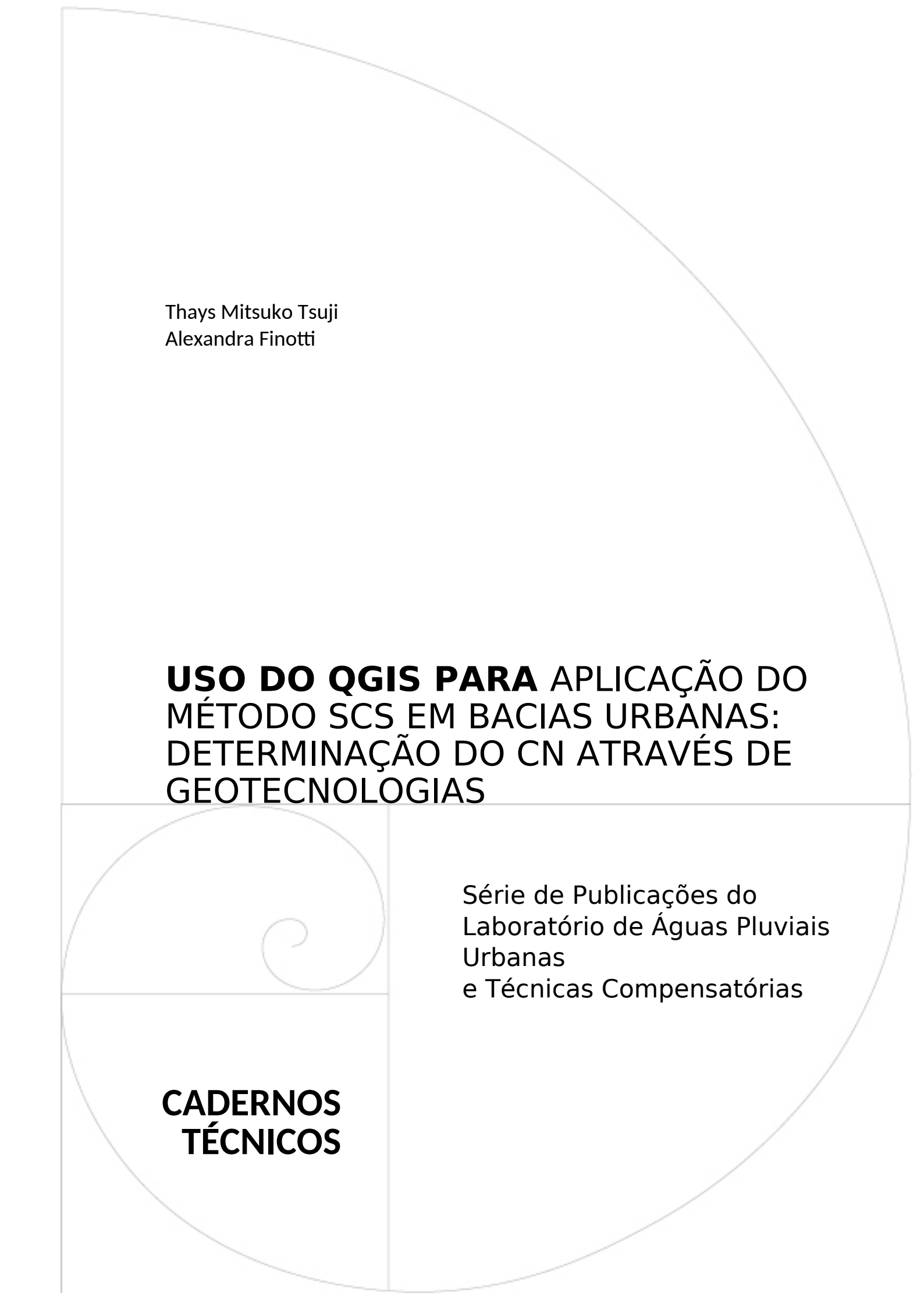


Thays Mitsuko Tsuji
Alexandra Finotti

USO DO QGIS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO SCS EM BACIAS URBANAS: DETERMINAÇÃO DO CN ATRAVÉS DE GEOTECNOLOGIAS

Série de Publicações do
Laboratório de Águas
Pluviais Urbanas
e Técnicas Compensatórias

**CADERNOS
TÉCNICOS**

A large, light gray Fibonacci spiral is centered on the page, starting from a small point in the lower-left quadrant and expanding outwards to the top and right edges. The spiral is composed of a series of quarter-circles connected by straight lines, creating a smooth, logarithmic curve.

Thays Mitsuko Tsuji
Alexandra Finotti

**USO DO QGIS PARA APLICAÇÃO DO
MÉTODO SCS EM BACIAS URBANAS:
DETERMINAÇÃO DO CN ATRAVÉS DE
GEOTECNOLOGIAS**

Série de Publicações do
Laboratório de Águas Pluviais
Urbanas
e Técnicas Compensatórias

**CADERNOS
TÉCNICOS**

2

Cadernos Técnicos LAUTEC
Uma publicação seriada do
Laboratório de Águas Urbanas
e Técnicas Compensatórias da
Universidade Federal de Santa Catarina

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da
UFSC.**

Tsuji, Thays Mitsuko; Finotti, Alexandra Rodrigues
Uso do QGIS para aplicação do método SCS em bacias
urbanas: determinação do CN através de geotecnologias -
Florianópolis: LAUTEC Edições, 2022.

50 p. (Cadernos Técnicos do LAUTEC: v. 2)

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-996139-1-3

Inclui referências.

1. geotecnologias. 2. Métodos SCS. 3. Hidrograma de
projeto . 4. macrodrenagem. 5. manejo de águas pluviais
urbanas. I. Finotti, Alexandra Rodrigues. II. Tsuji, Thays
Mitsuko , . III. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. IV. **Uso
do QGIS para** aplicação do método SCS em bacias urbanas:
determinação do CN com geotecnologias.



**Laboratório de Águas Pluviais
Urbanas e Técnicas Compensatórias**

ISBN 978-65-996139-1-3

Coordenação: Alexandra Finotti, Patricia Kazue Uda

Comissão Editorial: Alexandra Finotti, Patricia Kazue Uda

Normalização: Alexandra Finotti

Diagramação: Katia Diniz

Universidade Federal de Santa Catarina
CTC – ENS LAUTEC

Campus Universitário, Trindade, Setor D
Caixa postal 476
Florianópolis - SC
88040-900, Florianópolis - SC
Email: lautec@ufsc.br
Contate-nos: 55 48 3721 4997

Florianópolis | 2023

Uso do QGIS para Aplicação
do método SCS em bacias urbanas:
determinação do CN através
de geotecnologias

CADERNOS
TÉCNICOS
2

Alexandra Finotti
Thays Mitsuko Tsuji





LAUTEC

O LAUTEC



O Laboratório de Águas Urbanas e Técnicas Compensatórias da Universidade Federal de Santa Catarina trabalha no campo do manejo de águas pluviais urbanas. O maior destaque de sua atuação é em pesquisa e desenvolvimento de soluções sustentáveis para a drenagem no Brasil. Temos muito clara a necessidade de disseminação da cultura da sustentabilidade em drenagem e o quanto este tema é importante para o país que segue adotando ainda, com muita frequência, soluções higienistas e ultrapassadas. Auxiliar na mudança deste paradigma é o nosso foco. A missão do laboratório é de **promover o ensino, a pesquisa e a extensão nas áreas de manejo de águas pluviais urbanas e planejamento de sistemas resilientes a condições climáticas futuras, sob a perspectiva do pensamento sistêmico, aplicando sua inserção em conjunto com a comunidade.** Dentro desta perspectiva criamos os Cadernos Técnicos do LAUTEC.



OS CADERNOS TÉCNICOS DO LAUTEC



Trata-se de uma publicação seriada que visa popularizar informações técnicas em manejo de águas pluviais urbanas proveniente de pesquisas desenvolvidas no laboratório. Publicações técnicas tem a função de trazer informações práticas que possam ser aplicadas no cotidiano das prefeituras, por engenheiros ou técnicos em saneamento. Apesar de julgarmos este um resultado nobre da pesquisa aplicada em engenharia, revistas científicas muitas vezes não se interessam por publicar estes trabalhos. Foi assim que nasceram os Cadernos Técnicos, para serem um espaço para a publicação desse tipo de informação, altamente relevante para o público que atua na prática do manejo de águas pluviais. Os cadernos técnicos ficarão disponíveis gratuitamente na página do LAUTEC, esperamos que possam auxiliar na disseminação da cultura da sustentabilidade em manejo de água pluviais urbanas no Brasil bem como auxiliar na superação do paradigma higienista ainda largamente adotado no país.

Boa leitura!



LAUTEC

SUMÁRIO

GEOTECNOLOGIAS EM MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	15
INSTALAÇÃO DO QGIS.....	19
DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	22
CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO CURVE NUMBER - CN.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42



LAUTEC

OBJETIVO



O objetivo do Laboratório de Águas Pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias (LAUTEC) é ampliar e facilitar o acesso às informações necessárias para a gestão das águas de drenagem urbana.

O CADERNO TÉCNICO DO LAUTEC 2

RESUMO

Com a popularização das tecnologias, o uso de geotecnologias na gestão e planejamento de drenagem urbana, tem sido cada vez mais empregado. Essas ferramentas facilitam processos demorados, além de gerar confiabilidade, tendo em vista que atividades automatizadas, quando feitas de forma responsável, diminuem o erro intrínseco aos humanos. Esse caderno tem por objetivo estabelecer boas práticas e metodologias para auxílio ao planejamento e gestão da drenagem urbana, na escala de macrodrenagem. Para exemplificar, será utilizada a cidade de Florianópolis-SC, o banco de dados utilizado nas atividades práticas pode ser encontrado no link. Entretanto, as ferramentas utilizadas aqui podem ser aplicadas em quaisquer dados similares.

GEOTECNOLOGIAS EM MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Antes de começarmos com as atividades práticas é importante lembrarmos alguns conceitos importantes que farão a diferença nas boas práticas dos usos de ferramentas GIS para a aplicação em drenagem urbana.

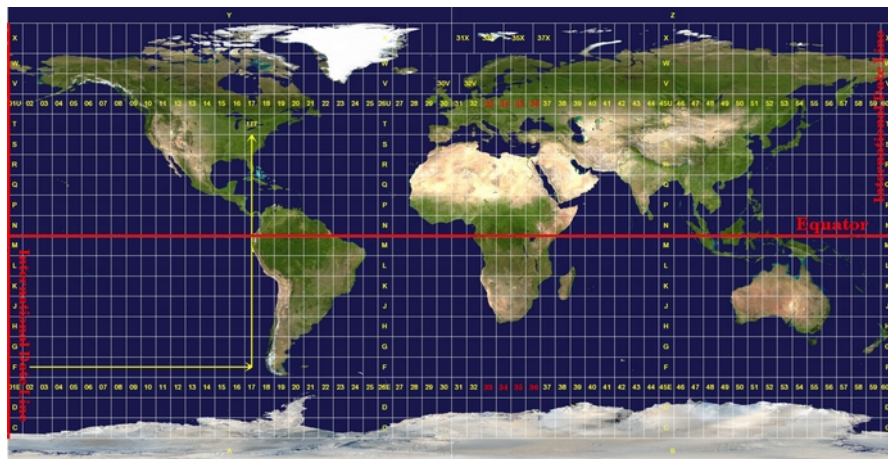
Alguns conceitos básicos de cartografia e sensoriamento remoto são essenciais e por isso serão passados rapidamente, para estudá-los com mais profundidade recomenda-se utilizarem as referências.

Projeções cartográficas: São métodos para representação da superfície da Terra em superfícies planas de modo que determinados pontos da superfície terrestre corresponda a um ponto na carta ou vice-versa. A representação de superfícies curvas em superfícies planas resultam em distorções de ângulo, distância e área, por isso, é necessário utilizar a projeção cartográfica que fornece as características mais adequadas aos objetivos das análises. As projeções podem ser classificadas quanto ao métodos (geométricas ou analíticas, quanto à superfície de projeção (planas (azimutais), cônicas, cilíndricas e poli-superficiais), quanto às propriedades (equidistantes, conformes, equivalentes, afiláticas), e quanto ao tipo de contato entre a superfícies de projeção e referência (tangentes, secantes) (IBGE, 1999; QGIS Development Team, 2022).

Sistemas de coordenadas: “Amarram” a posição de um ponto no espaço ao ponto representado, a partir das coordenadas que podem ser expressas em X e Y (no caso de coordenadas cartesianas) e paralelos e meridianos (no caso de coordenadas curvilíneas). As coordenadas bidimensionais são complementadas com a altitude, gerando assim, coordenadas tridimensionais (IBGE, 1999 e QGIS Development Team, 2022). Os sistemas de coordenadas mais conhecidos são:

Sistema de coordenadas planas: Nesse sistema de coordenadas, os valores são expressos por XYZ (X representa o eixo horizontal, Y representa o eixo vertical e Z representa a terceira dimensão do espaço, no caso de uma representação tridimensional). O sistema UTM (Universal Transversal de Mercator) um dos mais conhecidos e utilizados, adota projeção cilíndrica, transversal e secante ao globo, dividida em 60 fusos com 6º de amplitude cada um e possui a origem na linha do Equador (Figura 1).

