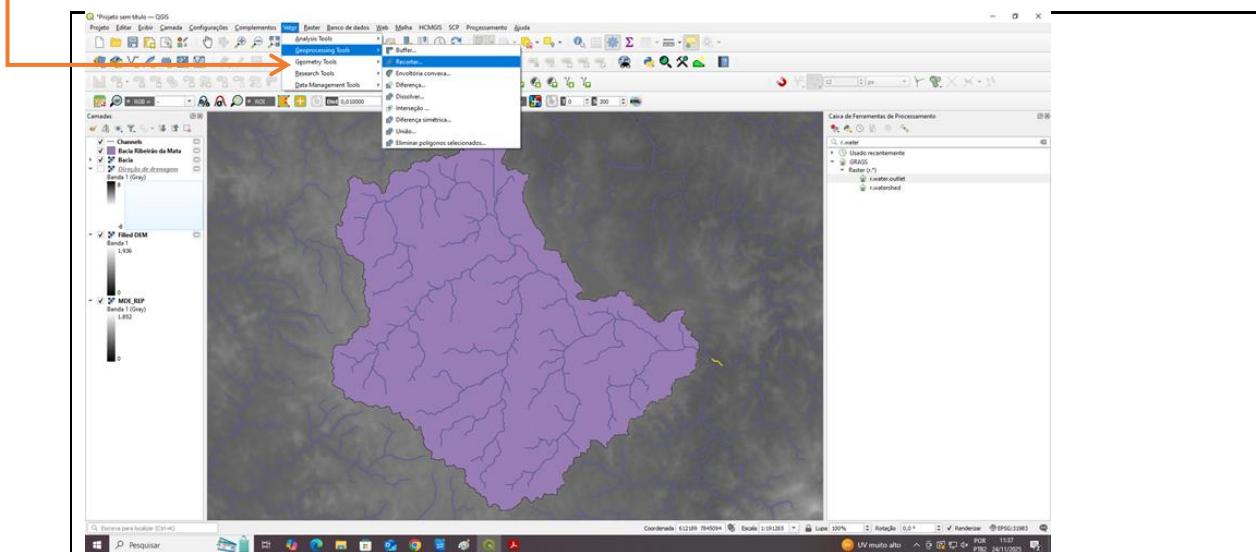


O arquivo Vetorizado será criado. Você exportá-lo como Shape para guardá-lo definitivamente ou salvá-lo clicando aqui.

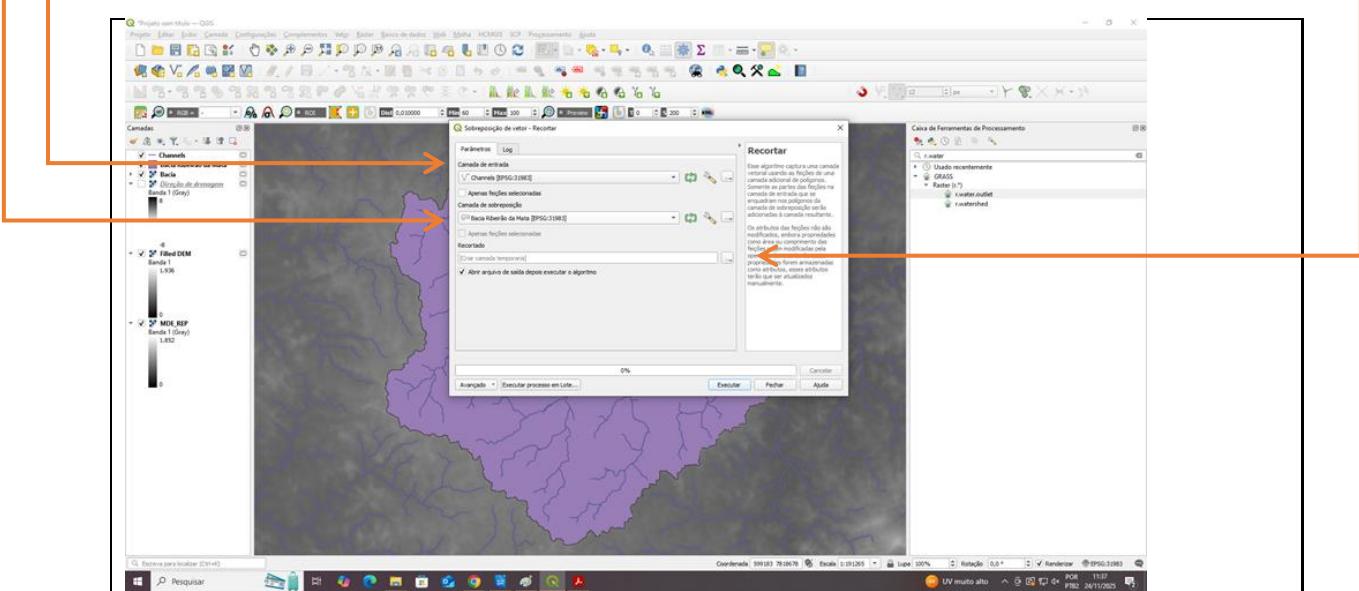
Uma vez criada a bacia hidrográfica no formato shapefile, podemos recortar os dados gerados anteriormente, dentro da área de interesse, ou seja, podemos obter a drenagem (channels) e o MDE (fill) apenas no interior da bacia hidrográfica.

