

LABORATÓRIOS DIDÁTICOS DE GEOPROCESSAMENTO

Sistemas de Informações Geográficas: Topologia e entrada de dados

Docente: Prof.^a Dr.^a Mariana Abrantes Giannotti

Roteiro: Leonardo Alves Godoy e Mariana Giannotti

Monitor: Christian de Nazareth Teixeira

Objetivos de Aprendizagem

- ✓ Topologia.
- ✓ Entrada de dados: *join*.
- ✓ Classificação de mapas cloropléticos.

1. Introdução

Neste laboratório veremos na prática aspectos sobre a **estrutura topológica** de mapas vetoriais para que as operações espaciais, como as de *join*, possam ser executadas corretamente a fim de se realizar a produção de **mapas cloropléticos**. A operação de *join* (junção) é usada para conectar dados da tabela de atributos ao arquivo vetorial ou para vincular dados de diferentes tabelas de atributos através de uma (ou mais de uma) chave de relacionamento.

2. Referências teóricas

2.1. Topologia

Um conjunto de dados do tipo vetorial possui objetos espaciais que podem, ou não, ter relacionamentos topológicos entre si. Topologia trata das propriedades matemáticas das relações entre geometrias (Longley et al., 2015). Relações topológicas como adjacência, continência e pertinência são relações qualitativas, que permanecem constantes mesmo quando há distorções (de distância e/ou de ângulo) no espaço geográfico (Longley et al., 2015). Contudo, há de se ter atenção, pois o uso incorreto de CRS pode implicar relações topológicas inexistentes.

Os relacionamentos topológicos são de fundamental importância para se avaliar a integridade dos dados, verificando situações tais quais: conectividade em redes, intersecção de linhas, sobreposição entre polígonos e duplicidade de linhas (LONGLEY et al., 2015).

2.2 Topologia em polígonos

As propriedades topológicas em geometrias que são polígonos, objetos bi-dimensionais, são propriedades de interior e fronteiras entre as geometrias, que

devem ser invariantes e, dessa forma, serem consideradas para derivar possíveis relações entre dois polígonos (HUISMAN; DE BY, 2009). Para dois polígonos, os seguintes relacionamentos espaciais podem ocorrer (HUISMAN e DE BY, 2009):

- *touch* (encontram-se nas bordas ou com sobreposição)
- *meets* (fronteiras se tocam);
- *equality ou are spatially equal* (são idênticos ou são espacialmente iguais);
- *is inside ou are contained by* (está dentro de ou está contido por);
- *are entirely contained by* (está totalmente contido por)
- *covered by* (é coberto por);
- *contain* (contém);
- *covers* (cobre totalmente) e;
- *overlaps* (sobreposição)
- *disjoint* (separação).

2.3 Operação: *Join*





A operação de *join* permite relacionar uma tabela a um dado vetorial. Para tal é preciso que a tabela e o dado vetorial tenham uma ou mais colunas com atributos em comum, geralmente identificadores, aos quais denominamos de chaves de relacionamentos. Com base nessas colunas em comum a operação permite que linhas de duas tabelas sejam relacionadas, sendo que a tabela resultante dessa operação contém os atributos das duas tabelas em que o operador foi aplicado e as linhas resultantes devem satisfazer a condição dada ao *join* (ELMASRI; NAVATHE, 2011).

A condição (que pode ser, na verdade, uma combinação de condições de comparação) usada no *join* é definida sobre atributos das duas tabelas e é avaliada para cada combinação de linhas dessas tabelas, selecionando - para a tabela resultante - as linhas combinadas onde a condição é verdadeira (ELMASRI; NAVATHE, 2011).

Os operadores de comparação para numéricos, são os conhecidos <, >, <=, >=, = e <> (ELMASRI; NAVATHE, 2011). Para outros tipos de dados distintos, outros operadores podem ser acionados. O *join* por tabelas do QGIS usa apenas o operador de igualdade entre dois campos, podendo mais de uma condição ser

adicionada e combinando todas as condições automaticamente com o operador AND. Em sistemas mais avançados, como bancos de dados espaciais, é possível combinar mais de uma condição em uma operação de **join**, utilizando outros operadores lógicos, além de permitir o uso de outros operadores de comparação que não o de igualdade.

Na prática, no nível de banco de dados, há basicamente 4 maneiras de se relacionar duas fontes de dados em tabelas estruturadas a partir de suas chaves:

Inner Join: permanecem apenas os registros existentes em ambas as tabelas	
Left Outer Join: permanece os registros existentes em ambas as tabelas e todos os presentes na tabela do lado esquerdo da relação (permanecendo nulos os valores dos atributos que advém da tabela do lado esquerdo da relação);	
Right Outer Join: permanece os registros existentes em ambas as tabelas e todos os presentes na tabela do lado direito da relação (permanecendo nulos os valores dos atributos que advém da tabela do lado esquerdo da relação);	
Full Outer Join: permanece os registros existentes em ambas as tabelas e todos os demais, tanto os existentes do lado esquerdo da relação, quanto os existentes do lado direito da relação (permanecendo nulos os valores dos atributos que não encontrem da relação).	

Para além da operação de **join** entre tabelas, há também a operação de **spatial join**, que considera a coincidência de propriedades espaciais para sua execução.

2.4 Mapas coroplético

Mapas coropléticos são gerados a partir de valores que descrevem propriedades de áreas não sobrepostas (LONGLEY et al., 2015). Cada área pode receber uma cor, ser sombreada ou hachurada de acordo com o valor de um atributo

de interesse. Os tipos de variáveis usadas nos mapas coropléticos são as chamadas espacialmente extensivas e as espacialmente intensivas. Nas espacialmente extensivas, os valores são totalizados dentro dos limites de cada área, sendo verdadeiros para a área como um todo. Já as espacialmente intensivas, são variáveis que - pressupondo-se que sejam homogêneas dentro da área - podem ser verdadeiras para todas as partes, como nos casos de densidades, taxas e proporções (LONGLEY et al., 2015). Nesse caso, a variável é uma ponderação por alguma variável extensiva, por área.

3. Roteiro prático

O objetivo central deste laboratório, diz respeito a uma análise exploratória de dados espaciais a partir da visualização destes em mapas coropléticos. Será mostrado como transformar um dado qualquer de uma tabela sem formato ou geometria em uma informação georreferenciada através de um atributo que relacione as feições de um arquivo .shp com as informações da tabela. Um atributo pode ser entendido como uma coluna existente tanto no dado vetorial, quanto na tabela excel que servirá para unir as informações. Mas para conseguir fazer a correta associação entre os dados deve-se garantir a consistência das relações topológicas do dado vetorial, então são realizadas a verificação e correção de erros de topologia.

Será feita a limpeza de pequenas áreas de interferência nos arquivos, para que possam ser desenvolvidos mapas coropléticos com dados externos ao SIG e, subsequentemente, associados aos dados vetoriais no SIG.

3.1 Software e dados necessários para a prática de laboratório

- ✓ QGIS em versão posterior a 3.16; (**Importante:** abrir a versão QGIS 3.1x with GRASS)
- ✓ Dados da Pesquisa Origem-Destino do Metrô de 2017¹, ir em **banco de dados** e baixar o arquivo **OD-2017.zip**. Lá estão todos os dados, processados e brutos da pesquisa.
- ✓ Baixar a **Tabela Dados Gerais**, arquivo já editado para o laboratório.

¹ Realizada a cada 10 anos para saber como se deslocam as pessoas da Região Metropolitana de São Paulo. Além dos dados de viagem, tem diversos dados de renda, população, residências, banheiros, escolas, entre outros. É uma fonte muito boa de dados para a realização do trabalho prático. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/>.

1. Para iniciar crie um novo projeto, configure o **CRS** para **SIRGAS 2000 UTM 23S (EPSG 31983)**.
2. Abra a **Tabela Dados Gerais OD** no Excel ou software similar, veja quais os dados disponíveis e a salve em **.csv (separado por vírgula)**.

3.2. Recortando Zonas de Pesquisa do Município de São Paulo

3. Nos arquivos baixados da Pesquisa OD temos os arquivos já em *shapefile* na pasta **Mapas-OD2017 / Shape-OD2017**. Importe para o QGIS os arquivos **“Zonas_2017_region”** e **“Municipios_2017_region”**. Note que no conjunto de arquivos de cada *shapefile* existe um arquivo .prj, e aparecerá a mensagem de Transformação de Projeção da Figura 1, apenas clique **ok**. Note que isso acontece pois os arquivos da Pesquisa estão na projeção Córrego Alegre 1970-72 / UTM 23S, isso pode ser visto dando dois cliques sobre qualquer um dos dois layers importados (Figura 2).

Figura 1 - Transformação de projeção Córrego Alegre para SIRGAS 2000 UTM 23S

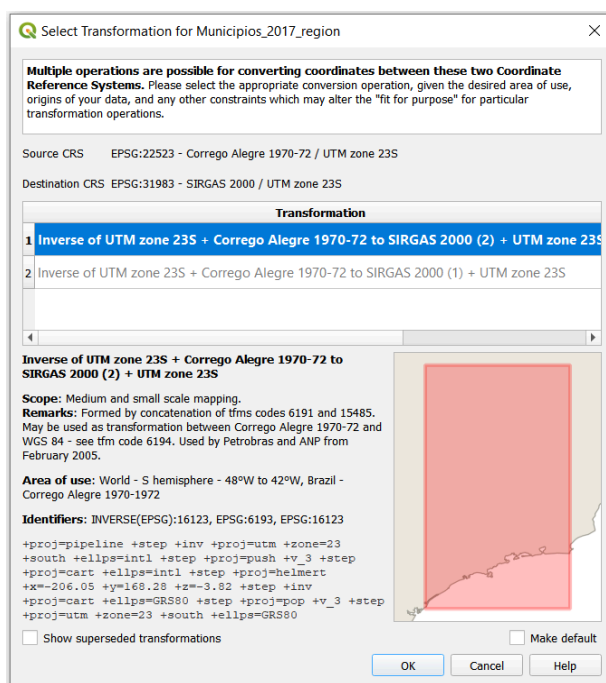
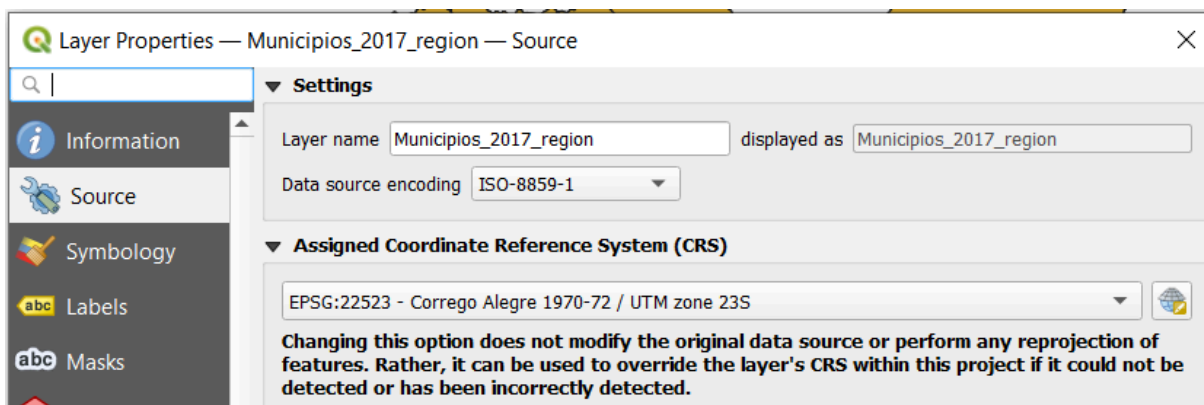