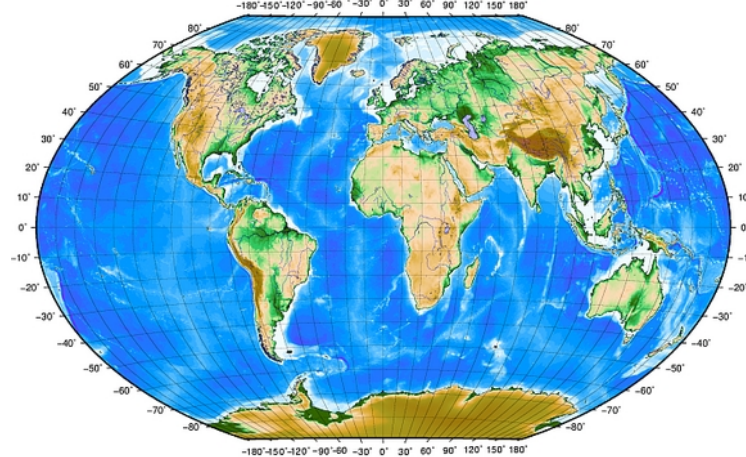
Figura 1. Divisão do UTM



Fonte: QGIS Development Team, 2022.

Sistema de coordenadas geográficas: Expressos em latitude e longitude, contendo unidades de medida angular (graus, minutos e segundos), sendo o WGS84, um dos mais populares. As linhas de latitude são paralelas ao equador e variam de 0 a 90º a norte e 0 a -90º ao sul e as de longitude, paralelas ao meridiano principal (meridiano de Greenwich) variando de 0 a 180º leste e 0 a -180º a oeste (Figura 3) (QGIS Development Team, 2022).

Figura 2. Divisão das coordenadas geográficas.



Fonte: QGIS Development Team, 2022.

Atenção: Para aplicação em drenagem urbana, é importante sempre manter todos os dados em sistemas de coordenadas planas, funções nativas dos SIGs (sistemas de informação geográficas) como Qgis farão os cálculos respeitando a projeção dos dados, portanto, se o sistema de projeção utilizado for um elipsóide, então será calculada a área elipsoidal ao invés da área planimétrica. Ainda que, a depender da área de estudos, os valores sejam próximos, os resultados finais podem sofrer influência.

Dica importante: Verifique qual é o EPSG de todos os dados que estiver utilizando. O EPSG é um código que identifica sistemas de referência de coordenadas, e ao verificá-lo você assegura que as transformações serão feitas de forma padronizadas, além de evitar situações em que determinado dado esteja em um sistema de projeção com nome parecido mas que possui outras características (por exemplo, existe um sistema de coordenadas geográficas chamado de SIRGAS 2000 com EPSG 4674, que é diferente do sistema de coordenadas planas também chamado de SIRGAS 2000, cujo EPSG é 31982 para a zona 22S).

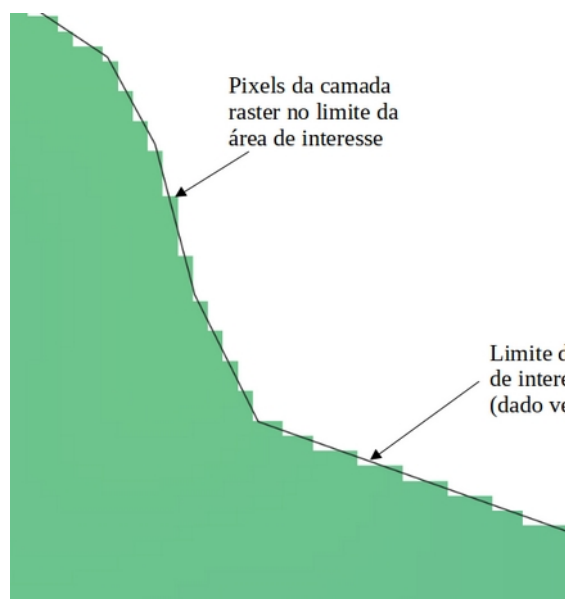
O uso de SIGs para viabilizar projetos de drenagem urbana pode demandar o manuseio de dados vetoriais e matriciais. Os dados vetoriais os objetos são representados por meio de ponto, linha ou polígono, já os dados matriciais (ou raster) são representados por uma grade regular de

células em que o valor de cada célula corresponde ao dado daquela exata posição (linha e coluna).

Algumas características desses tipos de dados são importantes:

- ❖ Uma célula de um raster nunca é “cortada” em uma situação em que é necessário ou desejável que se extraia uma determinada área de uma imagem raster (Figura 3). Assim, é possível que se perca informações dependendo da resolução espacial da imagem raster.
- ❖ Os dados vetoriais possuem tabelas de atributos que podem ser manipulados a partir da “calculadora de campo”.
- ❖ Evite ao máximo usar caracteres especiais para nomear os campos, seja nome do arquivo ou nome de uma coluna. Devido à decodificação o SIG pode não reconhecer esses caracteres e gerar erros no momento de processar alguma informação. Prefira usar “underline” ao invés de espaço, por exemplo ao invés de usar Curvas de nível.shp, prefira curvas_de_nivel.shp.

Figura 3. Exemplo de recorte de uma camada raster.



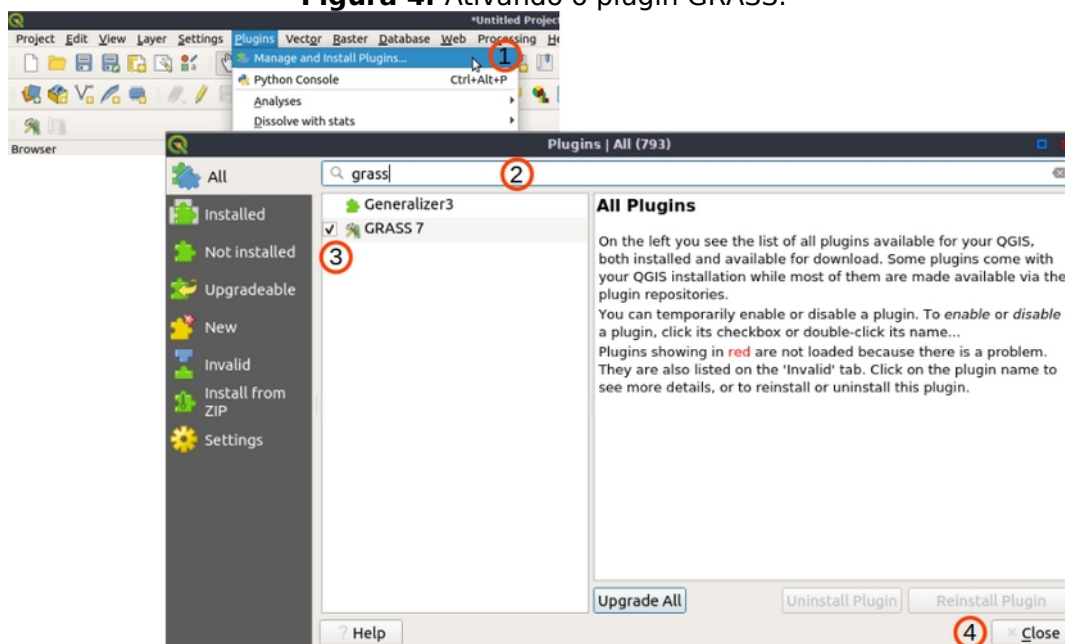
OS SIGs podem possuir diversas finalidades e peculiaridades, portanto, a consulta aos manuais deve ser uma prática recorrente. Cada tarefa pode ser executada de diversas formas diferentes e estão disponíveis online diversos tutoriais e apostilas, manter o hábito de consultar o manual permitirá maior segurança do que está sendo feito, além de evitar erros que poderão gerar problemas no futuro.

INSTALAÇÃO DO QGIS

O SIG utilizado para as atividades é o QGIS, o qual deve ser instalado de maneira adequada (seguindo todos os passos indicados no manual). Após a instalação, não se esqueça de habilitar o plugin “GRASS” (Plugins → Gerenciar e instalar plugins → buscar pelo plugin e marcar a *checkbox*, conforme está mostrado na Figura 4).

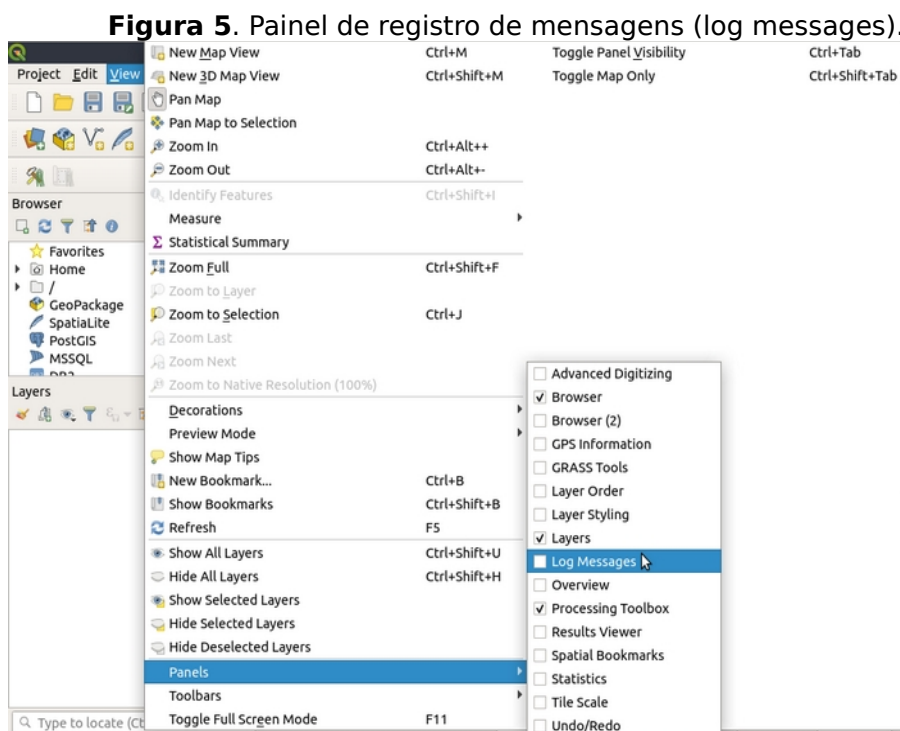
Ao fazer a instalação de programas no computador, são criadas pastas que contêm os arquivos necessários para a correta execução do programa, então quando um programa é desinstalado nem sempre todos esses arquivos são apagados da memória do computador e, quando ao reinstalar o programa, os arquivos antigos podem gerar conflitos, resultando em mal funcionamento do programa.

Figura 4. Ativando o plugin GRASS.



Muitas vezes quando temos alguns erros ou problemas executando tarefas nos SIGs, acabamos por tentar desinstalar e instalar novamente, normalmente isso só irá funcionar caso o software esteja com algum arquivo corrompido. Em geral, é mais eficiente acionar a janela em que mostrados os registros (*log messages*) e buscar a forma de resolver os erros, no manual e/ou em fóruns.

Para ativar o painel de log messages basta clicar em View (visualização) → Panels (painéis) → log messages (Figura 5).

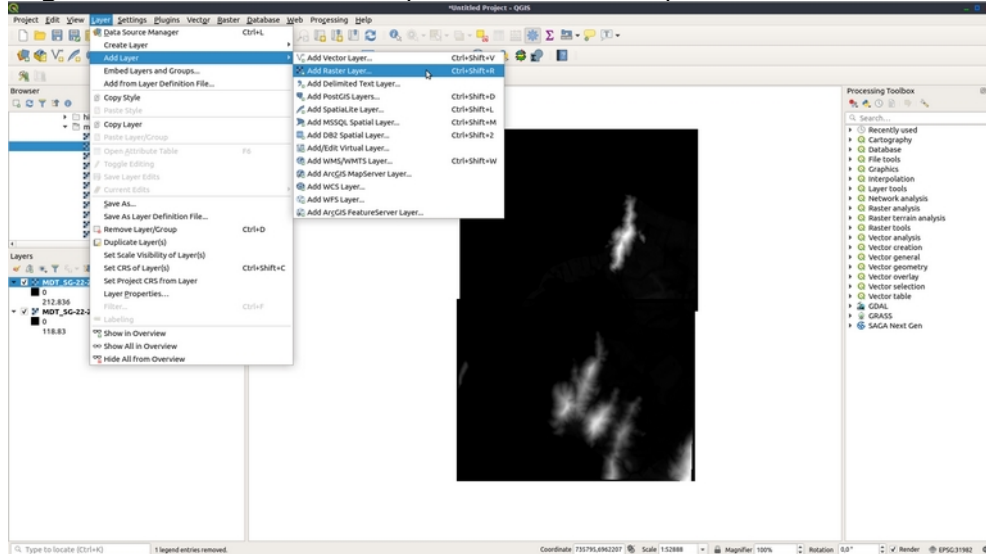


Informações iniciais .

- Inserindo camadas (layers)

Antes de usar a ferramenta, é necessário que as imagens a serem usadas estejam na área de trabalho. As imagens podem ser carregadas em Layer → Add layer → add raster layer; **OU** usando o comando ctrl + shift + R; **OU** buscando pelo painel de navegação e dando duplo clique nas imagens (Figura 6).

Figura 6. Adicionando os arquivos de interesse para a área de trabalho.

