



Bancos de Dados Geográficos

Curso de Verão - Geoinformática
28 de Janeiro de 2020

Consultas Espaciais e Métodos de Acesso Espacial

Gilberto Ribeiro de Queiroz

This work is licensed under a Creative Commons “Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported” license.



Carregando Dados PostGIS



Fonte Original: [IBGE](#)

Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Unidades Federativas do Brasil – 2018:

- uf_2018.cpg
- uf_2018.dbf
- uf_2018.prj
- uf_2018.shp
- uf_2018.shx

Tipo Geométrico: MultiPolygon

Número de Feições: 27

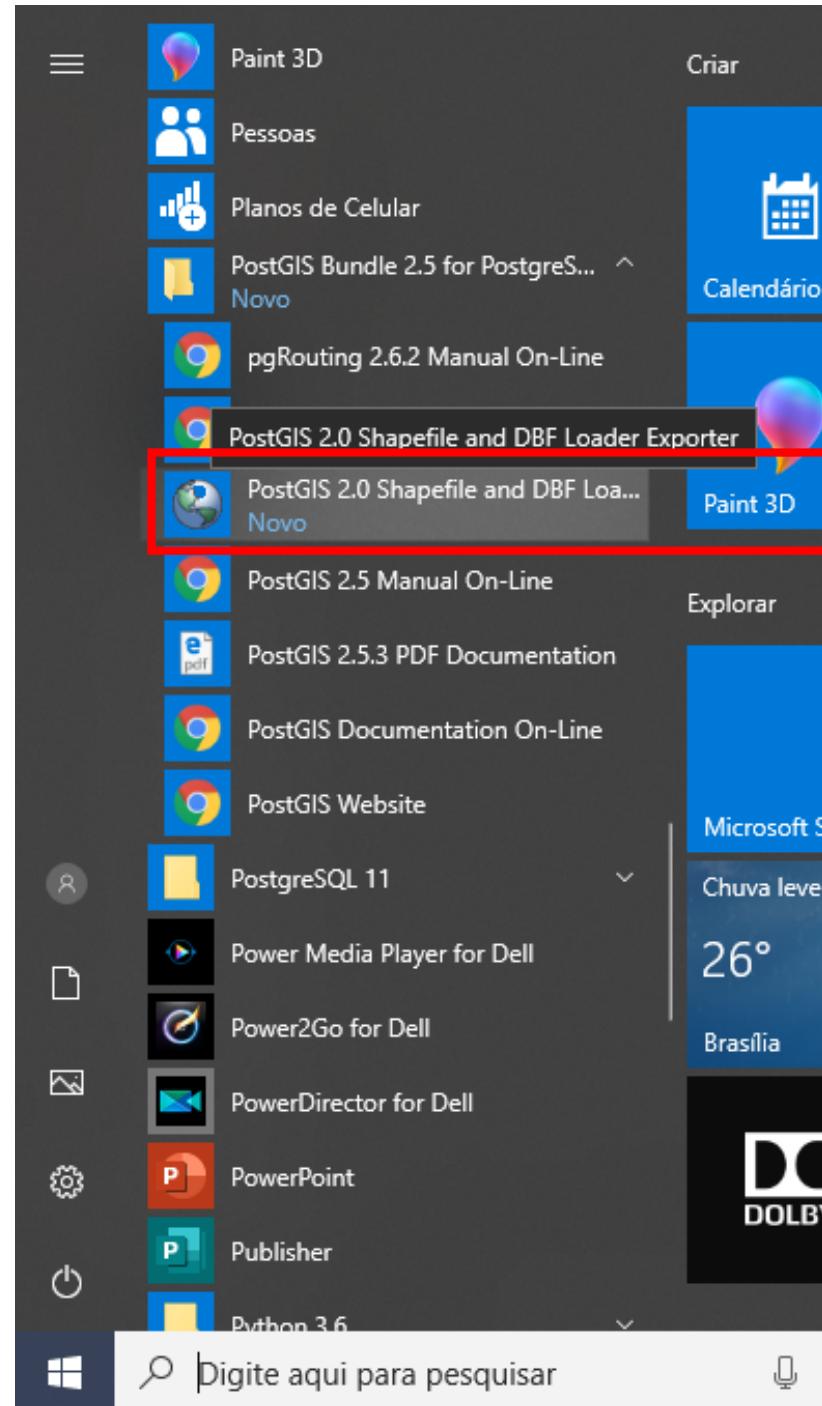
CRS: Lat/Long SIRGAS 2000

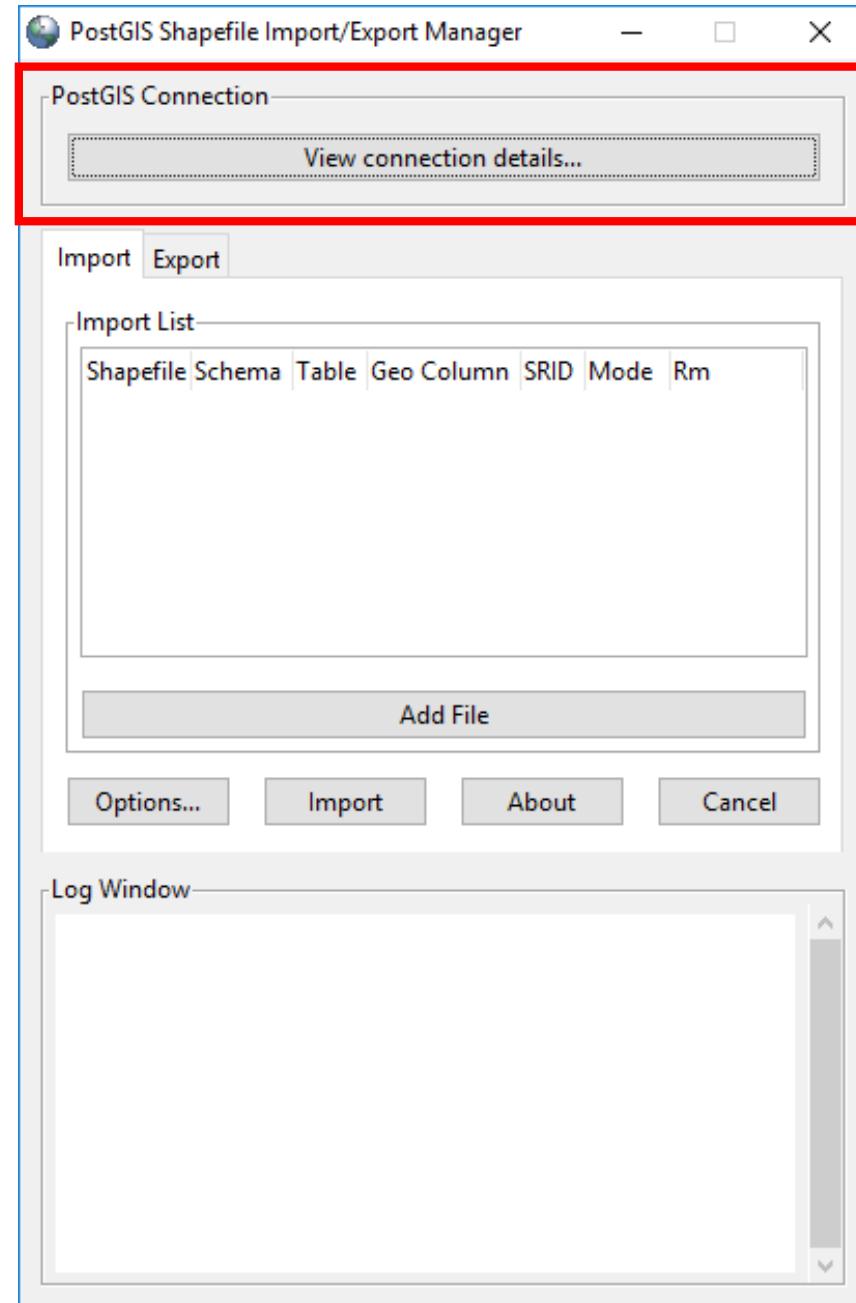
SRID: 4674