Figura 2 - Projeção Córrego Alegre



4. Como estamos trabalhando com a projeção **SIRGAS 2000 UTM 23S**, utilizada pelos arquivos do GeoSampa, devemos reprojetar as zonas e os municípios para essa projeção do projeto. Para isso siga os passos da função **“Reproject Layer”** apresentada em laboratórios anteriores. Reprojete de **“Corrego Alegre 1970-72 / UTM 23S”** para **“SIRGAS 2000 UTM 23S”** e salve os dois arquivos. Evite nomes de arquivos longos e não utilize caracteres especiais ou espaços.
5. Com o **layer de municípios que foi salvo em SIRGAS** selecionado, selecione e exporte o município de São Paulo através do ícone de seleção da Figura 3 e clique sobre São Paulo (que ficará amarelo), depois clique com o botão direito sobre o layer e vá em **“Save Selected Features as...”** (Figura 4). Ao salvar confirme que no campo CRS está marcado **“EPSG: 31983 - SIRGAS 2000 / UTM zone 23S”** e em **format** coloque **“ESRI Shapefile”**. No diálogo de salvar, confirme que a opção **“Save Only selected Features”** esteja marcada, bem como a opção de encoding esteja UTF-8 e o Geometry Type esteja Automatic.

Figura 3 - Ferramenta de seleção

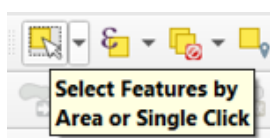
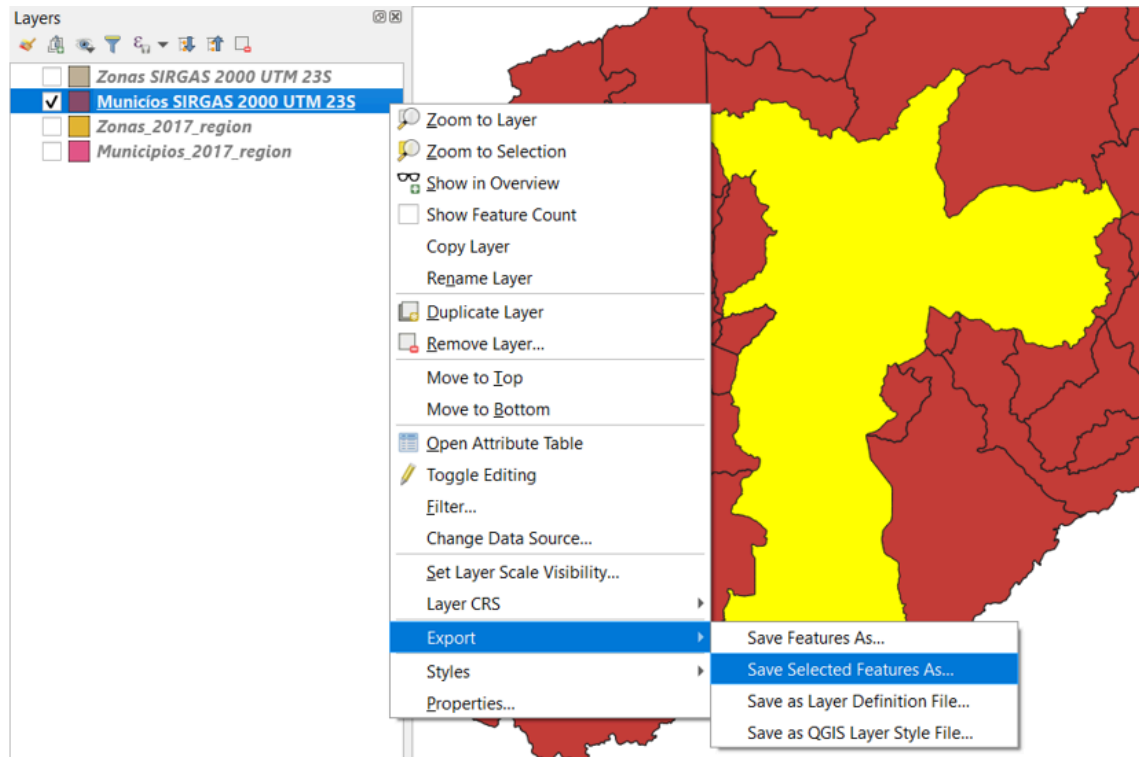


Figura 4 - Exportação do município de São Paulo



6. Agora vamos recortar as zonas OD que estão dentro do município de São Paulo. Para isso selecione o **layer de zonas que foi salvo em SIRGAS**, procure pela ferramenta **“Vetor > Geoprocessamento > clip”** (Figura 5) ou vá na aba **“Processing Toolbox”** (Figura 6) e pesquise por **“clip”**. Na aba clip, selecione a camada de **zonas que foi salva em SIRGAS** para ser a camada de entrada (**“Input layer”**) e o município de São Paulo para camada de sobreposição (**“Overlap layer”**), depois clique em **“run”** (Figura 7). Haverá um erro de geometria que tem que ser corrigido para que o processo possa continuar (Figura 8).