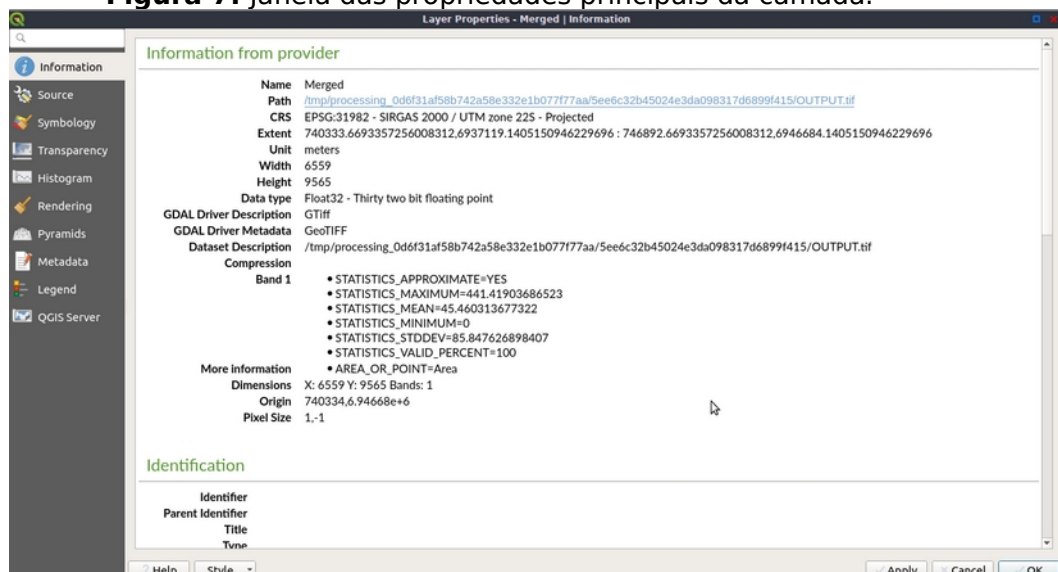


- Verificando o sistema de projeção

Com as imagens já ativas na área de trabalho do Qgis, verifique qual o sistema de projeção se for algum sistema de coordenadas geográficas, será necessário reprojetar para um sistema de coordenadas planas.

Para verificar informações básicas sobre o dado basta clicar com o botão direito do mouse e acessar as propriedades, na aba “informação” estarão disponíveis informações de tipo de dado, tamanho do pixel (resolução espacial), unidade de medida, entre outras (Figura 7).

Figura 7. Janela das propriedades principais da camada.



DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

As informações de relevo são essenciais para os estudos hidrológicos, sendo assim os modelos digitais de terreno e/ou elevação (MDT/MDE) podem nos auxiliar na delimitação de bacias hidrográficas e auxiliar na determinação dos canais de drenagem natural da água.

Para essa atividade, podem ser utilizados dados de MDT (modelo digital de terreno), MDE (modelo digital de elevação) e curvas de nível. A tomada de decisão sobre qual dado de entrada utilizar está relacionada a diversos fatores como a disponibilidade e qualidade dos dados, portanto, a escolha dos dados e informações a serem utilizados também faz parte da rotina profissional.

Se atente às resoluções e aos métodos de coleta, alguns métodos possuem maior acurácia que outros. Por isso, é necessário que se tenha clareza sobre quais são os objetivos finais de cada etapa a ser desenvolvida.

Sempre dê atenção aos metadados, tomar um tempo lendo essas informações pode evitar desgastes e retrabalhos futuros!!

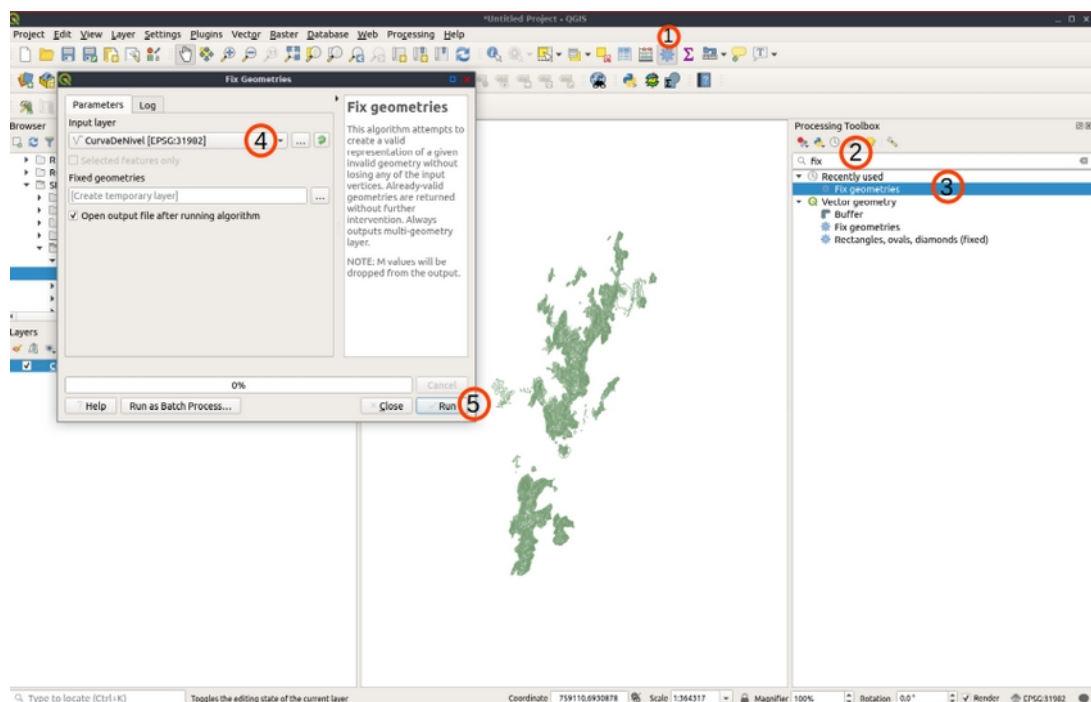
Assim, serão utilizadas duas fontes de dados (as duas formas devem gerar o mesmo tipo de resultado: a delimitação da bacia e os canais de drenagem natural, portanto para o trabalho o grupo deverá decidir qual forma é a mais adequada).

- Conversão das curvas de nível para MDE:

As curvas de nível utilizadas aqui estão disponíveis no endereço eletrônico: <https://laburb.paginas.ufsc.br/2019/02/21/florianopolis-curvas-de-nivel-1m-2015-2/>

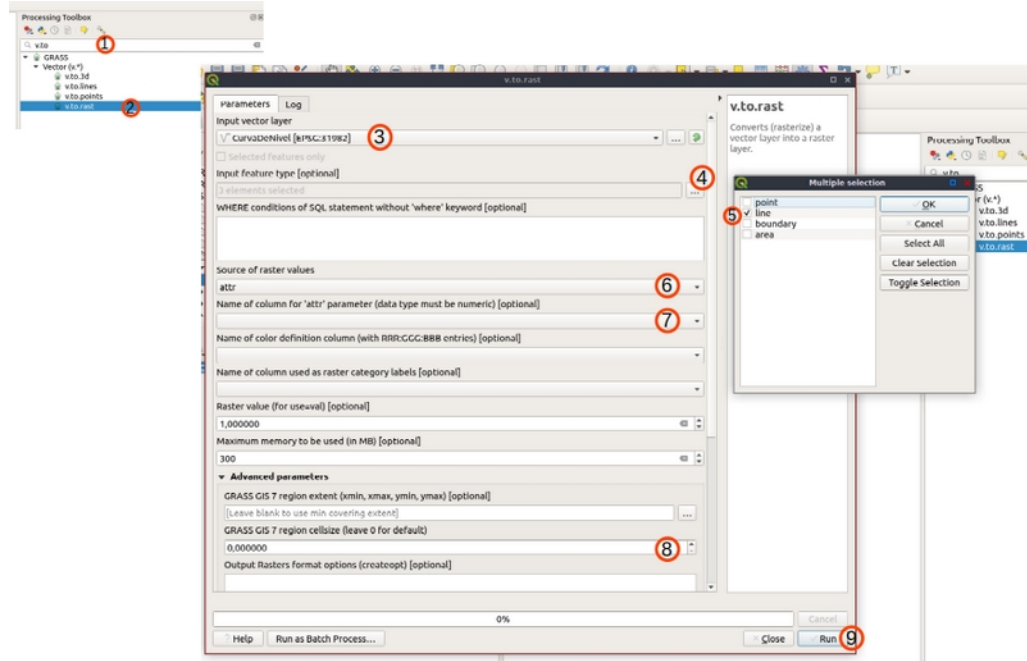
Com os dados de curva de nível, o primeiro passo é verificar se existem geometrias inválidas no shapefile, para isso, na caixa de ferramentas (processing toolbox) você deve pesquisar pela ferramenta “Fix geometry” conforme é mostrado na Figura 8. No campo “input layer” você deve escolher o shapefile que contém as curvas de nível e no campo “fixed geometries” você pode escolher um local e nome para salvar o arquivo de saída ou deixar em branco, caso queira criar um arquivo temporário (nesse caso, é recomendável que assim que a análise for processada, se o arquivo estiver correto, salvá-lo como permanente para evitar de perder o trabalho).

Figura 8. Acessando e corrigindo geometrias inválidas.



Com a certeza de que os dados de curvas de nível estão sem quaisquer falhas, podemos transformá-los em um dado matricial. Para isso, utilizaremos a ferramenta do Grass v.to.rast, que também pode ser encontrada na caixa de ferramentas (Figura 9).

Figura 9. Acessando e configurando a ferramenta v.to.raster que converte dados vetoriais em dados matriciais.



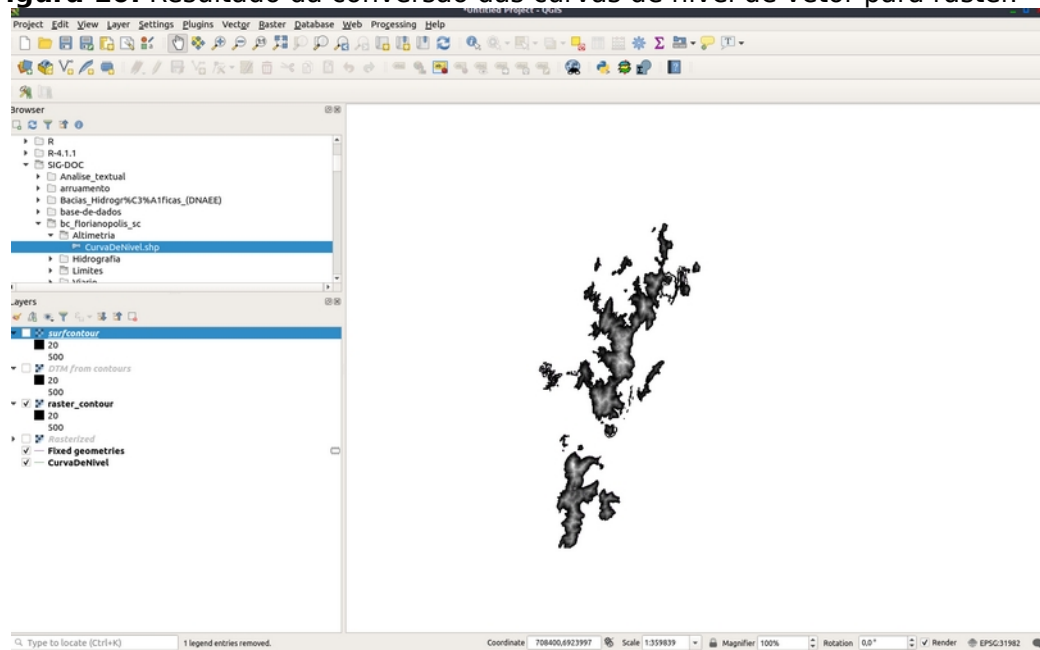
No campo “Input” deverá ser selecionado o shapefile a ser convertido, em “Input feature tyoe” deve-se clicar no ícone com reticências no lado direito e escolher o tipo de dado da feição a ser convertida. Em “source of raster values” você deve selecionar a opção “attr” que significa “atributo”, ou seja, a informação a ser rasterizada será a partir de um atributo da tabela de atributos do dado vetorial.

No campo “Noma of column for ‘attr’ parameter”, deverá ser selecionado qual coluna da tabela de atributos será utilizada para a rasterização, portanto, você deve escolher a coluna que contiver a informação de elevação, nesse caso é a coluna “CONTOUR”.

Entre as opções avançadas, o campo “GRASS GIS 7 regions cellsize” deve ser escolhida cuidadosamente, pois ao informar um valor menor do que o correspondente ao valor da resolução espacial do dado vetorial você estará inserindo mais informações do que de fato existem. Como as curvas de nível possuem 1 metro, esse campo deve ser preenchido com o valor 1.

No campo “Rasterized” você pode deixar em branco para um arquivo temporário, ou escolher o local e nome a ser salvo. O resultado deverá ser algo parecido com a Figura 10.

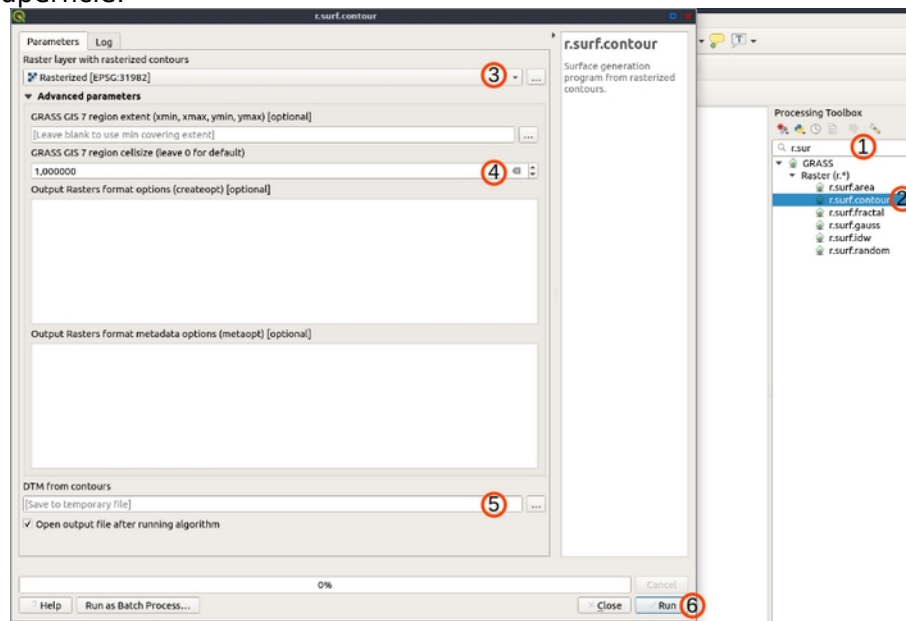
Figura 10. Resultado da conversão das curvas de nível de vetor para raster.