**Procedimento:**

No menu superior vá em Vetor/Geoprocessing tools/Recortar.



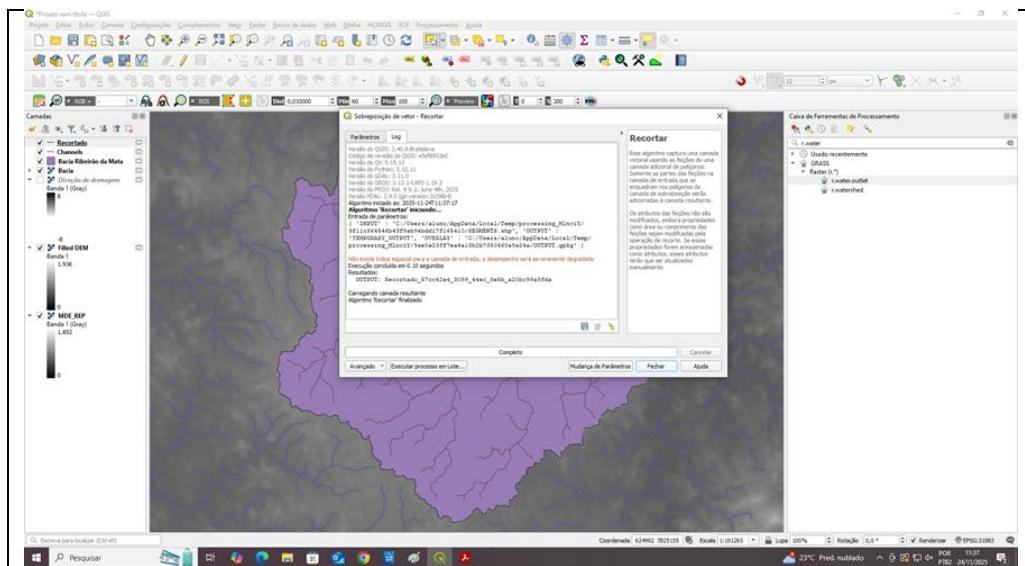
- Defina os campos de entrada com o arquivo de canais;
- Defina a bacia vetorizada (vetorizado) no campo Camada de Sobreposição.
- Defina se irá trabalhar com Temporário ou salve o arquivo com seu nome, Execute.



O arquivo Recortado surgirá na sua tela.

Em Alguns Casos, o arquivo pode vir sem índice espacial. Um arquivo vetorial sem índice espacial é uma camada que não possui a estrutura de organização interna que permite ao QGIS localizar feições rapidamente. Sem esse índice, o software precisa percorrer todo o arquivo sempre que realiza buscas ou análises espaciais, tornando o desempenho mais lento. O índice espacial funciona como um catálogo que organiza as feições no espaço para acelerar consultas, seleções e operações geográficas.