Figura 5 - Por Vetor

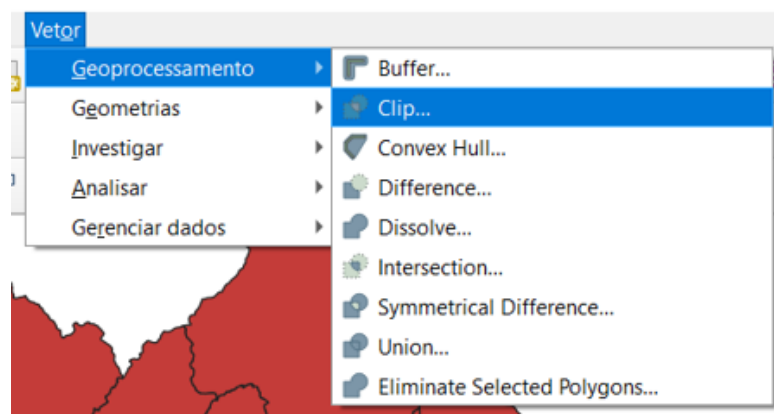


Figura 6 - Por Processing Toolbox

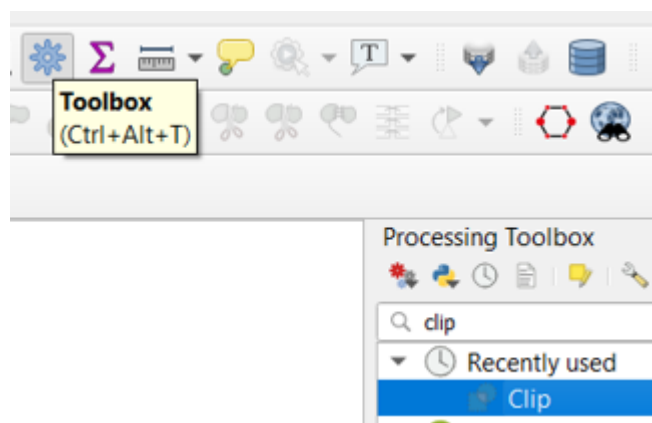


Figura 7 - Configuração do Clip

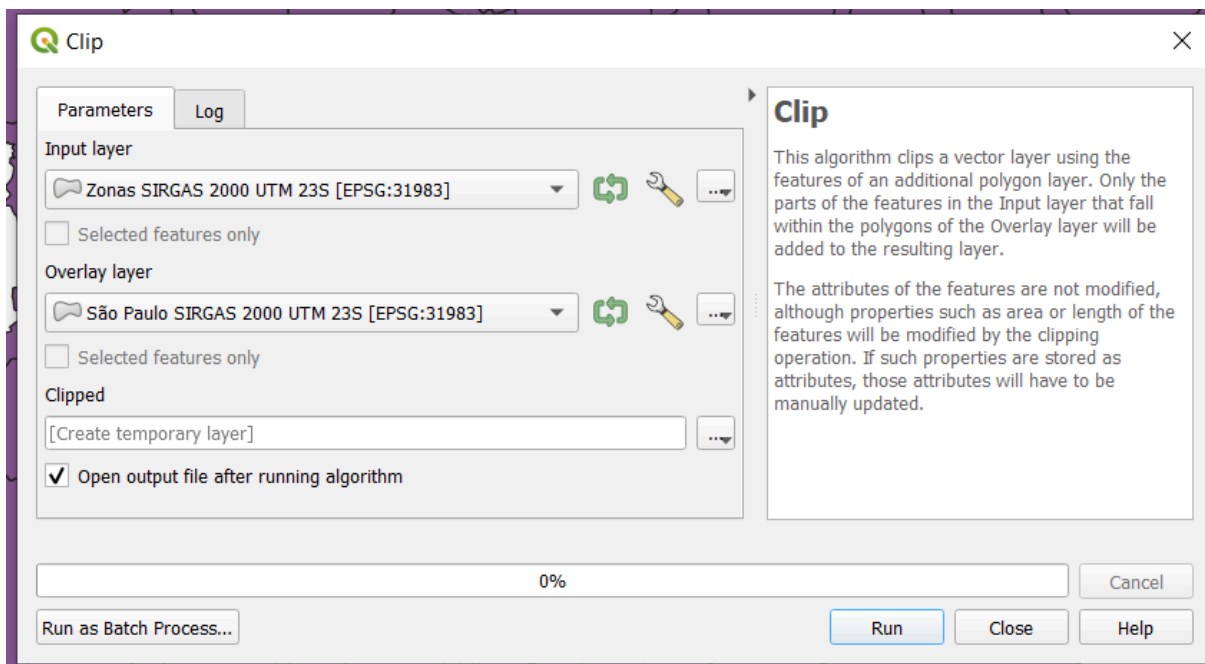
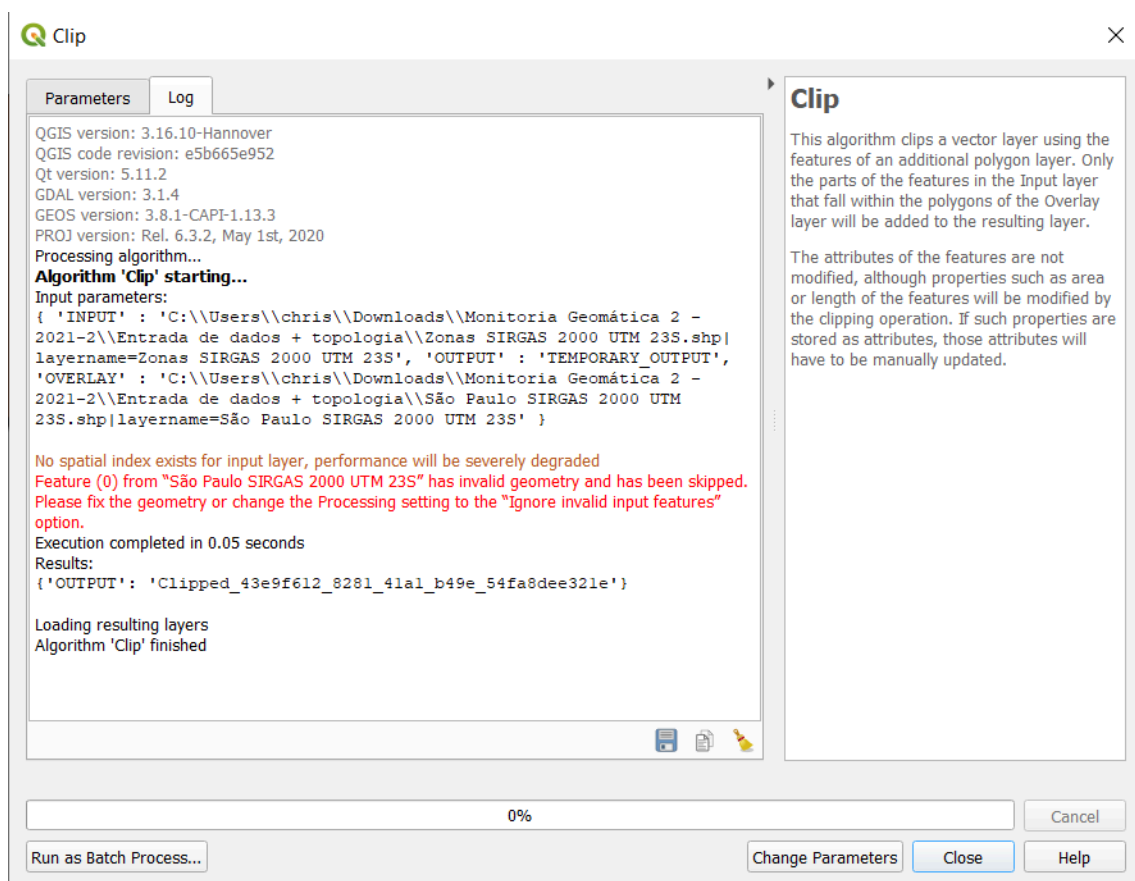


Figura 8 - Erro de Geometria

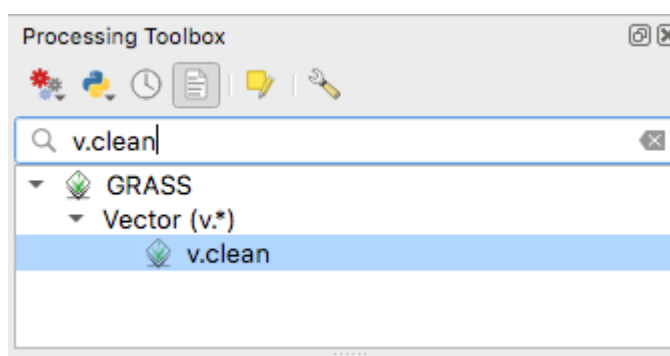


3.3 GRASS “v.clean”

7. Essa alternativa para limpeza automática é um algoritmo disponível na

- “Processing Toolbox”** chamado **“v.clean”**, que é proveniente do GRASS² e que executa uma limpeza de erros topológicos automaticamente com alguns parâmetros.
8. Caso ainda não esteja em tela, deve ser aberta a **“Processing Toolbox”**, através da seleção do menu **“Processing”** seguido do item **“Toolbox”**.
 9. No campo de busca da **“Processing Toolbox”**, basta buscar pela função **“v.clean”** e clicar duas vezes sobre o resultado - Figura 9.

Figura 9 - Função “v.clean” do GRASS na “Processing Toolbox”



10. Na nova janela, em **“Layer to clean”** selecione a camada.
11. Em **“Cleaning tool”**, estão as opções de ferramentas de limpeza que devem ser usadas de acordo com o tipo de geometria e resultado desejado, clicando nos três pontos (...) abrirá a janela com as opções, além da opção **“break”**, selecione a opção **“rmarea”** eliminará as áreas muito pequenas que são geradas³ (Figura 10). Depois na caixa nomeada **“Threshold”** coloque uma sequência arbitrária separada por vírgulas. Use 0,2 : o 0 é o parâmetro para break (é dummy) e o 2 seria 2 metros quadrados para remover áreas menores do que esse valor (rmarea). Depois, lá embaixo, em **“Advanced parameters”** procure por **“v.in.ogr min area”** e pode colocar 2 também. É outra ferramenta para lidar com áreas pequenas. Configuração completa da v.clean na Figura 11, mas caso deseje, você já pode indicar um diretório de saída e um nome do arquivo (sugestão é adicionar o sufixo _cleaned ao final do nome).

² O GRASS é um SIG de código aberto e as suas funções internas podem ser acessadas a partir do QGIS. <https://grass.osgeo.org/grass82/manuals/v.clean.html>

³ Além dessas funções, algumas outras são: para polígonos, a opção **“bpol”** é utilizada para dividir os polígonos importados de forma que sejam topologicamente limpos, **“rmdupl”** remove duplicatas - que porventura possam ser geradas. Por hora utilize só **“break”** e **“rmarea”**.

Figura 10 - Opções na “Cleaning tool”

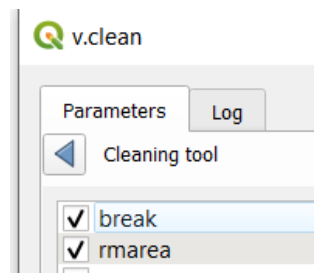
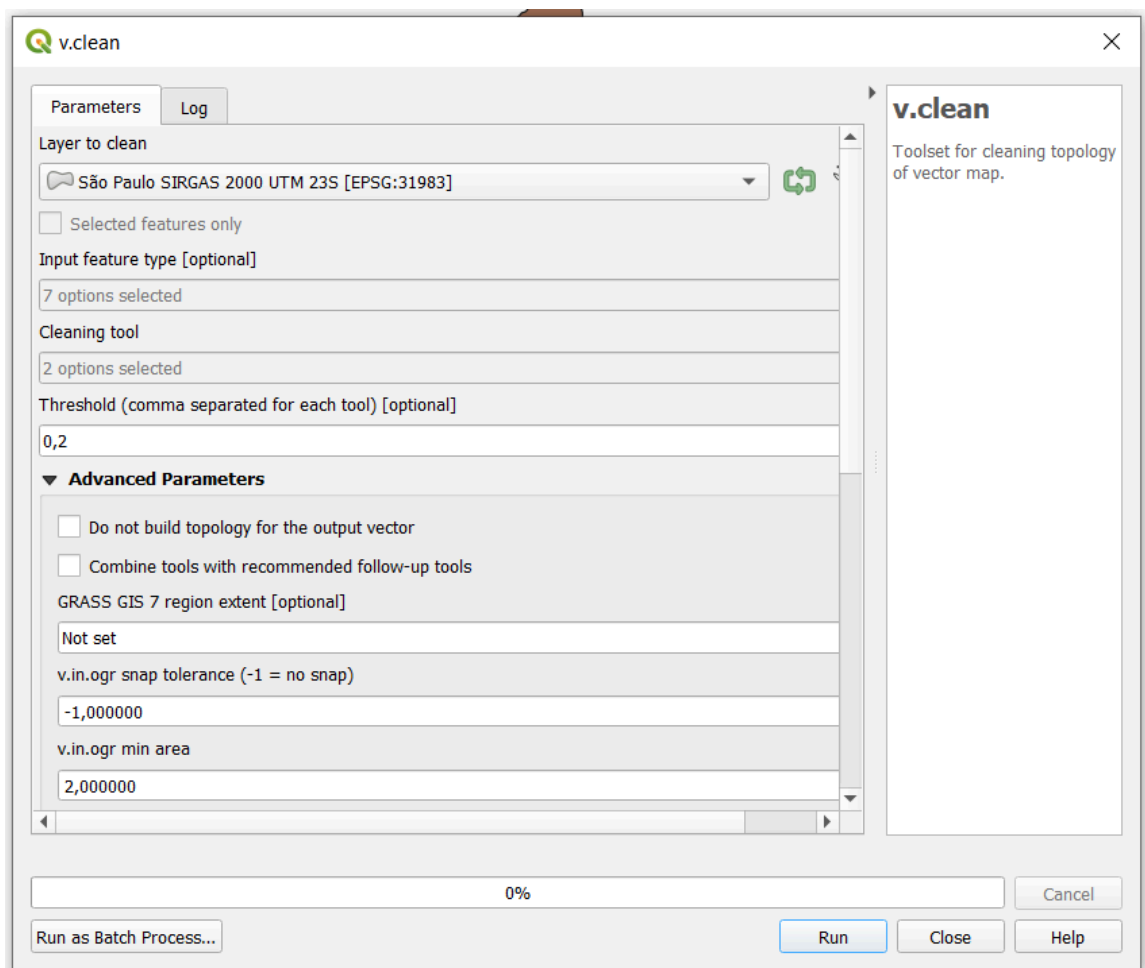


Figura 11 - Opções na “v.clean”



12. pós configurar as opções clique em **run** que a janela fechará e voltará para a janela principal de configuração do **v.clean**, role para baixo e altere as opções **“Cleaned”**, clicando nos três pontos (...) ao lado da caixa de texto, em seguida em **“Save to a temporary file”**.
13. Depois de salvar em um arquivo temporário no passo anterior note que serão exportados dois arquivos, um **“Cleaned”** contendo o município de São Paulo

limpo e outro **“Errors”** contendo os erros excluídos (esse arquivo pode ser deletado, pois não será utilizado). Para salvar o *shapefile* do município corrigido clique com o botão direito do mouse no layer **“Cleaned”**, vá em **“Export”** e **“Save features As...”**, na janela que vai se abrir, garanta que o arquivo será exportado em **ESRI shapefile** e no CRS **“SIRGAS 2000 UTM 23S”**, salve o arquivo na pasta com os dados desse laboratório.