Com o arquivo rasterizado, será gerada uma camada com superfície a partir dos contornos, utilizando a ferramenta `r.surf.contour` (). No campo “Raster layer with rasterized contour” você deverá escolher o arquivo que preparamos na etapa anterior. E, novamente, no campo “GRASS GIS 7 region cellsize” deverá ser informado o tamanho do pixel do arquivo de saída.

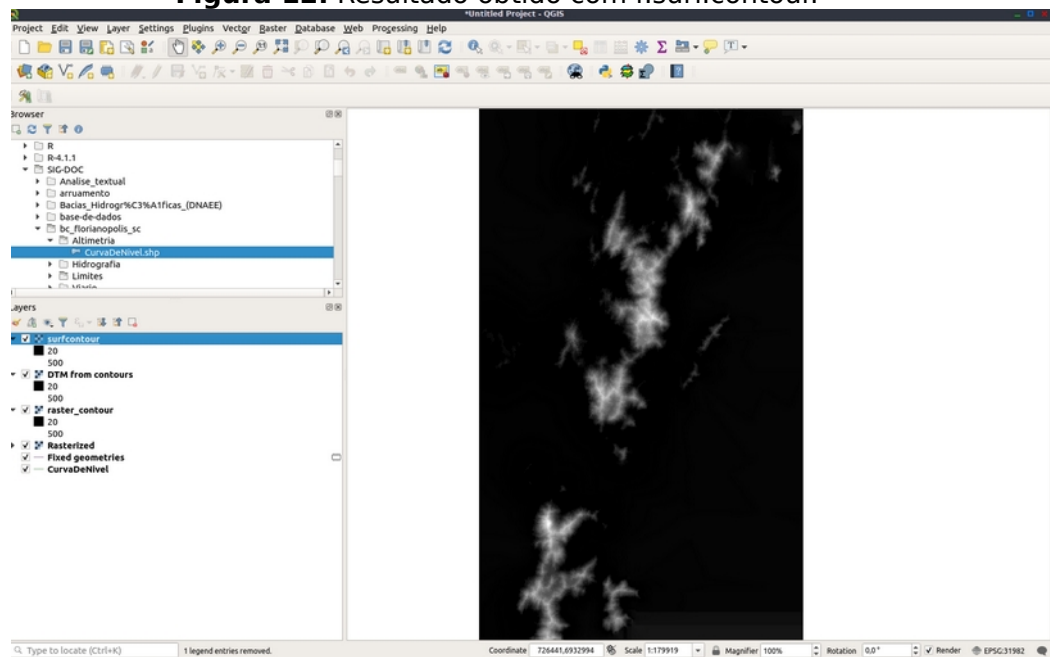
Assim como nas demais etapas, pode ser escolhido ou não um local de saída para o arquivo, mas em caso de salvar em um arquivo temporário, não se esqueça de torná-lo permanente antes de fechar o programa.

Figura 11. Utilizando a ferramenta r.surf.contour para tornar os contornos em dados de superfície.



O resultado deverá ser algo parecido com a Figura 12.

Figura 12. Resultado obtido com r.surf.contour.

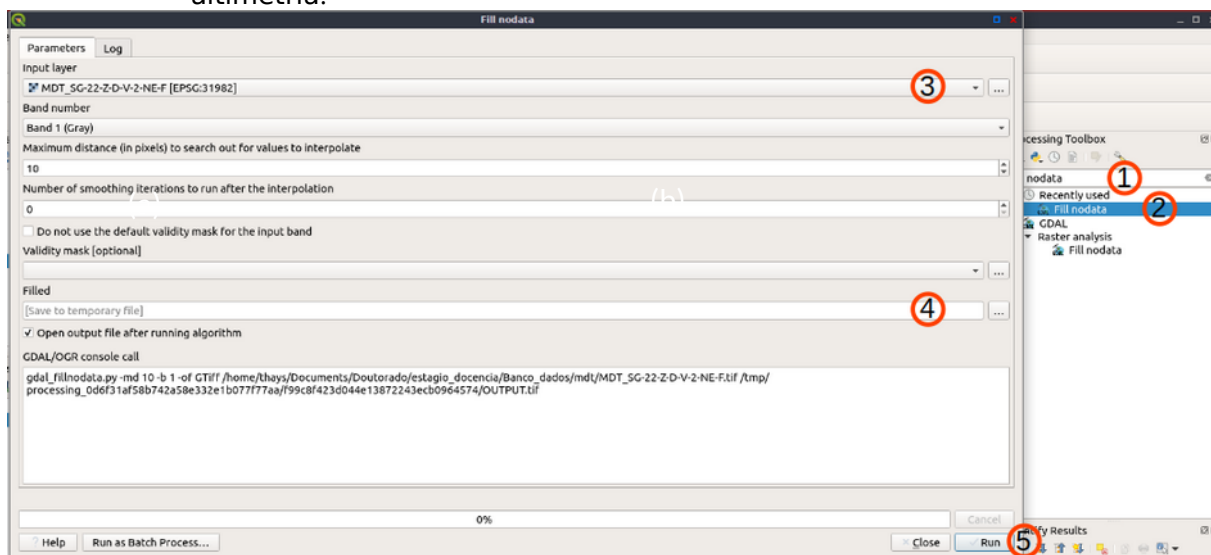


As etapas seguintes podem ser feitas tanto com as curvas de nível rasterizadas quanto com arquivos de MDT prontos.

Para a realização dessa atividade usaremos as folhas MDT_SG-22-Z-D-II-4-SE-F e MDT_SG-22-Z-D-II-4-SE-D (obtidas junto ao SDE/SC, disponíveis na pasta MDT do banco de dados que acompanha esse material)

- Preenchendo as falhas com fill:
Pode ser que alguns dados venham com algumas falhas, essas falhas são chamadas de “nodata”, portanto, usaremos a ferramenta GDAL “Fill nodata”, que pode ser encontrada na caixa de ferramentas.

Figura 13. Fazendo o preenchimento da camada raster que contém os dados de altimetria.



No campo “input layer” ou “camada de entrada”, deverá ser escolhida a folha a ser preenchida. O processo deve ser feito para cada uma das folhas que cobrem a área desejada.

O preenchimento se dá a partir dos valores das células vizinhas conforme mostra a Figura 13, assim o campo “Maximum distance (in pixels) to search out for values to interpolate” deve ser modificado de acordo com o dado de entrada.

Por se tratar de uma ilha/município costeiro, nos dados de elevação de Florianópolis, os campos “no data” pode se confundir com áreas que estão ao nível do mar.

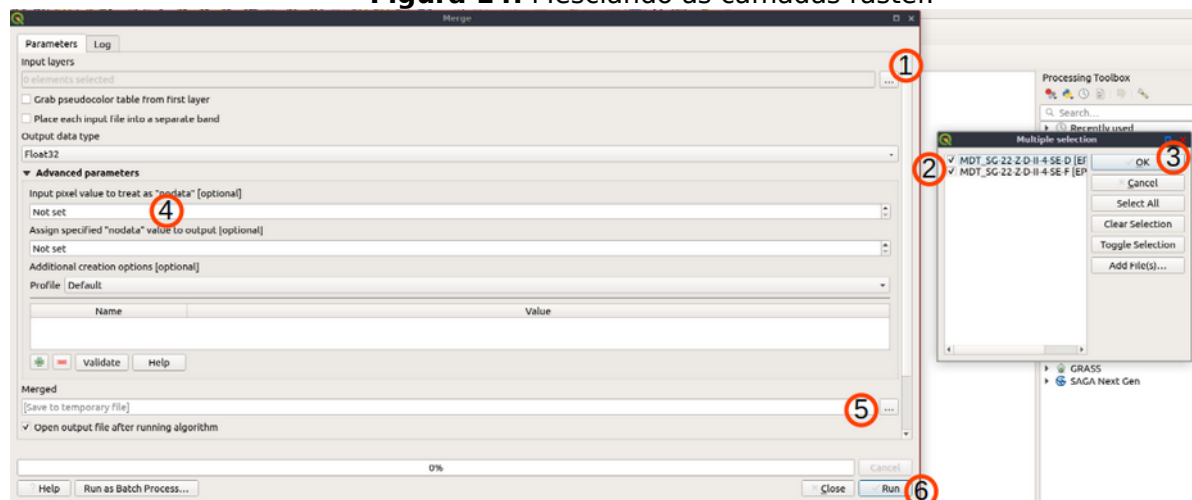
- Mesclando as imagens raster

É possível que mais de uma folha abranja a área de estudos, nesse caso, usaremos a ferramenta “merge” pode ser acessada em Raster > Miscelânea (Miscellaneous) > Merge...

A função merge abrirá uma nova janela, como na Figura 14.

Para selecionar as camadas de entrada, é necessário clicar no ícone que contém três pontos, que abrirá uma nova janela onde poderão ser escolhidas as imagens a serem mescladas, podem ser duas ou mais, bastando clicar na checkbox referente à imagens desejadas e em seguida, em OK.

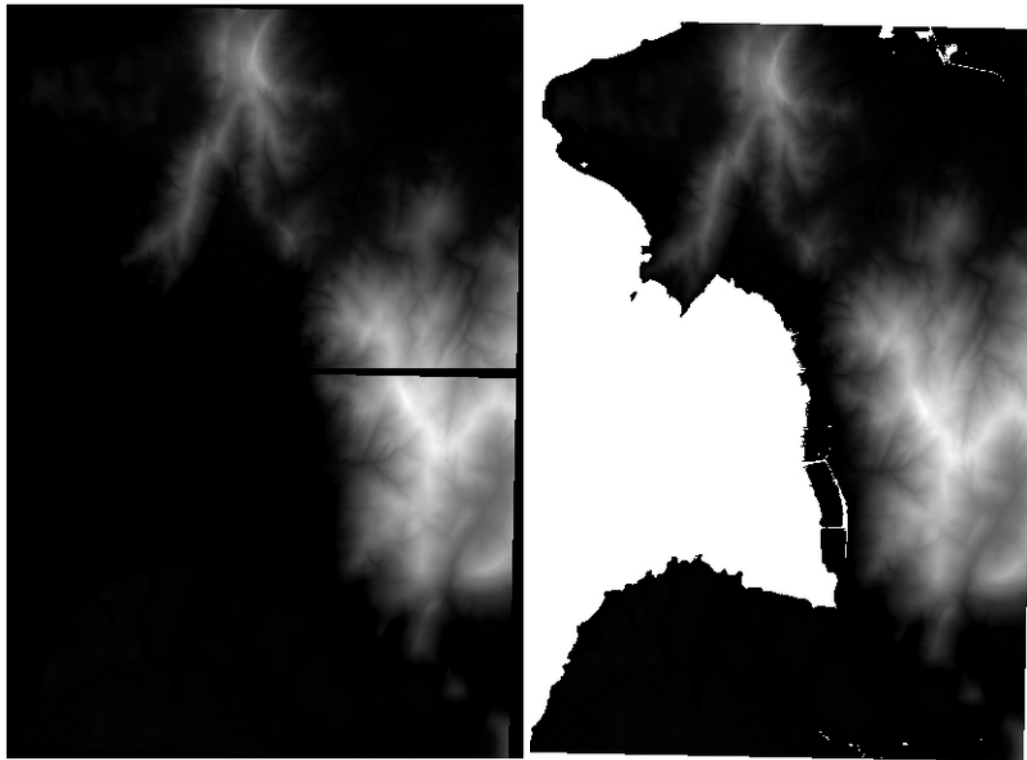
Figura 14. Mesclando as camadas raster.



No campo “output data type” ou “tipo de dado de saída”, é possível escolher entre diversas opções, nesse caso em que os valores podem ser decimais, recomenda-se deixar o default “Float32” que significa números decimais que ocupam 32 bits por pixel.

No campo “input pixel value to treat as ‘nodata’”, deve-se colocar 0 (zero), para que as células com “nodata” não sobreponham células que possuem informações. As imagens da Figura 15 mostram a comparação entre deixar Not set e 0.

Figura 15. Imagens mescladas com o campo input pixel value to treat as "nodata" preenchidos por default como "Not set" (a) e com 0 (zero) (b).