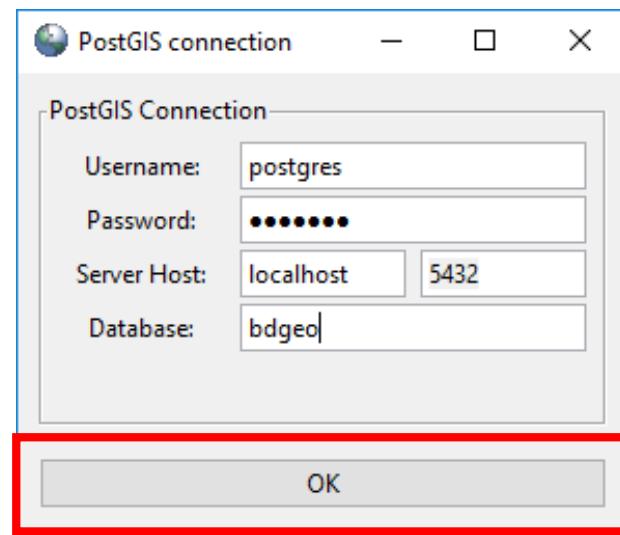
Codificação Caracteres: UTF-8

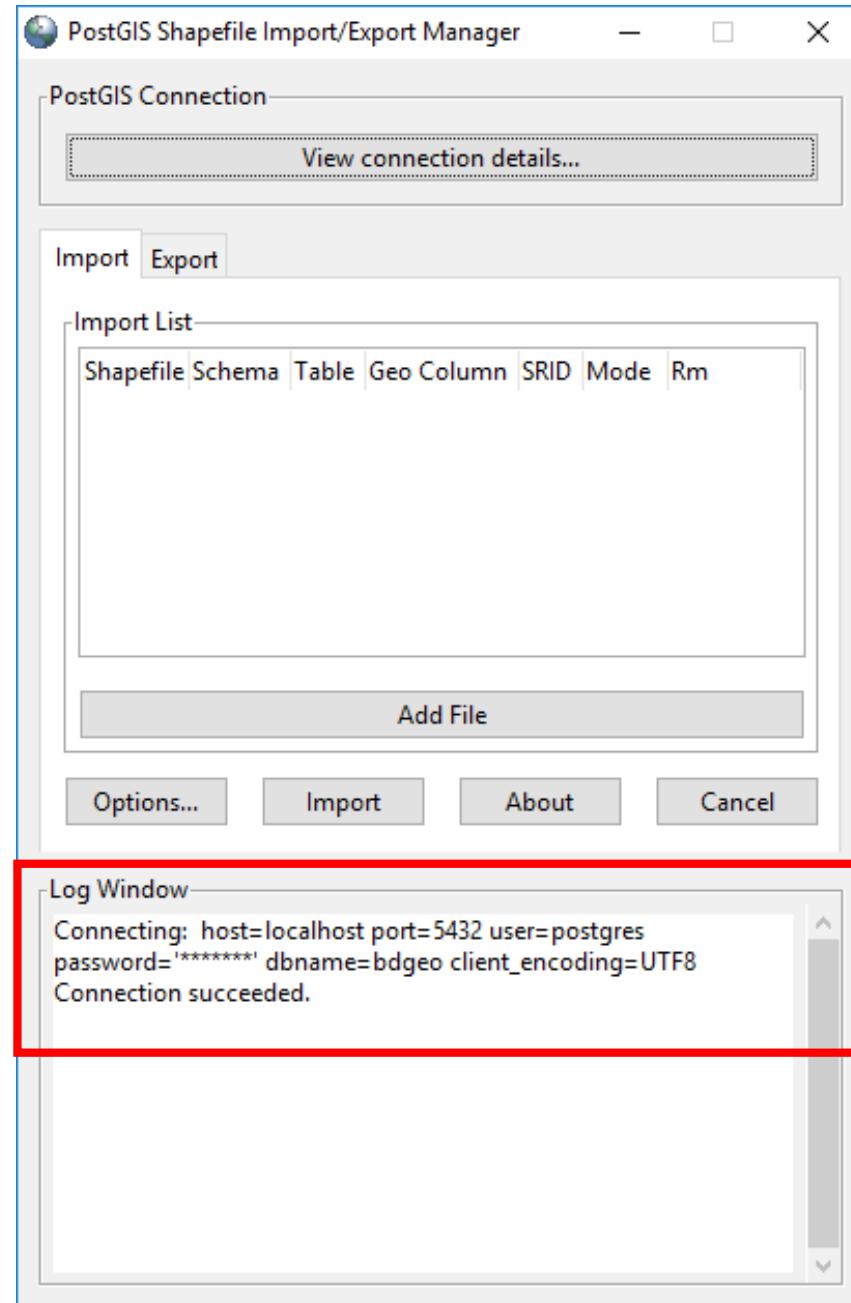
Nome Tabela: uf

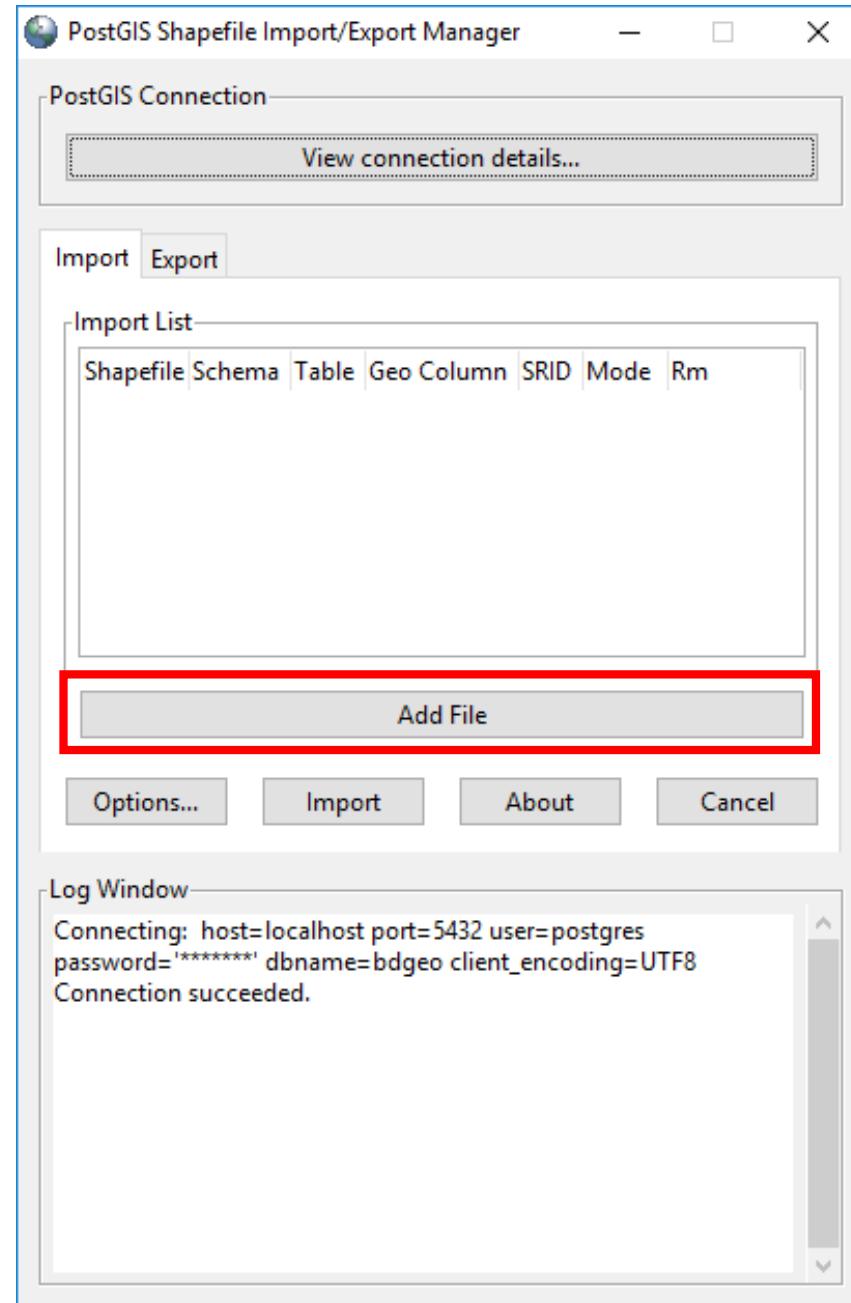