14. Em seguida, **execute o passo 6 novamente**, mas agora coloque como camada de sobreposição o município de São Paulo corrigido que acabou de salvar (Figura 12). Note que ocorrerá um novo erro de geometria, mas agora é com a camada de Zonas e o arquivo de saída não terá todas as zonas de São Paulo (Figura 13). Agora volte e execute dos passos 7 ao 13 com o arquivo de zonas (não esqueça de fazer com o arquivo já salvo em EPSG 31983) - ver Figura 14. Note que ao executar a função *v.clean*, para este segundo dado vetorial, o resultado de erros produzirá uma camada vetorial dos Erros. Você pode abrir a tabela de atributos e dar zoom nos registros presentes para verificar quais foram os dados “removidos” pelo algoritmo.

Figura 12 - Configuração do novo clip

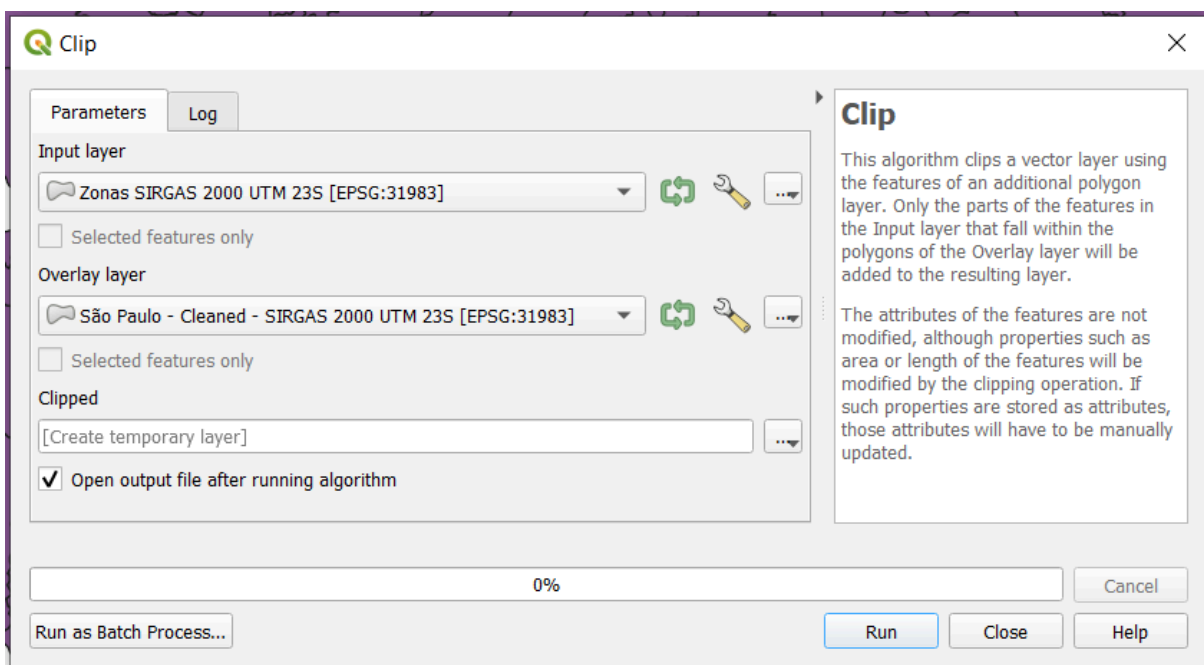


Figura 13 - Recorte incorreto devido a erros de geometria

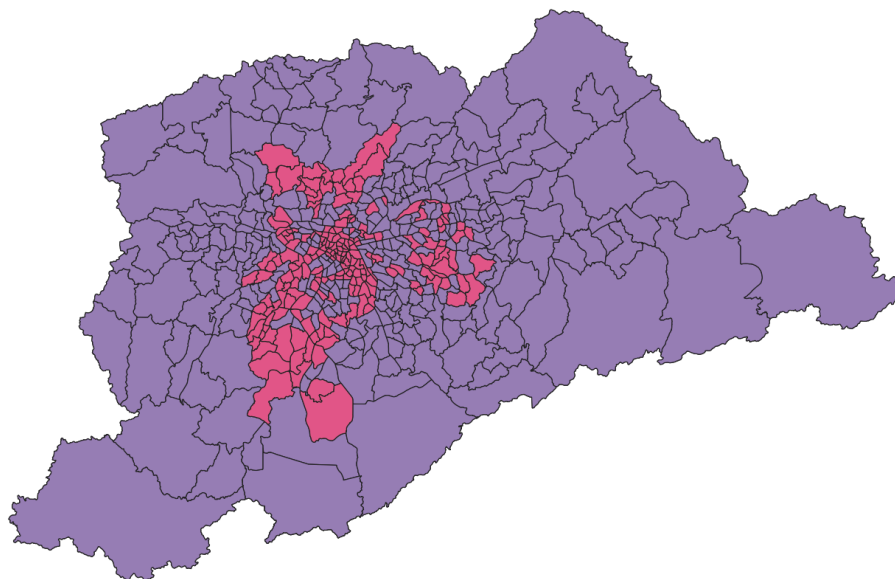
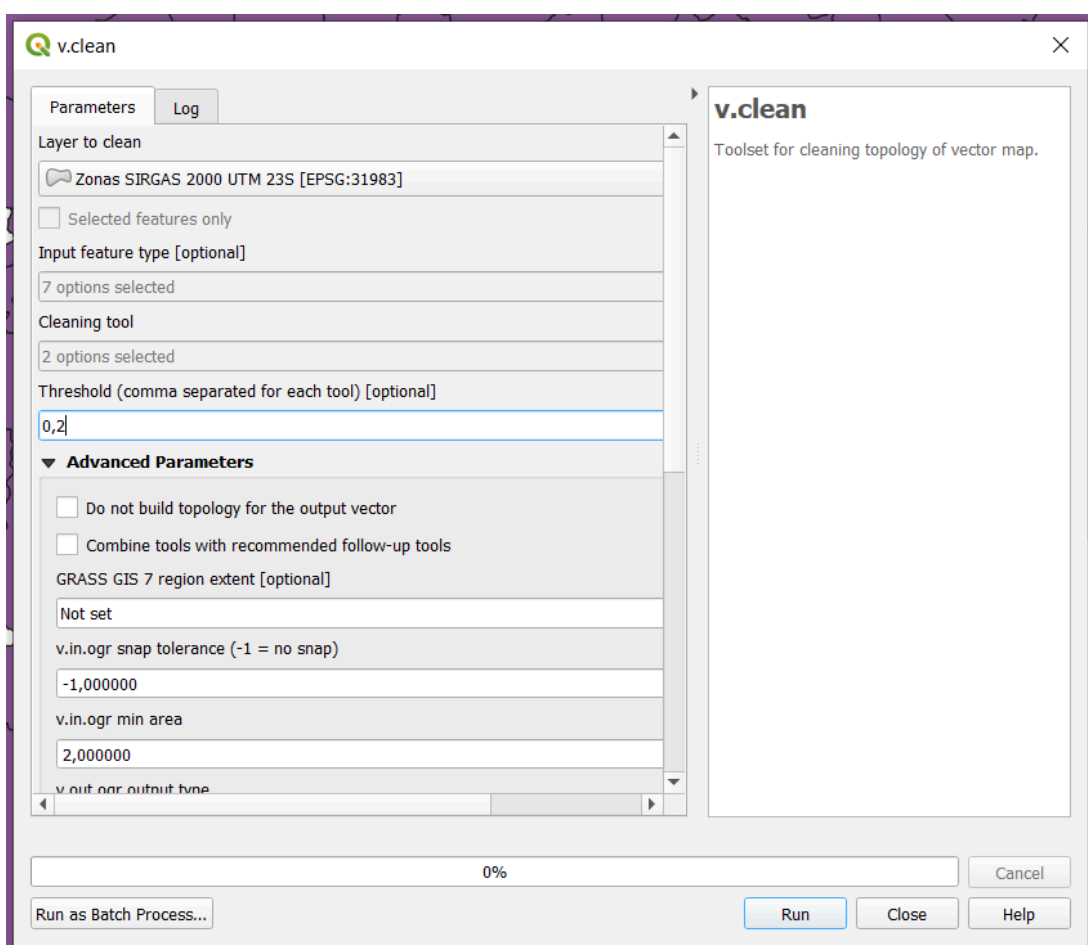


Figura 14 - Configuração do v.clean nas Zonas OD



15. Em seguida, **execute o passo 6 novamente**, mas agora coloque como

camada de sobreposição o shapefile do município de São Paulo corrigido que acabou de salvar e como camada de entrada o shapefile das zonas OD corrigido (Figura 15). Agora funcionou, salve o arquivo temporário *clipped*. Note a diferença da Figura 13 com erro para a Figura 16 corrigida.