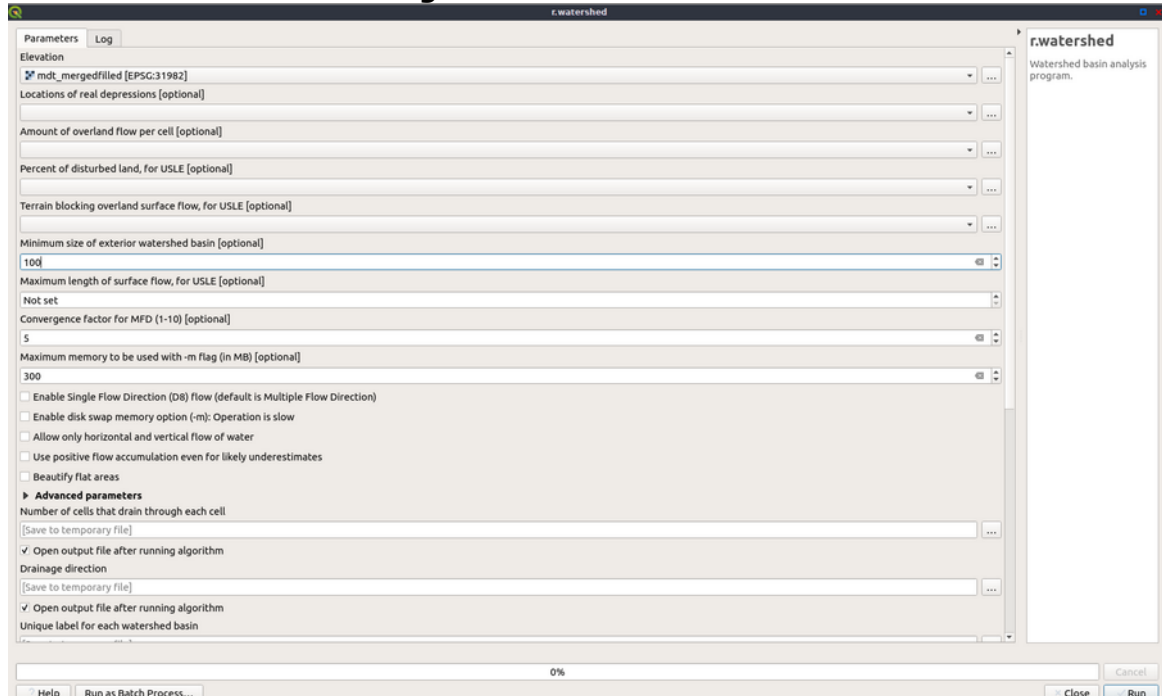
Delimitação da bacia

Com a imagem de elevação preparada, podemos iniciar o processo de delimitação da bacia e possíveis canais de drenagem natural, para isso vamos usar as ferramentas `r.watershed` e, em seguida, `r.water.outlet`.

`r.watershed` calcula parâmetros hidrológicos e fatores RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), a partir dos dados altimétricos. O único campo obrigatório é o campo "elevation" em que deve-se escolher o arquivo raster que contém os dados que trabalhamos na sessão anterior. Os demais campos são opcionais, porém é importante se atentar ao campo "Minimum size of exterior watershed basin" é possível que ao não colocar algum valor sejam gerados alguns erros. Se ao executar a ferramenta, aparecerem erros como "**ERROR: Option <basin> requires <threshold>**", você deverá escolher valores para esse campo, quanto menores os valores mais detalhados serão os resultados o que pode exigir

maior poder computacional e tempo de processamento, para essa atividade usaremos o valor de 100, conforme pode ser visto na Figura 16.

Figura 16. Ferramenta r.watershed.

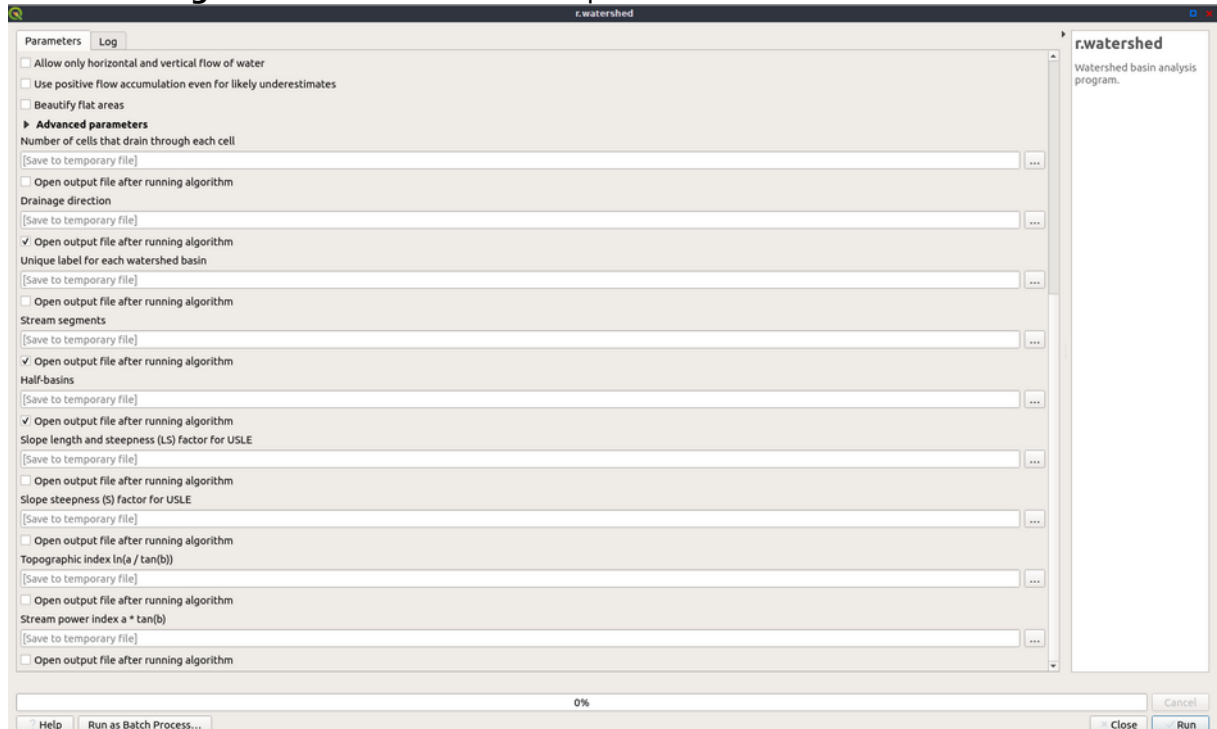


Essa ferramenta pode gerar até 9 arquivos de saída, são eles:

- 1) Number of cells that drain through each cell; drainage direction;
- 2) Unique label for each watershed basin;
- 3) Stream segments;
- 4) Half-basins;
- 5) Slope length and steepness (LS) factor for the USLE; S
- 6) Slope steepness (S) factor for the USLE; topographic index $\ln(a / \tan(b))$ map;
- 7) Stream power index $a * \tan(b)$.

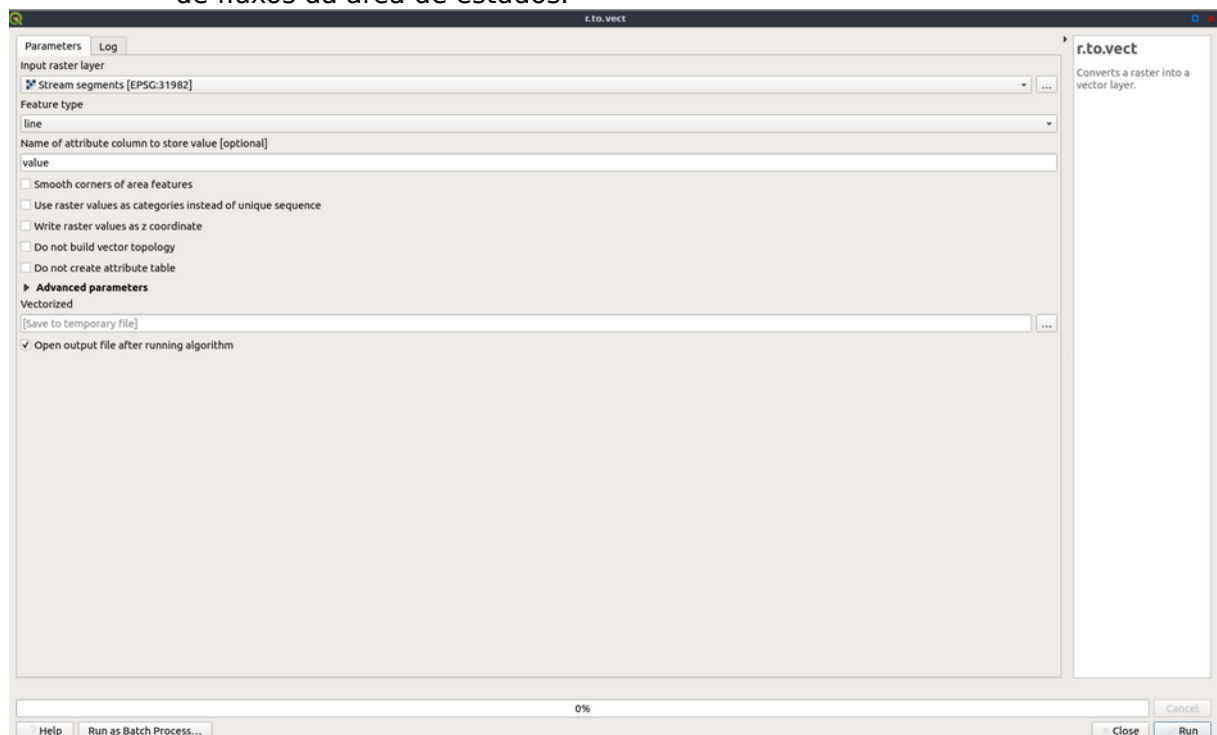
Nessa atividade, vamos em opções avançadas e deixaremos marcadas as *checkboxes* **apenas** referentes à direção de drenagem, stream segments e half-basins (como é mostrado na Figura 17).

Figura 17. Selecionando os arquivos de saída da ferramenta r.watershed.



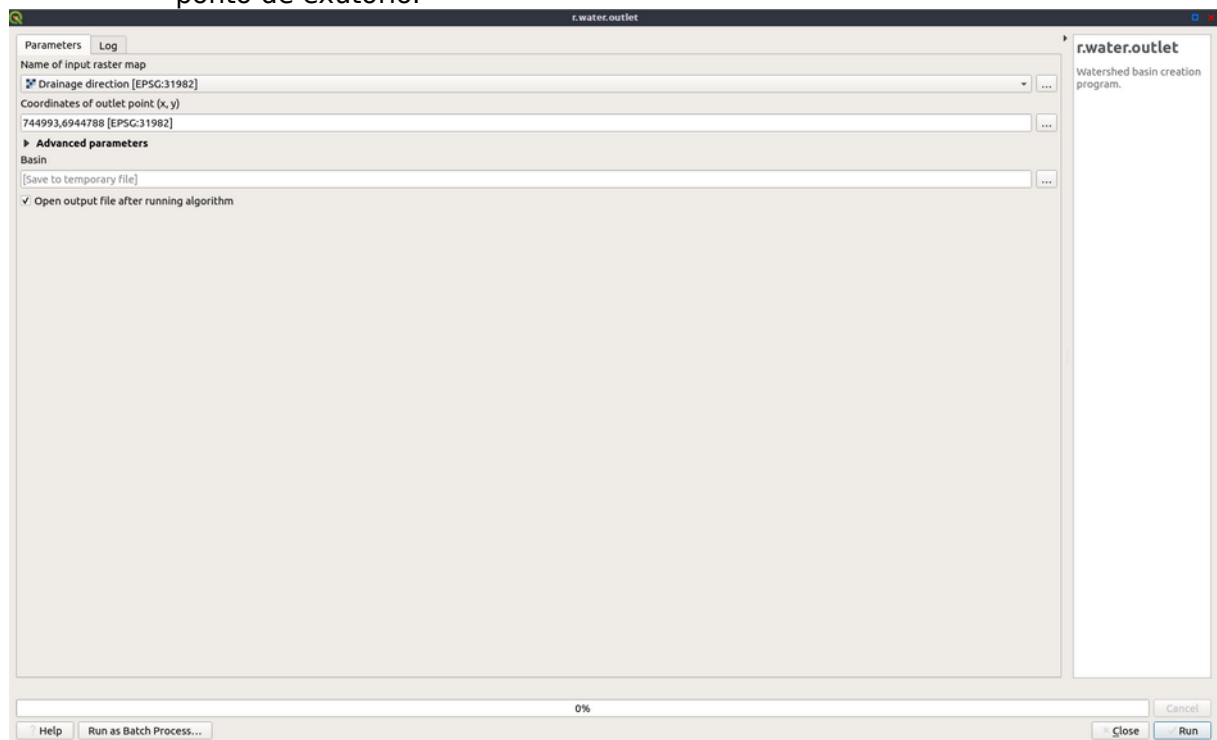
A camada “Drainage direction” será utilizada para a próxima etapa, a camada “half-basin” vai possibilitar observar as metades das subbacias na área de estudos e a camada resultante “Stream segments” contém as linhas de fluxo e pode ser vetorizada utilizando r.to.vect (Figura 18).

Figura 18. Utilizando a ferramenta r.to.vect para vetorizar o arquivo contendo as linhas de fluxos da área de estudos.