Você corrigir isso utilizando a ferramenta **Corrigir Geometria**.



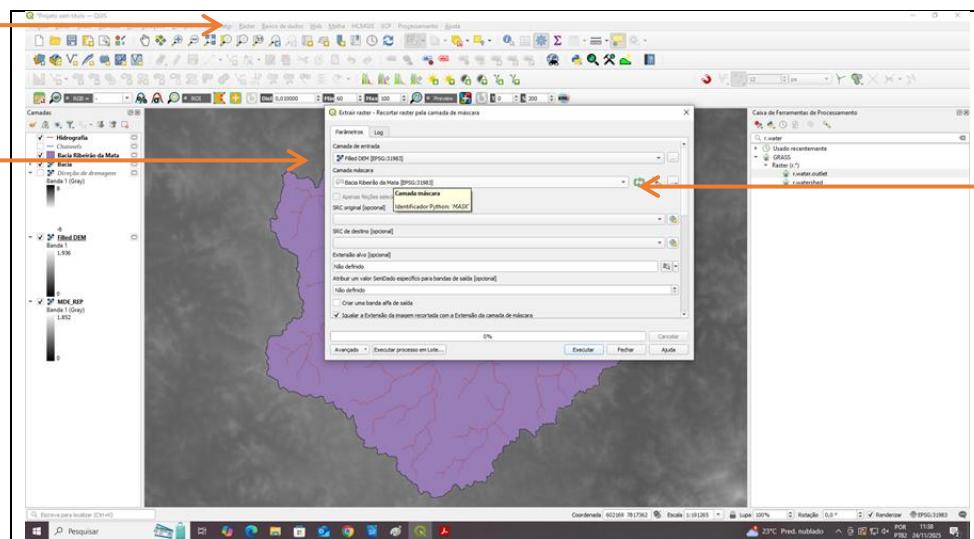
O mesmo processo para recortar o MDE pode ser feito utilizando os comandos:

**Procedimento:**

Menu Superior/Raster/Extraction (extrair)/Recortar raster pela camada de máscara.

No campo de entrada insira o MDE corrigido na primeira etapa.

Em Camada máscara insira o arquivo vetorizado da bacia. Execute.



Agora você tem todos arquivos gerados para dentro da bacia hidrográfica escolhida. Os dados podem receber a temática de preferência (cores, espessuras etc.) e um layout adequado.

## **Capítulo 10 – Conferindo resultados e exportando produtos**

Modelagem boa é modelagem verificada. Antes de usar os resultados em relatórios, estudos de vazão ou planejamento, é importante conferir se as bacias e a rede de drenagem geradas fazem sentido geográfico e hidrológico.

### **Itens para checagem rápida.**

- A drenagem principal fica contida dentro dos limites da bacia?
- O exutório está na “boca” da bacia?
- Há “ilhas” estranhas ou buracos nos polígonos de bacia?
- A rede de canais acompanha vales visíveis em imagens de satélite?

### **Exportações úteis:**

- Bacias em shapefile ou GeoPackage e o formato KML que poderá ser aberto no Google Earth.
- Rede de drenagem em vetor. Mapas em layout do QGIS (escala, legenda, norte, fonte dos dados, etc.).

### **Links interessantes**

Segue uma pequena lista de links de sites de instituições onde se pode baixar dados de geoprocessamento muito úteis para seu projeto.

<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>

<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>

<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>

<https://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Apresentacao-37>

<http://geosgb.cprm.gov.br/>

<http://geoftp.ibge.gov.br/>

<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>

<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/>

<https://bdgex.eb.mil.br/mediador/>

<http://bhmap.pbh.gov.br/v2/home.html>

<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/mma/openlayers.htm?feiefu251icrqj7k2q0scoti43>

<https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php?n=3&c%5B0%5D=decliv&c%5B1%5D=alti&c%5B2%5D=uso>

Boa sorte!

Os autores.