Figura 15 - Configuração do Clip final

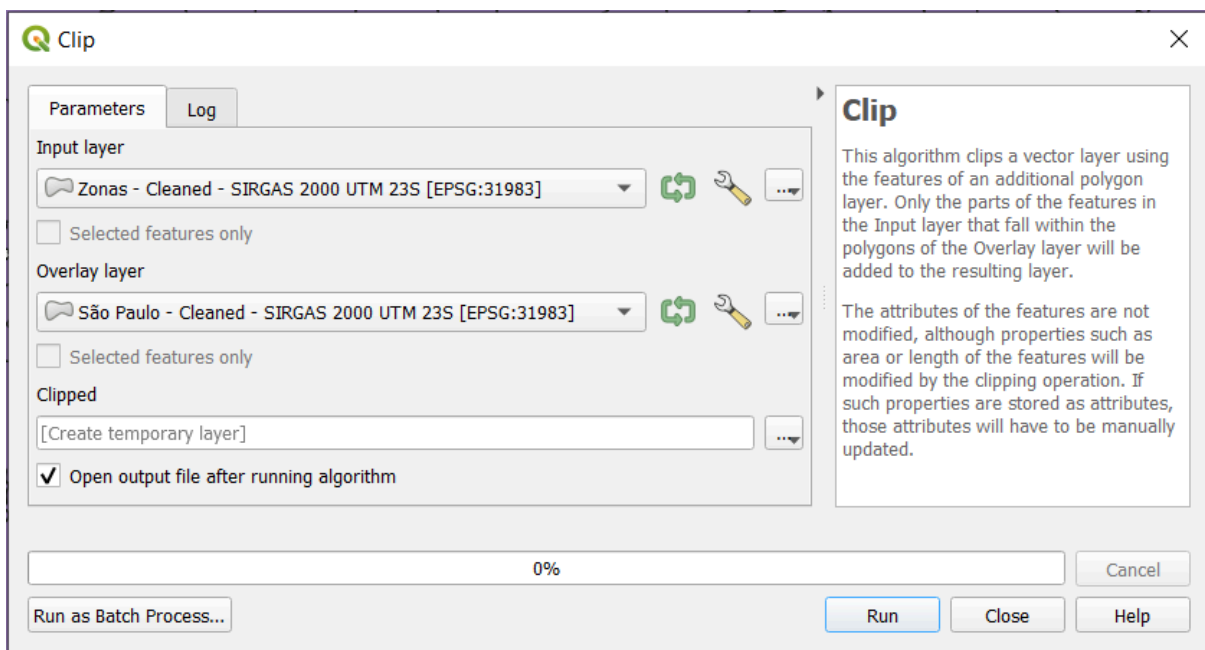
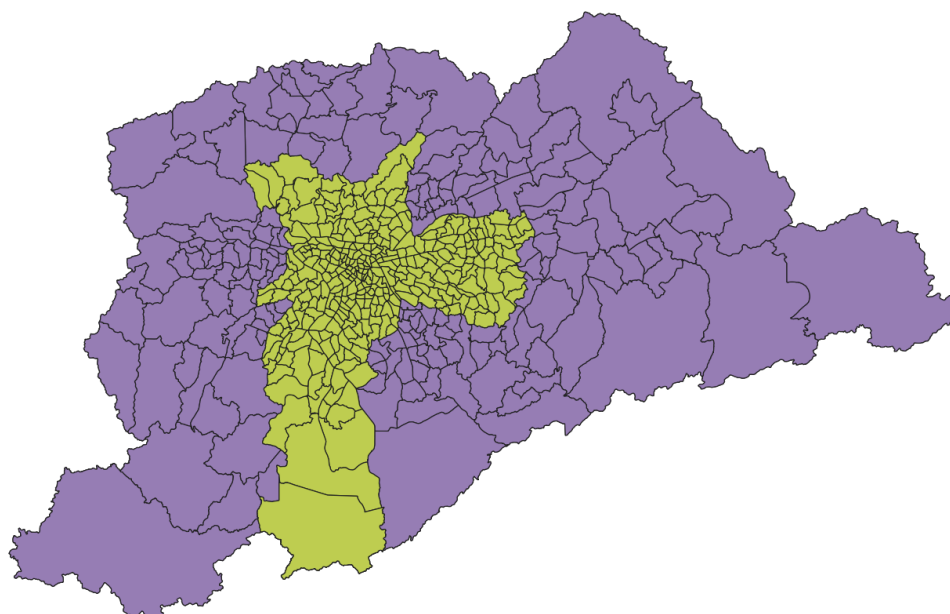


Figura 16 - Recorte das zonas depois de todas as correções



Para saber mais sobre o v.clean consulte o apêndice.

3.4 Inserção de dado externo e fazendo cálculo

Agora vamos fazer a inserção da **Tabela Dados Gerais OD** como .csv.

16. O arquivo deve ser salvo **Tabela Dados Gerais OD** deve ser salvo como **.csv** (**separado por vírgula**), pois o QGIS não consegue lidar com as fórmulas dentro de um arquivo do tipo .x/sx. Não se deve utilizar aspas para *strings* e deve ser tomado cuidado com a escolha do **separador de decimais** (ponto ou vírgula) para quando for importar o arquivo para o QGIS (se o sistema operacional estiver em português, pode ser que o padrão para separação do decimal seja vírgula).
17. Com o arquivo .csv criado, basta abrir o “**Data Source Manager**” do QGIS na seção **Delimited Text**, selecionando o arquivo a partir do “**File Name**”, em “**File Format**” selecionar o tipo de separador de campos com o qual o arquivo foi salvo, selecionar a opção **No Geometry** em **Geometry Definition**, selecionar a opção **UTF-8** em “**Encoding**” para que acentos e caracteres possam ser aceitos - Figura 17. Na figura não está selecionada a opção **Decimal separator is comma**, pois isso depende de como o excel de seu computador está configurado para exportar, caso a vírgula seja seu separador decimal, marque essa opção. Como o excel não pergunta, caso esteja utilizando o excel vale verificar antes de importar qual é o separador abrindo o arquivo .csv com o programa NotePad - o separador decimal exportado pode ser ponto também. Ao clicar em “**Add**”, o *layer* com os dados será adicionado.
18. Após a importação, deve ser checado se os campos foram importados com os tipos de dados adequados. Isso pode ser feito a partir das propriedades do *layer*, utilizando o botão direito sobre o nome do *layer* e clicando em “**Properties**”, ou efetuando duplo clique sobre o nome do *layer* na lista. Na janela de propriedades, você pode acessar a seção *Fields* ou a seção “**Information**”(Figura 18). Note que os valores mostrados no campo são “**Sample data**” (Figura 17) são inteiros. Caso os seus dados sejam decimais, em **Type** deve estar marcado “**Double**” em vez de “**Integer**” - Figura 18.1. Caso seus dados apareçam como “**string**” não será possível realizar operações matemáticas, reinsira os dados com os parâmetros corretos para que eles fiquem como números inteiros ou decimais.

Figura 17 - Configuração da importação da tabela em CSV

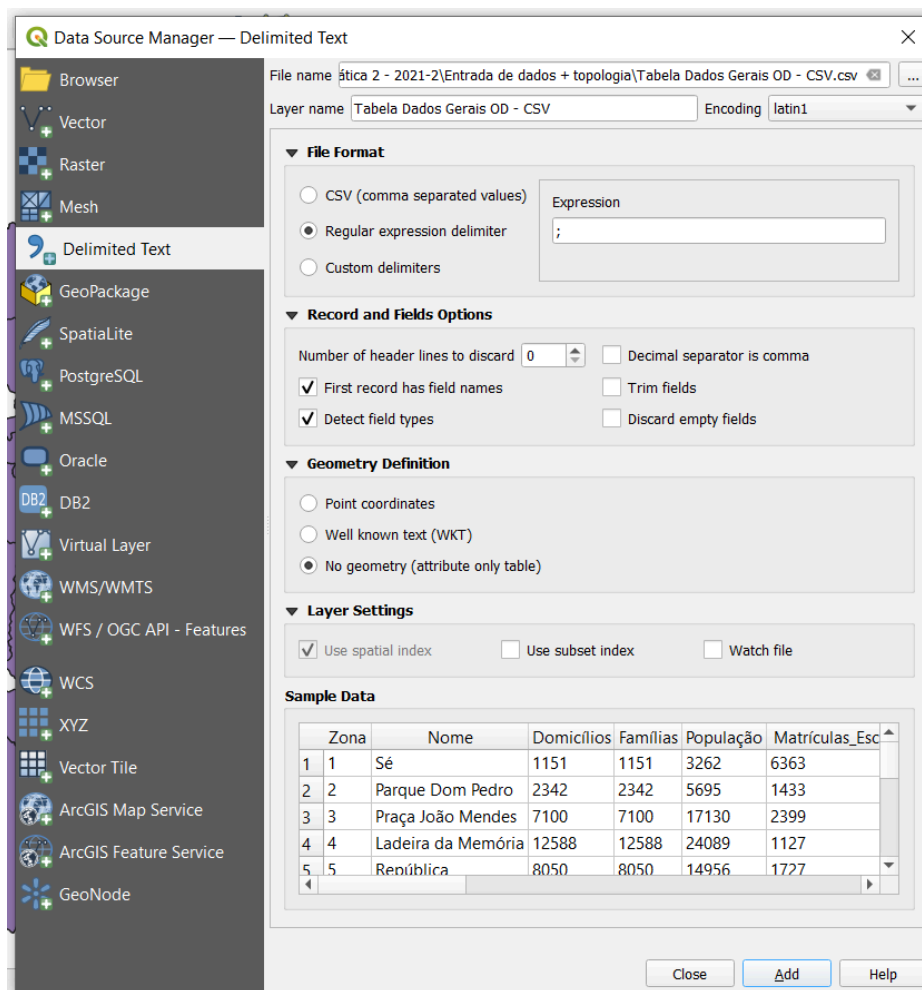


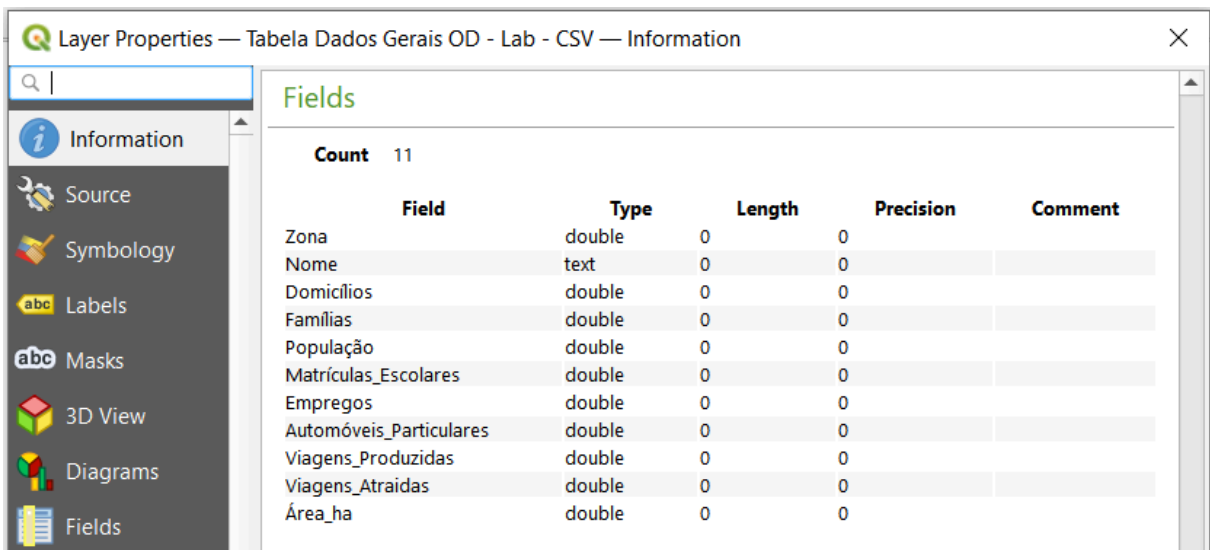
Figura 18 - Tipos de dados reconhecidos - Dados inteiros