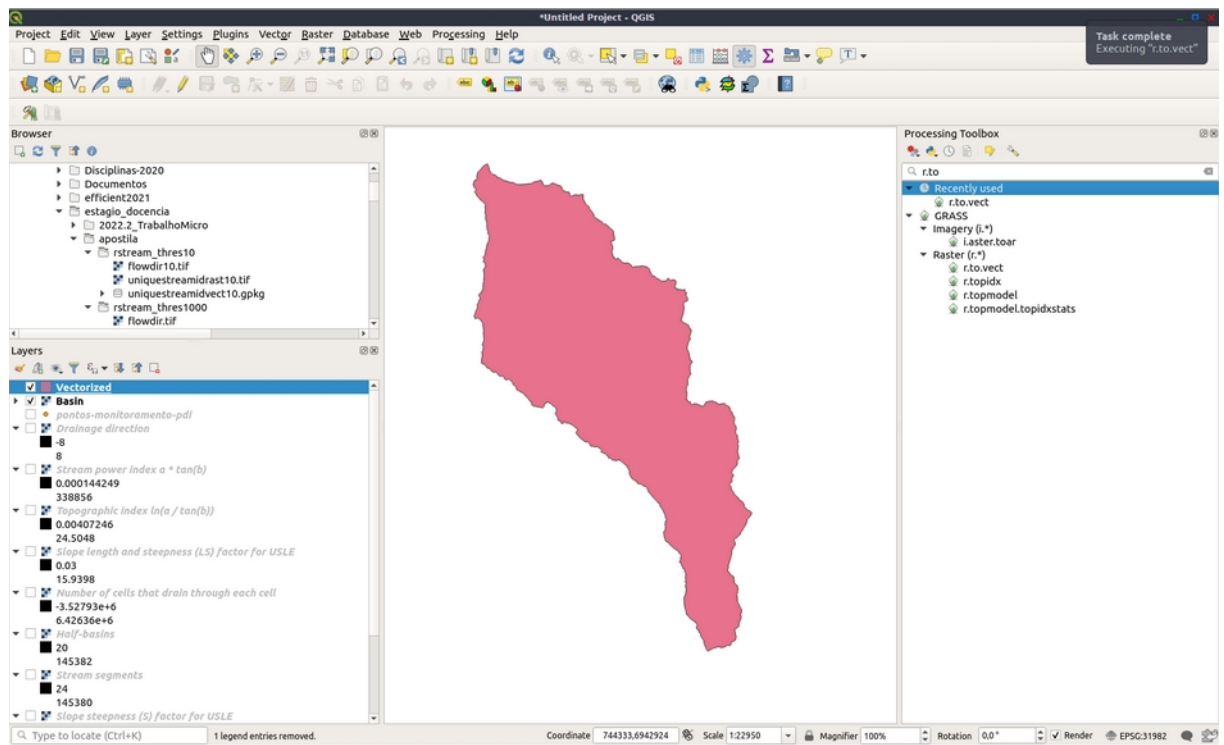
Para, finalmente, delimitarmos a bacia a partir de um exutório, usaremos a ferramenta `r.water.outlet`. No campo “Name of input raster map” deve ser o raster de “drainage direction” e em “Coordinates of outlet point (x,y)” as coordenadas poderão ser escolhidas ao clicar no ícone à direita e clicar no ponto do exutório (ponto mais baixo) da bacia de estudos (ATENÇÃO: as coordenadas não podem conter os valores decimais) (Figura 19).

Figura 19. Utilizando a ferramenta `r.water.outlet` para delimitar a bacia a partir de um ponto de exutório.



O arquivo de saída raster deve ser convertido para vetor, utilizando a ferramenta `r.to.vect`. Seguindo esses passos, com essa mesma base de dados o resultado final deverá ser a bacia do rio do Meio (Figura 20).

Figura 20. Resultado obtido a partir da vetorização da bacia delimitada.



CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO CURVE NUMBER – CN

O cálculo do CN requer o uso e ocupação do solo e o tipo hidrológico do solo.

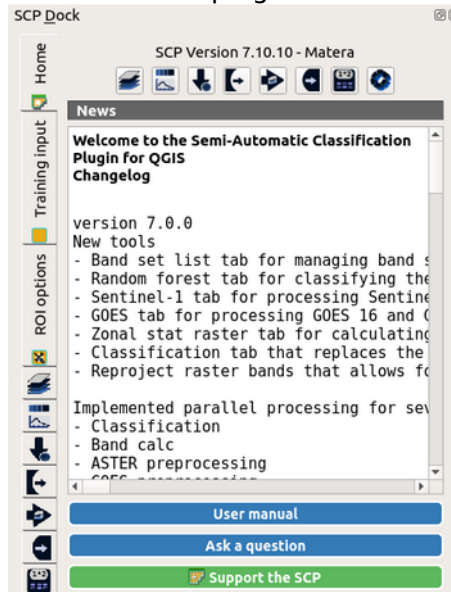
O mapa de uso e ocupação do solo pode ser obtido por meio da classificação de uma imagem, para tanto é necessário utilizar uma imagem com boas resoluções (a imagem utilizada nesse trabalho foi obtido junto ao SDE/SC e pode ser encontrada, já recortada para a bacia de estudos, na pasta “ortofoto” no banco de dados que acompanha esse material) e que represente corretamente a área de estudo, por exemplo, imagens de satélite obtidas em dias com muitas nuvens gerarão áreas de confusão. Diversos SIGs podem ser utilizados para a classificação do solo, para essa atividade, daremos continuidade utilizando o QGIS.

Classificação do solo (uso e ocupação)

Para a classificação do solo, será necessário instalar o plugin “^(A)Semi-Automatic Classification Plugin”, para isso ^(B)basta acessar Plugins > Manage and install plugins e buscá-lo entre todos os plugins e instalá-lo. Ao instalar, algumas ferramentas ficarão ativas na sua janela e ainda uma nova toolbox abrirá, como essa da Figura 21.

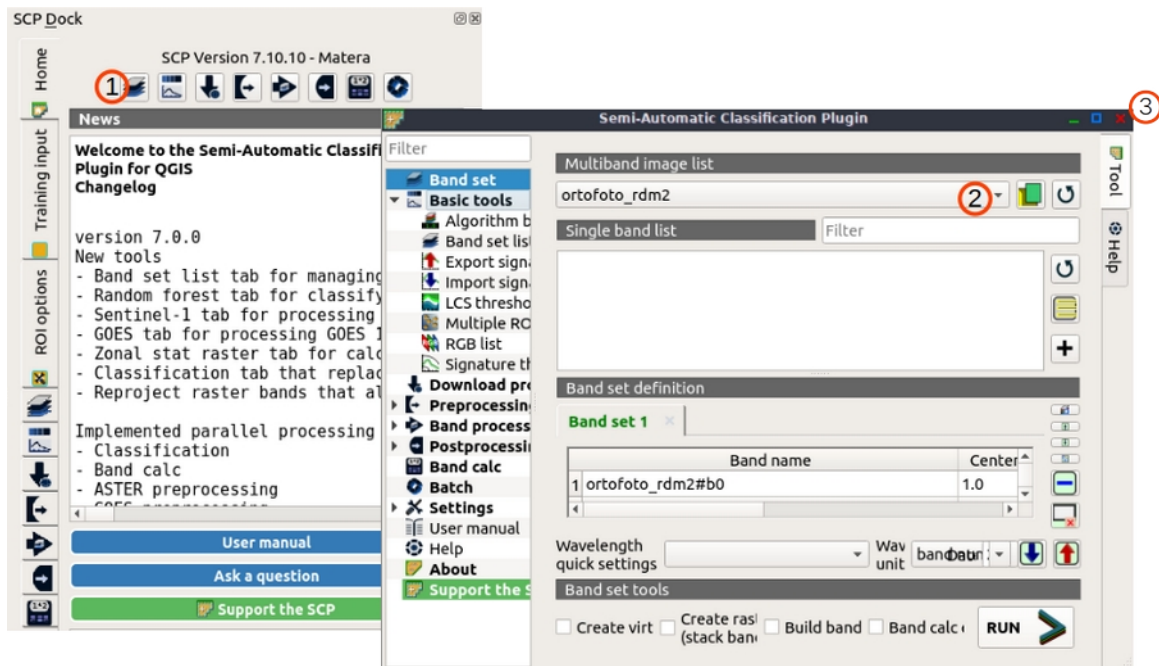
Para começarmos a classificação, é importante que a camada que contém a imagem a ser classificada esteja ativa e já cortada para a bacia de estudos, isso vai economizar tempo e poder de processamento no momento de executar a classificação (que pode ser um processo lento, especialmente quando se trata de imagens com altas resoluções).

Figura 21. Caixa de ferramentas do plugin Semi-automatica classificantion.



Com a camada raster ativa na área de trabalho do QGIS, podemos indicar ao SCP qual imagem será utilizada. Clique em “Band set”, selecione a imagem de interesse em “Multiband image list” e feche o pop-up (Figura 22).

Figura 22. Configurando a imagem a ser classificada com o auxílio do plugin semi-automatic classification.



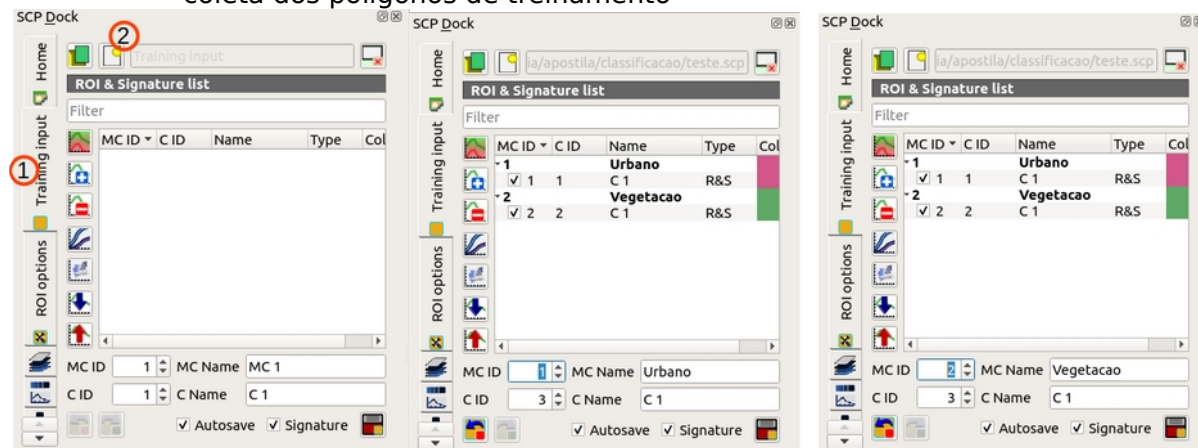
Agora, coletaremos as amostras de cada uma das classes que estabeleceremos, para isso é necessário criar um treinamento na aba

“Training input”, basta clicar no ícone com uma página em branco e um asterísco amarelo, assim aparecerá o pop-up onde você poderá escolher a pasta em que o arquivo de treinamento será criado (Figura 23 A).

Com o arquivo criado, você poderá coletar as amostras de tipo de solo. Lembre-se de coletar polígonos que sejam representativos da classe, a informação espectral do treinamento será utilizada para calcular e classificar o restante da área.

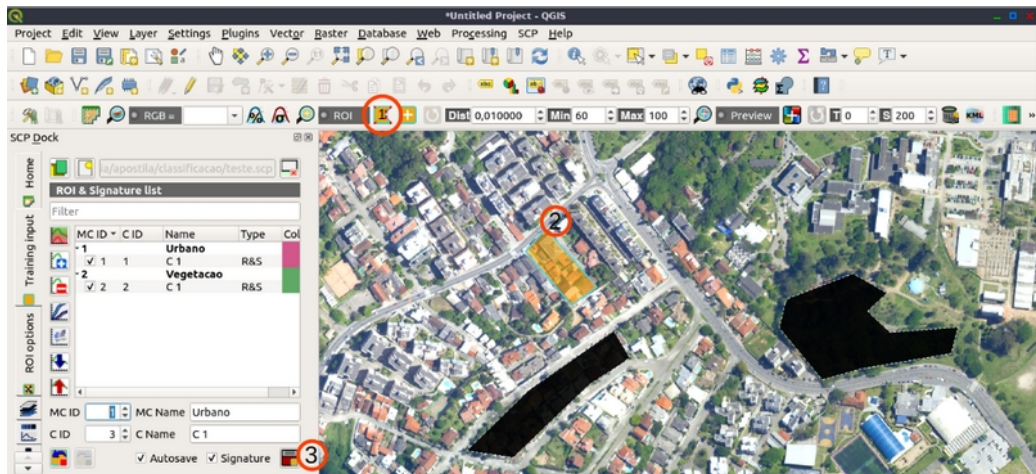
É muito importante que no momento do treinamento os polígono sejam corretamente identificados, por isso, sempre verifique os valores de MC ID, MC Name, C ID e C Name. O MC ID e MC Name se referem às classes, por exemplo, todos os polígonos coletados para determinada classe deverão ter o mesmo valor de MC ID (Figura 23 B).

Figura 23. A) Criando um arquivo de treinamento; B) Preenchendo os campos para a coleta dos polígonos de treinamento



Para criar os polígonos você deverá clicar em “Create a ROI polygon”, na toolbox que apareceu quando o plugin foi instalado. E em seguida, na imagem a ser classificada, criar o polígono na área de interesse. Para criar o polígono, basta clicar onde seriam os vértices e ao finalizar dar um clique com o botão direito do mouse. Atenção: Os polígonos criados que estiverem com as cores azul e laranja, são polígonos temporários, para torná-los permanentes no treinamento deve-se clicar no ícone “Save temporary ROI to training input” (Figura 24).

Figura 24. Coletando os polígonos de treinamento.

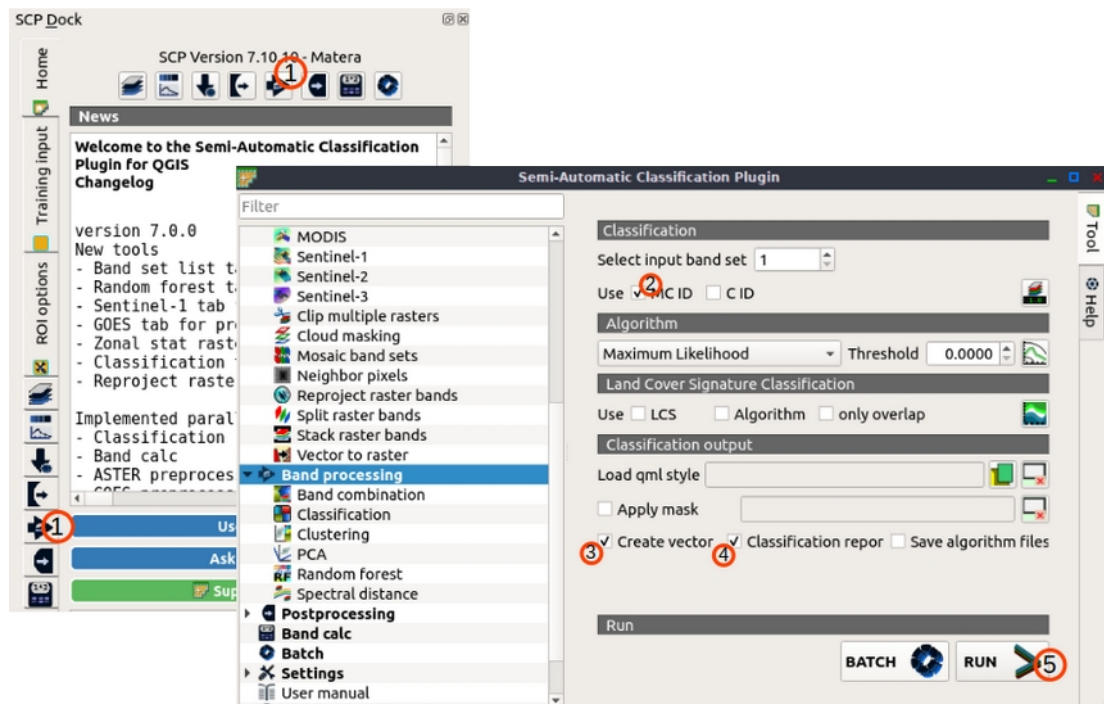


Os polígonos permanentes ficam com a cor preta. Se for preciso deletar algum polígono já permanente, basta clicar na identificação do polígono na lista do treinamento e em seguida em “Delete item”. Cada classe pode ter quantos polígonos o usuário quiser, portanto fique a vontade para coletar a quantidade de amostras que achar representativo para aquela determinada classe.

As classes que costumam ser divididas para um trabalho em que o CN será calculado podem ser áreas urbanas, áreas com solo exposto, áreas de vegetação densa, áreas de vegetação rasteira, entretanto essa é uma decisão que deve ser tomada levando em consideração as características do local de estudo.

Após a coleta das amostras de interesse, a classificação do solo poderá ser executada ao clicar em “Band processing” que pode ser acessado pela aba “Home”, ou então pela aba na lateral esquerda (Figura 25).

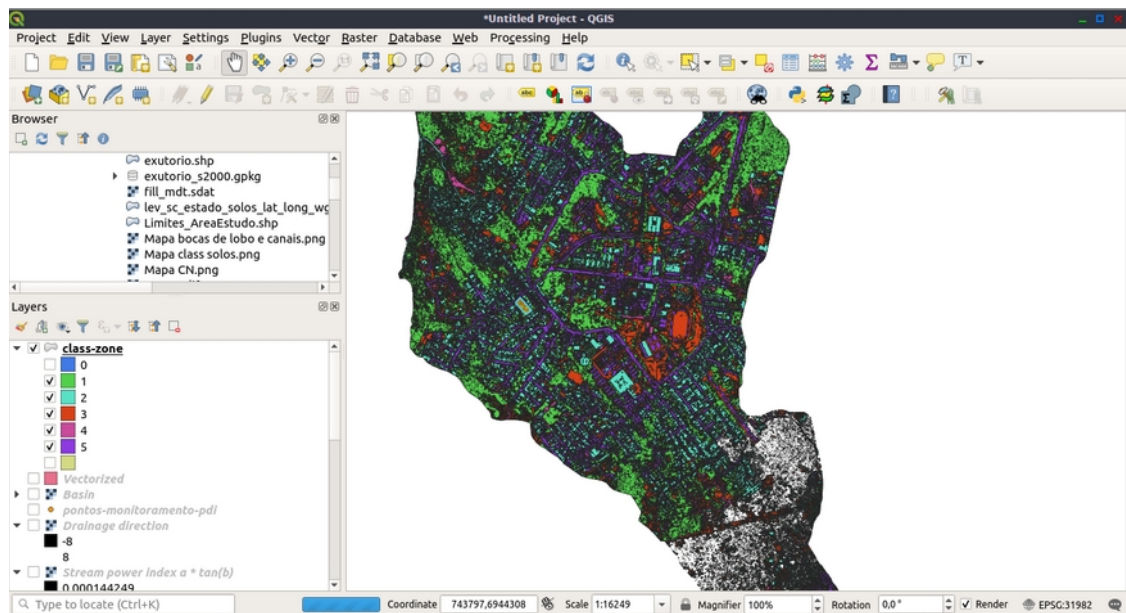
Figura 25. Executando a classificação semi-automática do uso e ocupação do solo.



A ferramenta Band processing abre um pop-up onde deve-se escolher o MC ID para a classificação e marcar as checkboxes para criar o resultado em dado vetorial e o relatório da classificação (nesse relatório você poderá entender melhor os resultados obtidos). Por fim, clique em “Run” para executar a classificação.

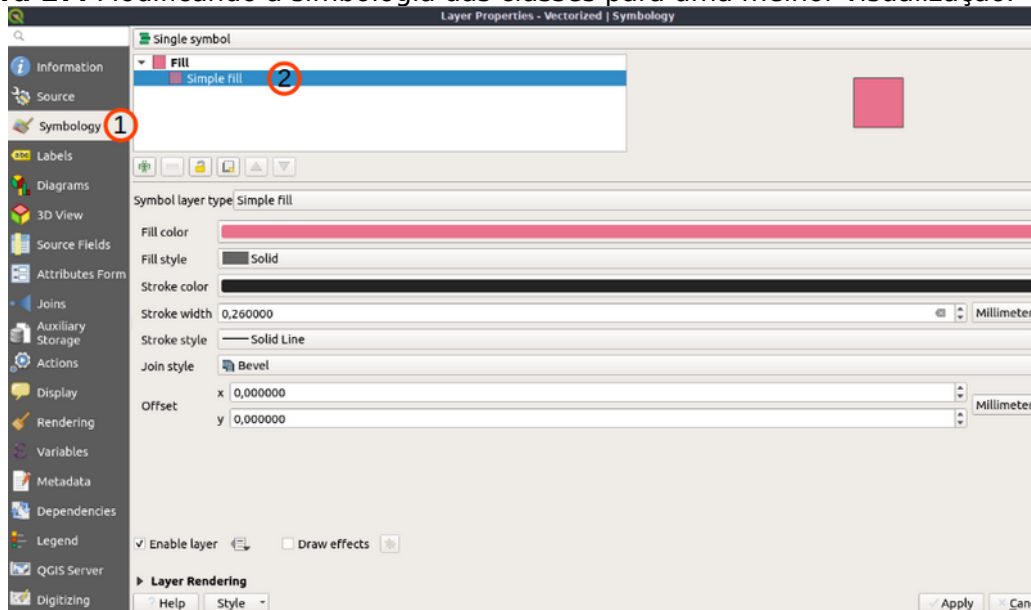
A classificação do solo é um processo que pode levar bastante tempo, a depender dos dados de entrada e do poder de processamento do computador, podem ser consumidas mais de 12h nesse processo. O resultado também pode ser uma imagem grande com um grande volume de informações, nesses casos, a imagem costuma ficar quase toda preta (Figura 26), isso acontece porque as bordas das classes são pretas.

Figura 26. Exemplo de resultado da classificação do solo.



Para que fique visível, basta clicar com o botão direito do mouse na camada de interesse → Propriedades → Simbologia e em estilo da linha, escolher “no Pen” (Figura 27).

Figura 27. Modificando a simbologia das classes para uma melhor visualização.



Quando houverem erros que gerem dificuldades no processo de classificação, não hesite em consultar a documentação oficial (<https://fromgistors.blogspot.com/>), lá é possível acessar tutoriais e a documentação do plugin.

Existem bases de dados que também fornecem informações de uso e ocupação do solo, como o MapBiomias, cujas imagens podem ser obtidas por meio do plugin “MapBiomias”, são disponibilizadas classificações de imagens de diversos anos para o Brasil todo, porém o uso é recomendado para escala 1:100.000, isso indica que para áreas de estudos menores, as informações podem ficar super ou subestimadas. Para utilizar as imagens será necessário extrair a área de interesse e converter para vetor usando a área como tipo de feição.

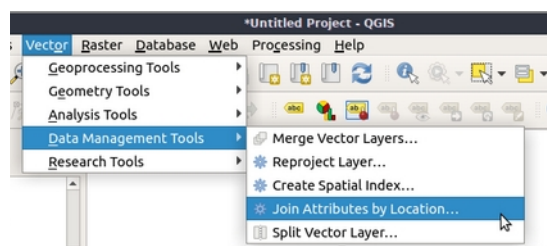
Além da resolução espacial, é sempre bom se atentar às informações obtidas em bases de dados prontas, especialmente quando cobrem grandes áreas. Caso opte por usar dados como os do MapBiomias, é importante conferir se estão de acordo com a realidade e, se necessário, fazer as devidas alterações.

- Cálculo do CN

Com os dados de uso e ocupação, e tipologia do solo em formato vetorial, podemos fazer os cálculos do CN. Por se tratar de um coeficiente estabelecido de forma empírica, em algumas situações serão necessárias adaptações ou considerações.

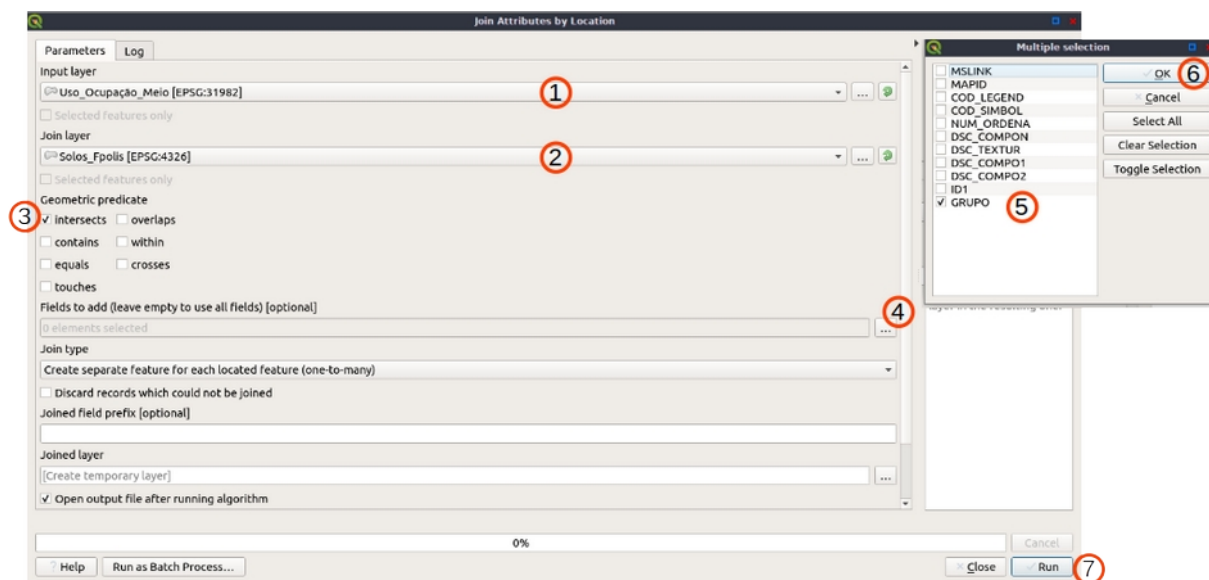
Para juntar as informações em um shape único, utilize a ferramenta “Associar atributos por locais” ou “Join attributes by location”, ferramenta encontrada em Vetor > Gerenciar dados (Figura 28).

Figura 28. Acessando a ferramenta associar atributos por locais.