Layer Properties — Tabela Dados Gerais OD - CSV — Information

Count: 11

Field	Type	Length	Precision	Comment
Zona	integer	0	0	
Nome	text	0	0	
Domicílios	integer	0	0	
Famílias	integer	0	0	
População	integer	0	0	
Matrículas_Escolares	integer	0	0	
Empregos	integer	0	0	
Automóveis_Particulares	integer	0	0	
Viagens_Produzidas	integer	0	0	
Viagens_Atraídas	integer	0	0	
Área_ha	integer	0	0	

Figura 18.1 - Tipos de dados reconhecidos - Dados decimais **“Double”**

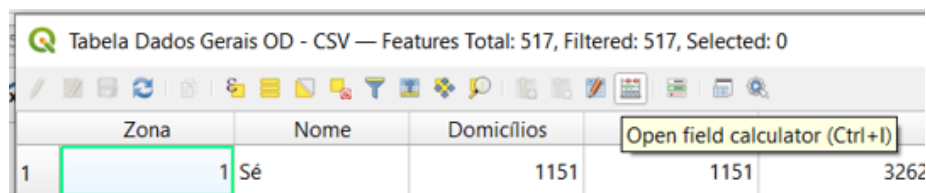


Field	Type	Length	Precision	Comment
Zona	double	0	0	
Nome	text	0	0	
Domicílios	double	0	0	
Famílias	double	0	0	
População	double	0	0	
Matrículas_Escolares	double	0	0	
Empregos	double	0	0	
Automóveis_Particulares	double	0	0	
Viagens_Produzidas	double	0	0	
Viagens_Atraídas	double	0	0	
Área_ha	double	0	0	

19. Uma análise muito importante ao se olhar a Pesquisa OD é saber quais áreas tendem a ser geradoras de viagem (origem) e quais tendem a receber viagens (destino). Para termos ideia disso, vamos olhar para a tendência de movimento pendular devido a quantidade de empregos por pessoa de uma zona. Se a zona tiver mais de 1 emprego por pessoa, pode ser destino de viagens diárias, se tiver menos de 1 emprego por pessoa a zona pode ser dormitório, gerando viagens diárias. Para saber isso, vamos fazer uma conta usando os dados da tabela de atributos, para isso selecione o layer CSV que foi importado e aperte F6 ou clique com o botão direito e vá em **“Open attribute table”**, lá selecione o comando **“Open Field Calculator”** (Figura 19) e crie a expressão **“Empregos”/“População”** (Figura 20), de ok e veja que será adicionada uma coluna a mais na tabela. Nessa etapa vários erros podem acontecer:

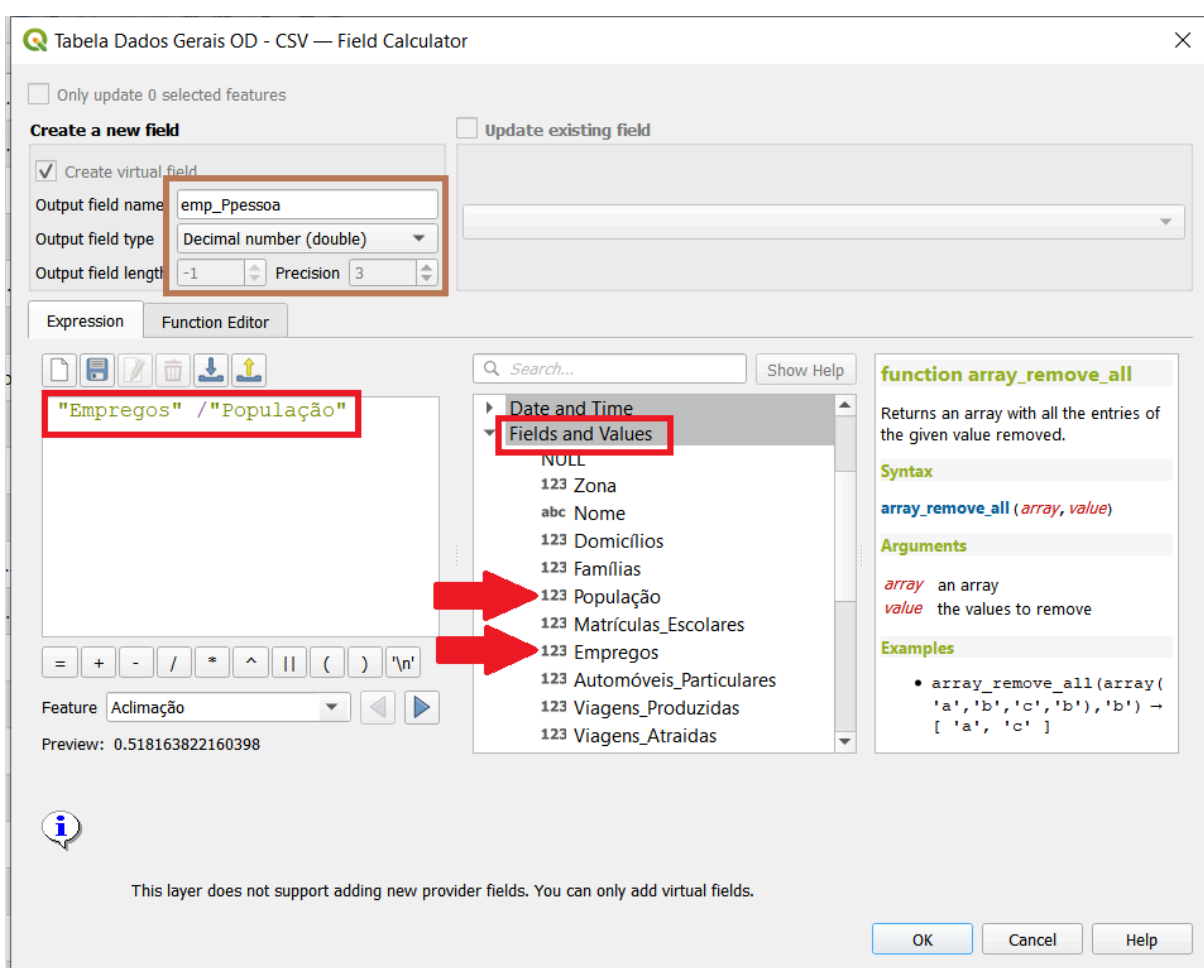
- Se os dados importados no passo 18 não forem números volte e confira se os valores são do tipo **double** ou **integer**.
- Se o título do campo “População” foi importado corretamente, com til e cedilha, para ver isso consulte o no campo **Search** todos os campos, funções, operações que podem ser utilizadas, basta dar dois cliques sobre o que deseja inserir e o valor vai aparecer na expressão.

Figura 19 - “Open Field calculator”



	Zona	Nome	Domicílios	
1	1	Sé	1151	1151

Figura 20 - Cálculo de empregos por pessoa



Only update 0 selected features

☒ Create a new field

Output field name: emp_Pessoa

Output field type: Decimal number (double)

Output field length: -1 Precision 3

Expression: "Empregos" / "População"

Function Editor: Fields and Values

Feature: Aclimação

Preview: 0.518163822160398

This layer does not support adding new provider fields. You can only add virtual fields.

OK Cancel Help

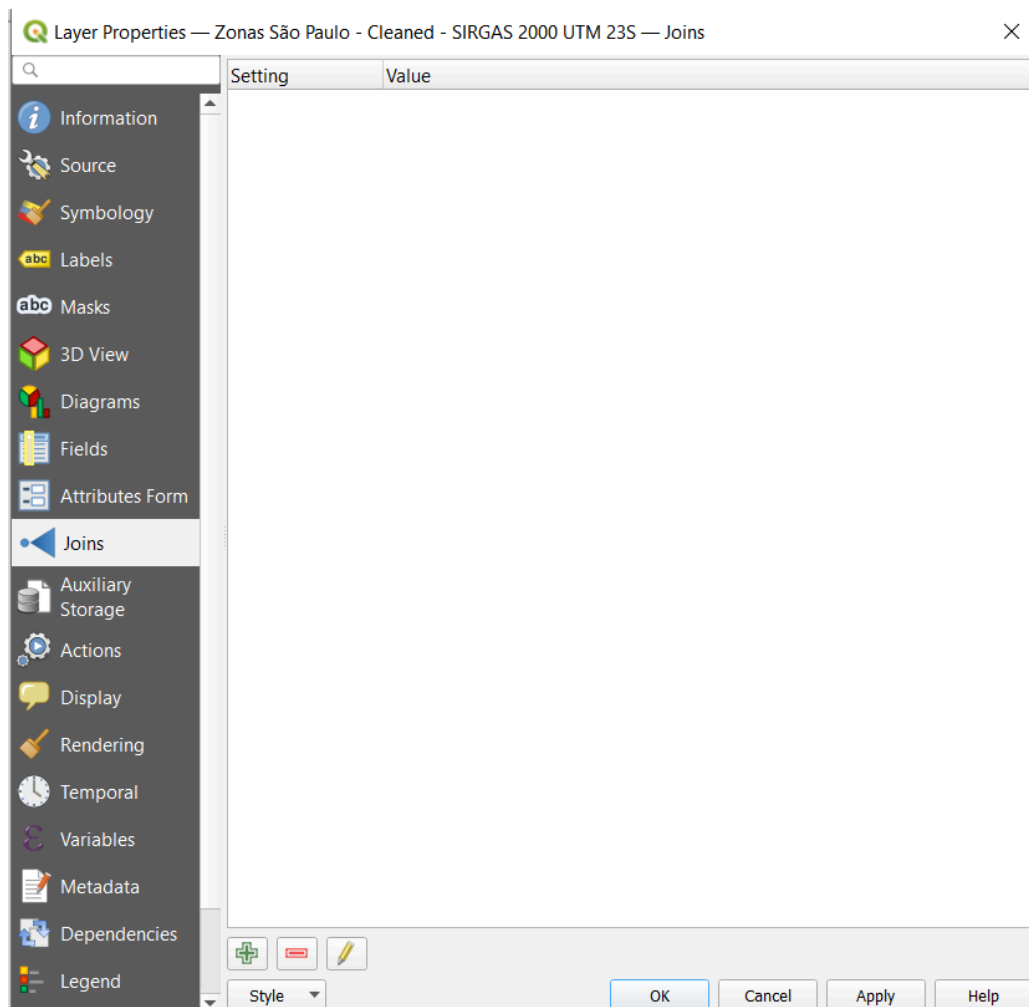
3.5 Join

Agora uniremos a **Tabela Dados Gerais OD - CSV** já com o dado calculado o *shapefile* das zonas OD recortadas para o município de São Paulo. Note que na tabela a coluna (atributo) “**Zona**” tem todas as zonas OD da RMSP, mas queremos

filtrar apenas as de São Paulo. Agora, no *shapefile* recortado das zonas OD do município de São Paulo vemos o atributo “**NumeroZona**” que são somente as zonas recortadas.