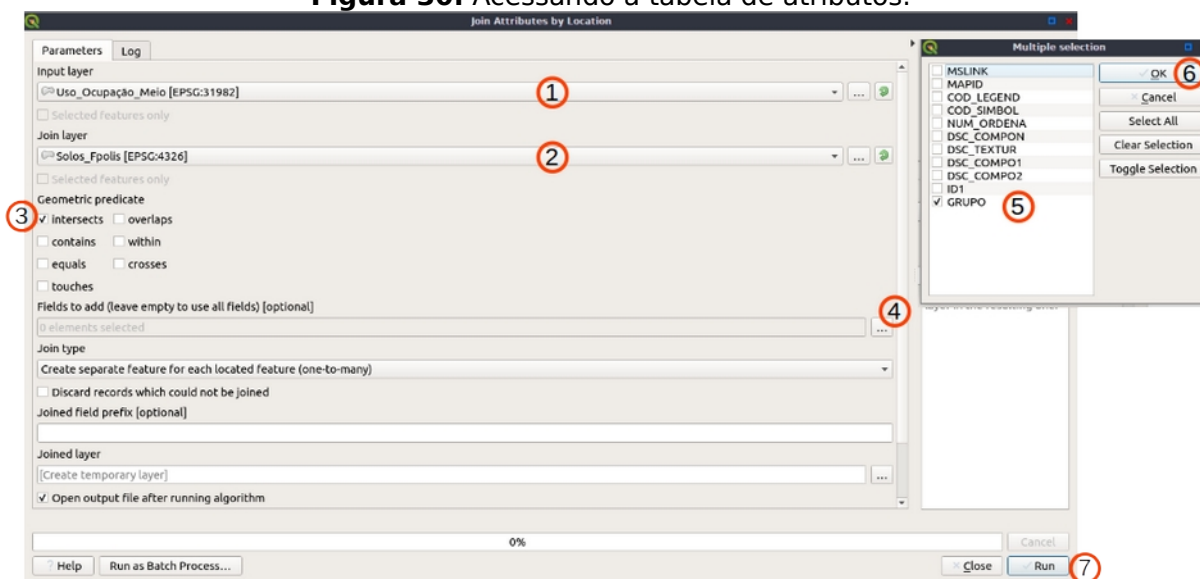
Ao abrir a ferramenta deverão ser escolhidos os shapes do uso e ocupação do solo e dos tipos de solo, em seguida deve-se escolher o critério de união das informações, no campo “Campos a serem utilizados”, clique no ícone com reticências no lado direito e escolha qual coluna da tabela de atributos será incluída, nesse caso, deverá ser marcada a coluna que contenha as informações de grupo hidrológico, em seguida clique em Ok e, finalmente, clique em executar. Se preferir, antes de executar salve o shapefile de saída em uma determinada pasta, preenchendo o campo “Camada unida” (Figura 29).

Figura 29. Utilizando a ferramenta associar atributos por locais.



Com o shapefile gerado, clique com o botão direito do mouse e acesse a tabela de atributos, na tabela de atributos clique no ícone para edição da tabela e em seguida, no ícone da calculadora de campo (Figura 30).

Figura 30. Acessando a tabela de atributos.



A Figura 31 mostra a sequência de passos para que se calcule o CN na calculadora de campo. O primeiro passo é dar um nome para a coluna a ser criada, lembre-se de verificar as informações sobre tipo de dado e tamanho do dado. O segundo passo é, no campo de edição de texto da calculadora de campo, indicar os valores de CN para cada uma das possíveis combinações entre classes e grupo hidrológico, coloque a seguinte estrutura:

CASE

WHEN “Nome da coluna que contém a classe do solo” = “classificação” AND “Nome da coluna que contém o grupo hidrológico” = “Grupo hidrológico” THEN valor do CN

O nome das colunas pode ser acessado pela barra de pesquisa (passo 3) e o texto é escrito ao dar um duplo clique no nome da coluna (passo 4). Os valores disponíveis para cada coluna podem ser vistos ao clicar em “All unique” (passo 5) e ao dar duplo clique em algum dos valores (passo 6), também é escrito automaticamente no editor de texto.

Se houver 3 classes de solo e 2 grupos hidrológicos na área de estudos, então existem 6 possíveis valores de CN, por exemplo (**ATENÇÃO ESSE É APENAS UM EXEMPLO, NÃO USE ESSES VALORES DE CN COMO REFERÊNCIA**):

CASE

WHEN "Classe" = "Vegetação densa" AND "Grupo" = "B" THEN 52

WHEN "Classe" = "Urbano" AND "Grupo" = "B" THEN 92

WHEN "Classe" = "Mangue" AND "Grupo" = "B" THEN 95

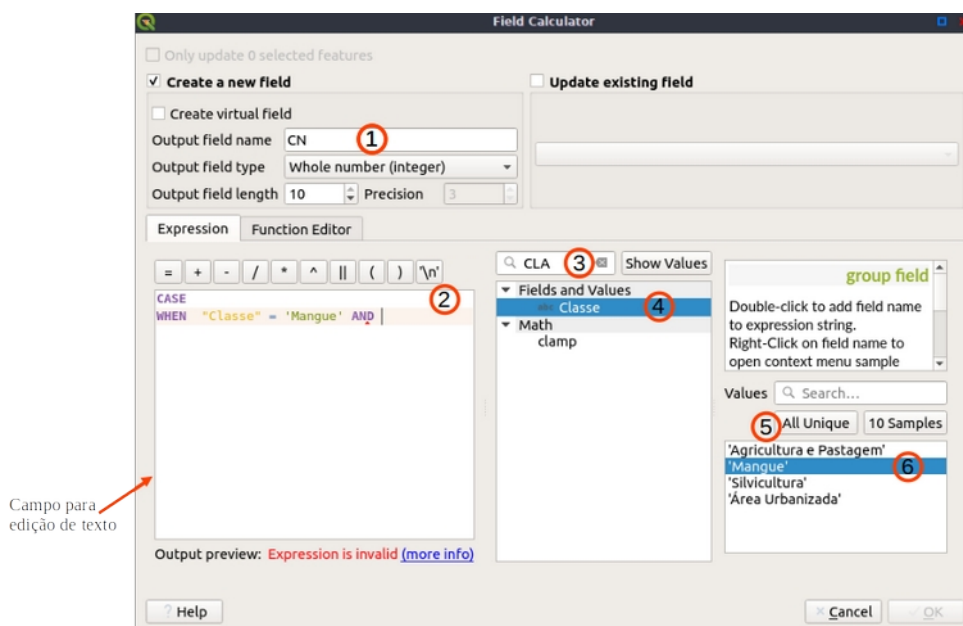
CASE

WHEN "Classe" = "Vegetação densa" AND "Grupo" = "D" THEN 69

WHEN "Classe" = "Urbano" AND "Grupo" = "D" THEN 95

WHEN "Classe" = "Mangue" AND "Grupo" = "D" THEN 95

Figura 31. Sequência de passos para o cálculo do CN utilizando a calculadora de campo.



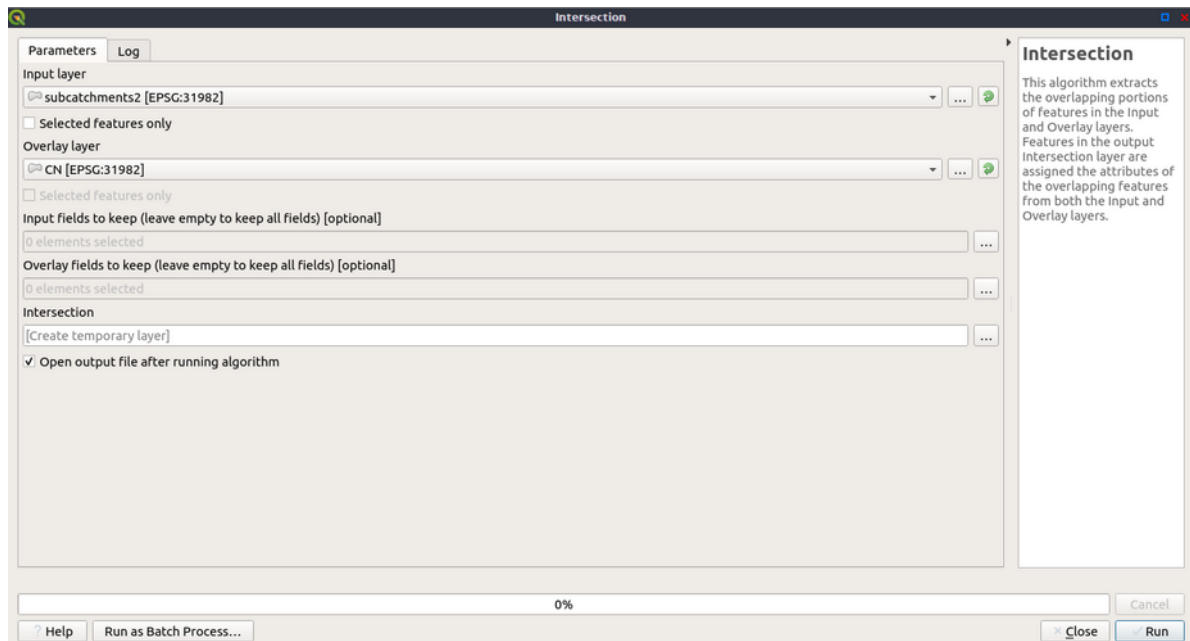
Ao escrever as condições no campo de edição de texto, o botão ok deverá ficar clicável (caso não fique, significa que há algum erro de sintaxe nas condições, para entender melhor o erro, você pode consultar o manual do QGIS, pois com as variações das versões podem haver variações também na forma como escrever as funções). Clique em Ok e o shapefile editado estará com a nova coluna, lembre-se de salvar a coluna de atributos e desativar o modo edição (clcando no mesmo botão para ativar o modo de edição).

Caso a bacia seja sub-dividida em sub-bacias, para calcular o CN médio de cada uma delas (média ponderada), deve-se utilizar o seguinte passo a passo:

Fazer a interseção entre os shapefiles das sub-bacias e o dos valores de CN

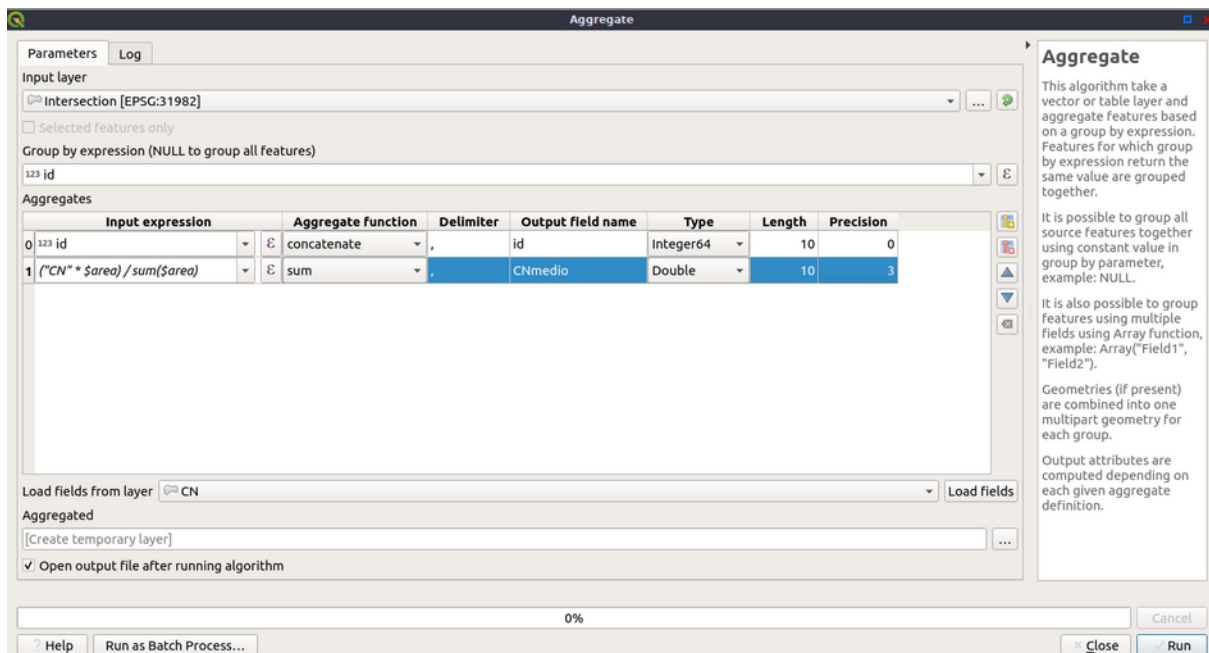
(Vector → Geoprocessing tools → Intersection → Escolha os dois shapefiles para interseção → Run, como mostrado na Figura 32)

Figura 32. Fazendo a interseção entre o shapefile das sub-bacias e o do CN.



Com o shapefile gerado na interseção, deve-se utilizar a função “Aggregate” para calcular a média ponderada do CN para cada sub-bacia, conforme é mostrado na Figura 33.

Figura 33. Utilizando a função "aggragate" para calcular as médias ponderadas de CN para cada sub-bacia



No campo “input layer” adicione o shape resultante da interseção;

Em “group by expression” selecione a camada do shape que contém da informação sobre as sub-bacia;

Exclua todas as colunas que não quiser manter no novo arquivo, aquelas que quiser apenas manter sem fazer qualquer operação matemática, use a função de agregação “Concatenar”;

Crie uma nova coluna cuja expressão será: $(\text{“CN”} * \$\text{area}) / \text{sum}(\$ \text{area})$, nessa nova coluna a função de agregação será a soma, o campo “delimiter” deve ser escolhido de acordo com seu sistema, o campo “output field name” você deverá escolher qual nome o campo terá e os campos “type”, “length” e “precision” você deverá escolher conforme o tipo de dado;

Em “load fields from layer”, você deverá escolher a camada que contém o CN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS. DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA. **Noções básicas de Cartografia**. IBGE, 1999.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System Developers Manual**. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document: http://www.qgis.org/wiki/Developers_Manual, 2022.

Cadernos Técnicos LAUTEC
Uma publicação seriada do
Laboratório de Águas Urbanas
e Técnicas Compensatórias da
Universidade Federal de Santa Catarina

Caderno Técnico 2

Universidade Federal de Santa Catarina
CTC - ENS LAUTEC

Florianópolis | 2023

Laboratório de Águas Urbanas e Técnicas Compensatórias da **Universidade Federal de Santa Catarina** trabalha no campo do manejo de águas pluviais urbanas. O maior destaque de sua atuação é em pesquisa e desenvolvimento de soluções sustentáveis para a drenagem no Brasil.