20. Para efetuar o *join*, o **shapefile dos dados**, acesse as propriedades do shp de zonas OD de São Paulo. Na janela de **Layer Properties**, do lado esquerdo, a opção “**Joins**” deve ser escolhida - Figura 21.

Figura 21 - Painel para adicionar uma condição de *Join*.



21. Em seguida, no painel do lado direito, o **símbolo de adição (na cor verde)** na parte inferior deve ser acionado para acrescentar uma condição de *join*. Nessa nova condição (Figura 22), em “**Join layer**” o layer com o qual se deseja fazer o *join* deve ser adicionado. Em “**Join field**” o campo que deve ser vinculado na tabela com a qual se deseja efetuar o *join* deve ser ajustado. Finalmente em “**Target field**”, o campo para comparação da tabela que receberá os dados do *join* é selecionado. Na coluna “**Join field**” clique em “**Zona**”, já na “**Target Field**” selecione o “**ZumeroZona**”. Tal escolha das

colunas se deve ao fato de ambas terem os mesmos valores. Em “**Custom Field Name Prefix**”, opcionalmente, um prefixo pode ser configurado para ser adicionado ao nome dos campos que serão juntados ao *shapefile*. O padrão pode ser deixado, mas é recomendável que um identificador curto seja adicionado. Basta clicar em “**OK**” e o *join* será criado (Figura 23). Deve ser clicado em “**OK**” novamente, para adicionar os dados à tabela de atributos do *shapefile*.

Figura 22 - Configuração do *join*

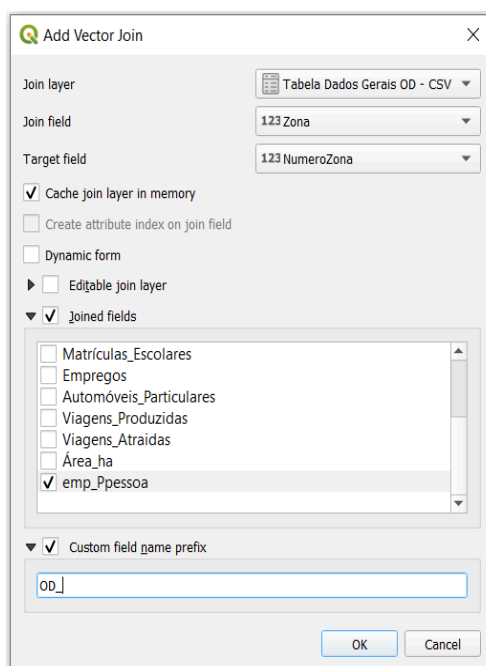
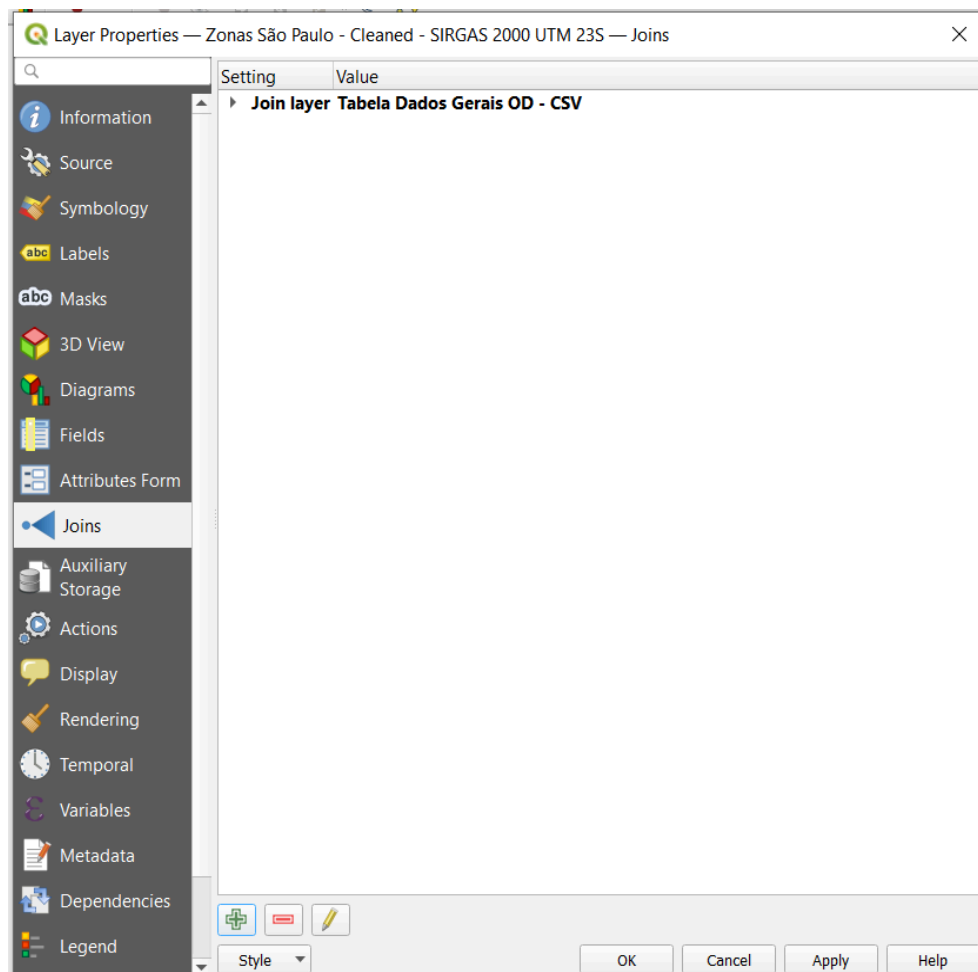


Figura 23 - Aparência final da janela, após a criação de uma condição para o *Join*.



22. Até aqui, os dados do **join** estão em memória, para salvá-los de forma definitiva, **o layer do shapefile deve ser exportado**. Agora aparecerá uma coluna a mais na tabela (Figura 24).

Figura 24 - Tabela de atributos com Join.

Zonas São Paulo - Cleaned - SIRGAS 2000 UTM 23S — Features Total: 373, Filtered: 373, Selected: 23									
fid	cat	NumeroZona	NomeZona	NumeroMuni	NomeMunici	NumDistrit	NomeDistri	Area_ha_2	OD_emp_Pessoa
1	2	1	1 Sé	36	São Paulo	80	Sé	57,1000000000...	22,0269773145...

3.5 Mapas coropléticos

23. A criação de um mapa coroplético é bem simples e direta no QGIS. Basta acessar **as propriedades do layer** onde está a variável de interesse e selecionar a seção chamada **“Symbology”** do lado esquerdo da janela - Figura 25. Nessa mesma janela, na parte superior, o tipo de símbolo deve ser escolhido como **“Graduated”** e o atributo de interesse para diferenciar as áreas no mapa deve ser selecionado em **“Value”**. **“Precision”** serve para

ajustar o número de decimais dos valores e pode ser ajustado conforme desejado. Em “**Legend format**”, pode ser deixado o padrão, que é mostrar limites inferiores (%1) e superiores (%2) das classes na legenda. Em “**Color ramp**”, a cor desejada pode ser configurada. Finalmente, na parte inferior, “**Mode**” pode ser ajustado para se escolher o tipo de divisão que melhor se adequa aos seus dados. Em “**Classes**” você define a quantas divisões serão feitas - 2 no nosso caso. Caso as classes não sejam calculadas automaticamente quando “**Mode**” for alterado, deve-se clicar no botão “**Classify**” após a alteração feita em “**Mode**”. Agora, no nosso caso, não queremos usar as classes automáticas, e uma forma de alterar os intervalos manualmente é dar 2 cliques sobre cada um dos campos “**Values**” de cada classe criada e colocar de 0 a 1 para a primeira, e de 1 ao máximo para a segunda - a alteração de legenda é similar. Após feitas as configurações (Figura 25), basta clicar no botão de “**OK**” para modificar o mapa. Veja que o resultado da Figura 26 apresenta alguns “buracos” sem classificação, isso por que algumas zonas realmente não existem dados, população morando ou empregos, como a zona 339 “Cidade Universitária” que tem 0 população pela tabela, então no cálculo o resultado aparece como “**NULL**”.

24. Para a escolha das cores: <https://colorbrewer2.org>

Figura 25 - Configuração da simbologia

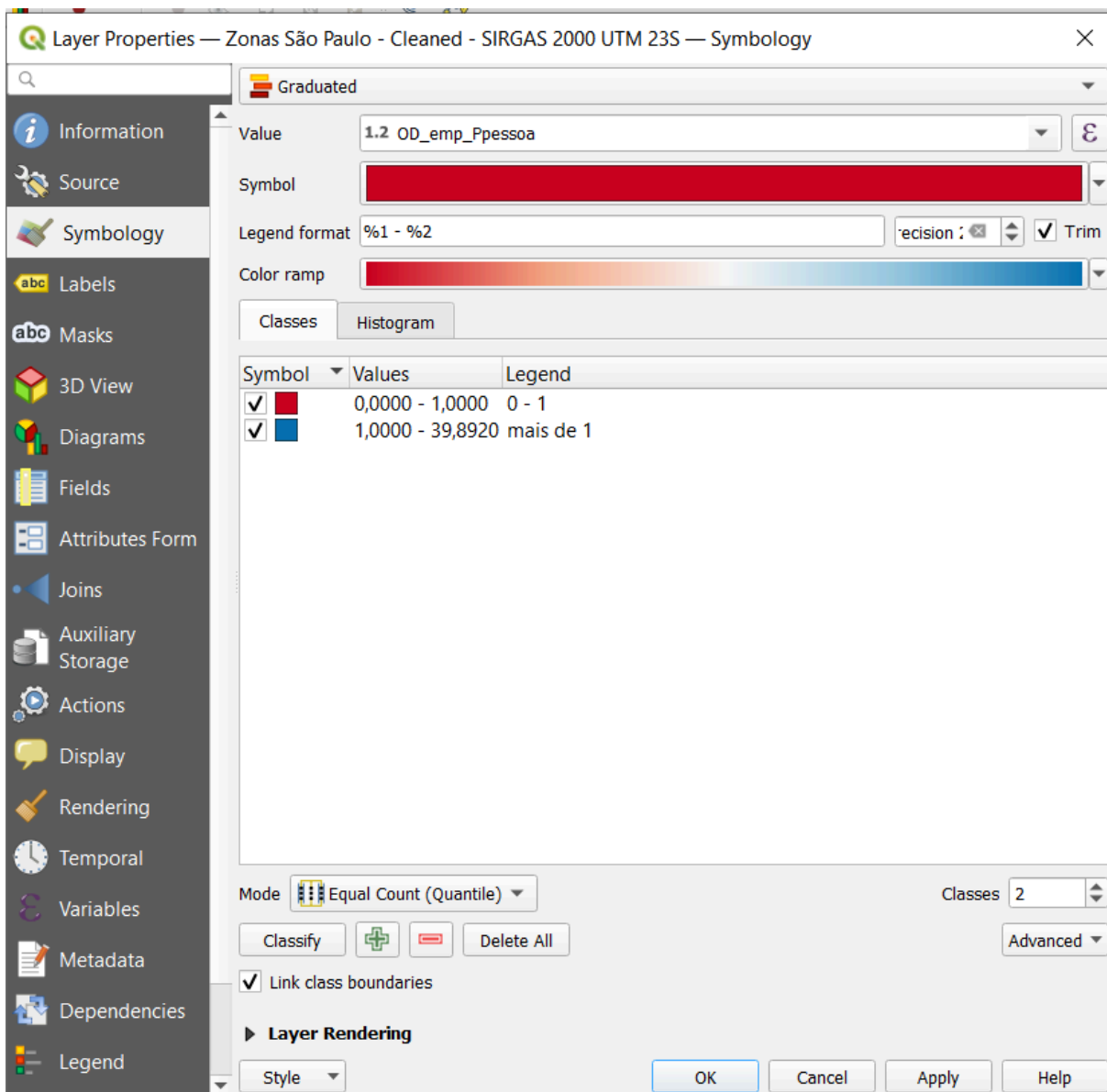
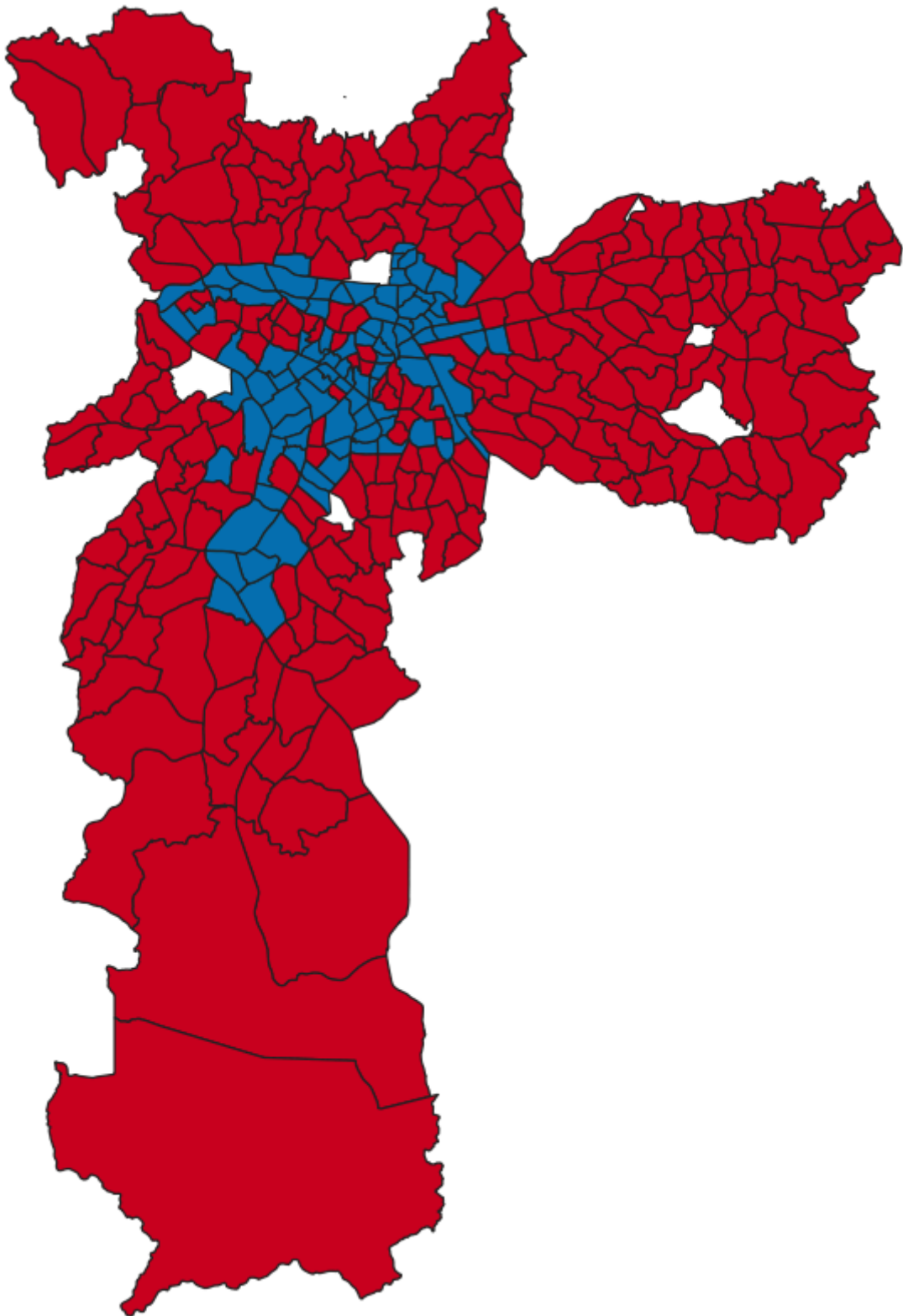


Figura 26 - Resultado Final



5 Indo Além

Selecione outras variáveis da Pesquisa OD, ou de outros mapas disponíveis no GeoSampa e faça novos mapas coropléticos para avançar em seu trabalho prático. Explore os diferentes tipos de classificação em especial por Quantis e Natural Breaks.

4 Conclusões

Neste laboratório foram demonstradas algumas ferramentas do QGIS que tratam erros de topologia em arquivos vetoriais. Embora a ferramenta apresente uma forma de correção automática, não necessariamente é a melhor solução, portanto algum nível de intervenção humana pode ser necessário para tornar a correção mais apropriada aos trabalhos que serão feitos. Também foi introduzido como se vincular duas tabelas no QGIS (*join*), além de ser demonstrada a possibilidade de se efetuar cálculos sobre uma nova tabela fora do QGIS, com o exemplo de um aplicativo de planilha eletrônica e depois incorporar esses dados ao *shapefile* de estudo. Finalmente, a construção de um mapa coroplético foi feita, atividade que pode ser útil tanto nas fases de início de estudo dos dados (análise exploratória dos dados), quanto na apresentação de resultados para avaliação visual.

6 Referências bibliográficas

DA SILVA, D. A. Algoritmo para corrigir a sobreposição entre polígonos no cadastro ambiental rural: estudo de caso na microrregião de Joaçaba, SC. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas Agrícolas e Naturais) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/216565/PEAN0024-D.pdf>.

Acesso em: 22 abr. 2021.

GRASS. GRASS GIS 7.8.6dev Reference Manual, 2021a. Vector commands manual: v.clean. Disponível em:

<https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/v.clean.html>. Acesso em: 22 abr. 2021.

GRASS. GRASS GIS 7.8.6dev Reference Manual, 2021b. Vector commands manual: v.clean. Disponível em:

<https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/v.in.ogr.html>. Acesso em: 22 abr. 2021.

HUISMAN, Otto; DE BY, Rolf A. Principles of geographic information systems: an introductory textbook. ITC Educational Textbook Series, v. 1, 2009. cap. 2.

https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2009/general/principlesgis.pdf

LONGLEY, P. A. et al. Geographic information science and systems. John Wiley & Sons, 2015. cap. 7.

Apêndice

Outras funções podem ser usadas no **v.clean**. Em **“Threshold”**, valores para essas opções podem ser ajustados na sequência de seleção, pode-se deixar vazio como padrão e, caso necessário, testar com alguns valores. Em **“Advanced parameters”**, o valor de **“v.in.ogr snap tolerance”** pode ser ajustado para juntar vértices que estão dentro do limiar definido (o valor padrão de -1, desativa a opção). A opção **“v.in.ogr min area”** ajusta a área mínima que deve ser importada do layer de entrada em metros quadrados, devendo ser maior do que o quadrado do valor de **“v.in.ogr snap tolerance”**. Tenha certeza de checar em **“Cleaned”** a opção **“Open output file after running algorithm”**. Nas opções de **“Errors”**, logo abaixo de **“Cleaned”** desmarque o checkbox de **“Open output file after running algorithm”**. Clique em **“Run”** e aguarde até uma janela confirmando o fim da execução aparecer. O que ocorre por trás do processamento do **“v.clean”**, a partir do QGIS, é uma série de funções sendo executadas sobre os dados na sequência descrita abaixo, que cria uma saída topologicamente correta:

- ✓ **“g.proj”** é executada para modificar (neste caso ajustar) os arquivos de projeção da localização do que será processado;
- ✓ **“v.in.ogr”** é executada para importar os dados vetoriais no formato de dados vetorial do GRASS, usando a biblioteca OGR. Esse mapa vetorial do GRASS possui regras topológicas, diferentemente dos arquivos *shapefile*, e dessa forma durante sua criação a construção de dados com regras topológicas é executada. Os parâmetros de área mínima (*min_area*) e snap (GRASS, 2021b), podem ser ajustados para ajustar determinadas regras entre os polígonos importados. Basicamente, neste passo, os *overlaps* são ajustados;
- ✓ **“v.clean”** é executada sobre o mapa de vetores do GRASS recém criado, processando os parâmetros de limpeza de erros topológicos indicados, como no passo 25;
- ✓ Finalmente, **“v.out.ogr”** é a função responsável pelos dados de saída com os erros topológicos corrigidos. O formato padrão de saída é o GPKG, podendo ser alterado no campo **“Cleaned”**, salvando o arquivo

diretamente em disco e escolhendo um formato.

O uso da ferramenta “*v.clean*” foi estudado por DA SILVA (2020) e, entre as ponderações feitas, está o alerta de que a ferramenta efetua recortes nas áreas que estão sobrepostas, criando novos polígonos no shapefile de saída. Para uma correção mais apropriada, a depender do caso, pode ser necessário agrupar os polígonos que surgem com um dos que estavam sobrepostos.