PostGIS Shapefile Import/Export Manager

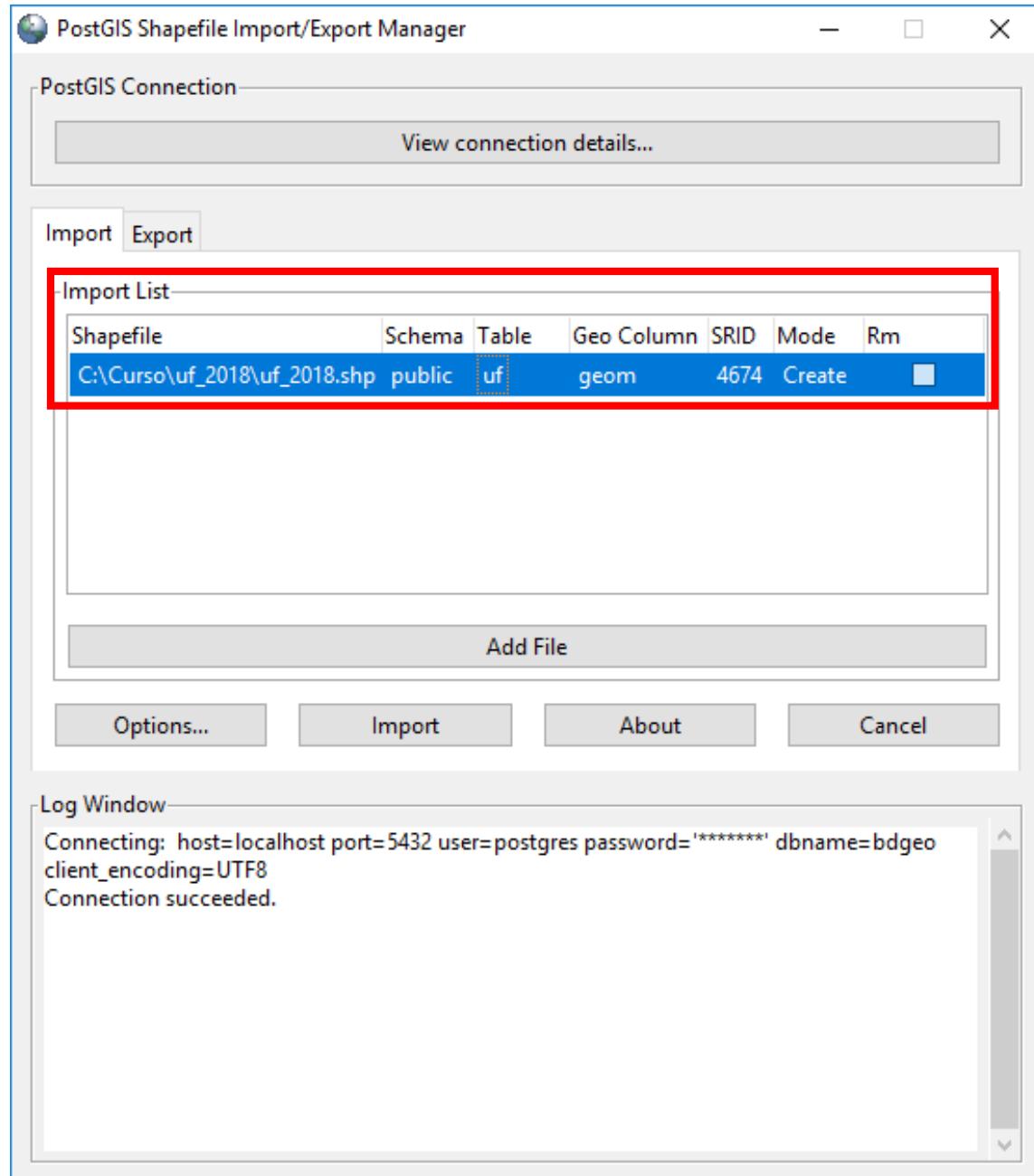


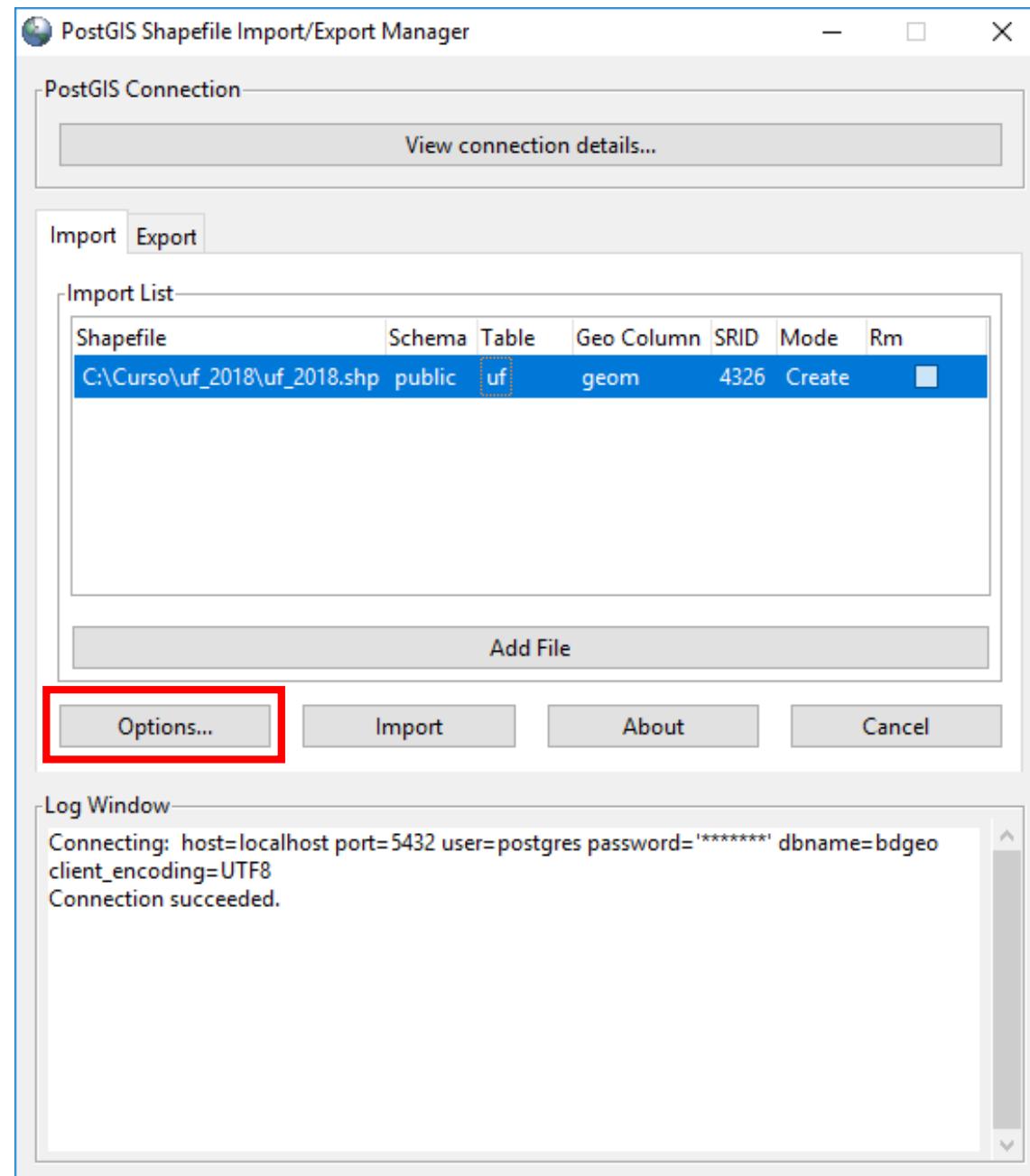


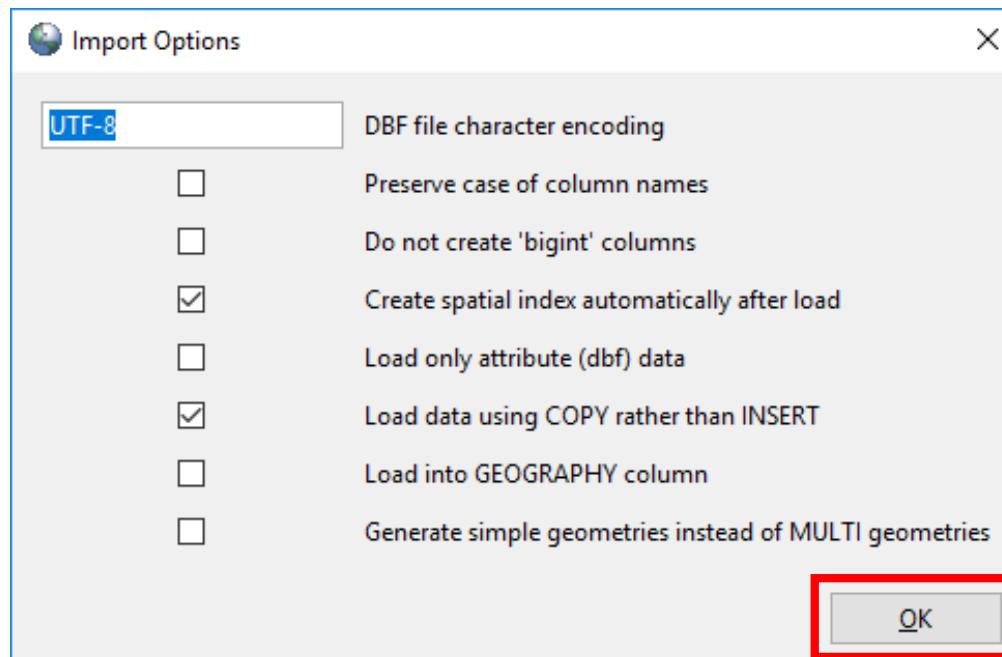


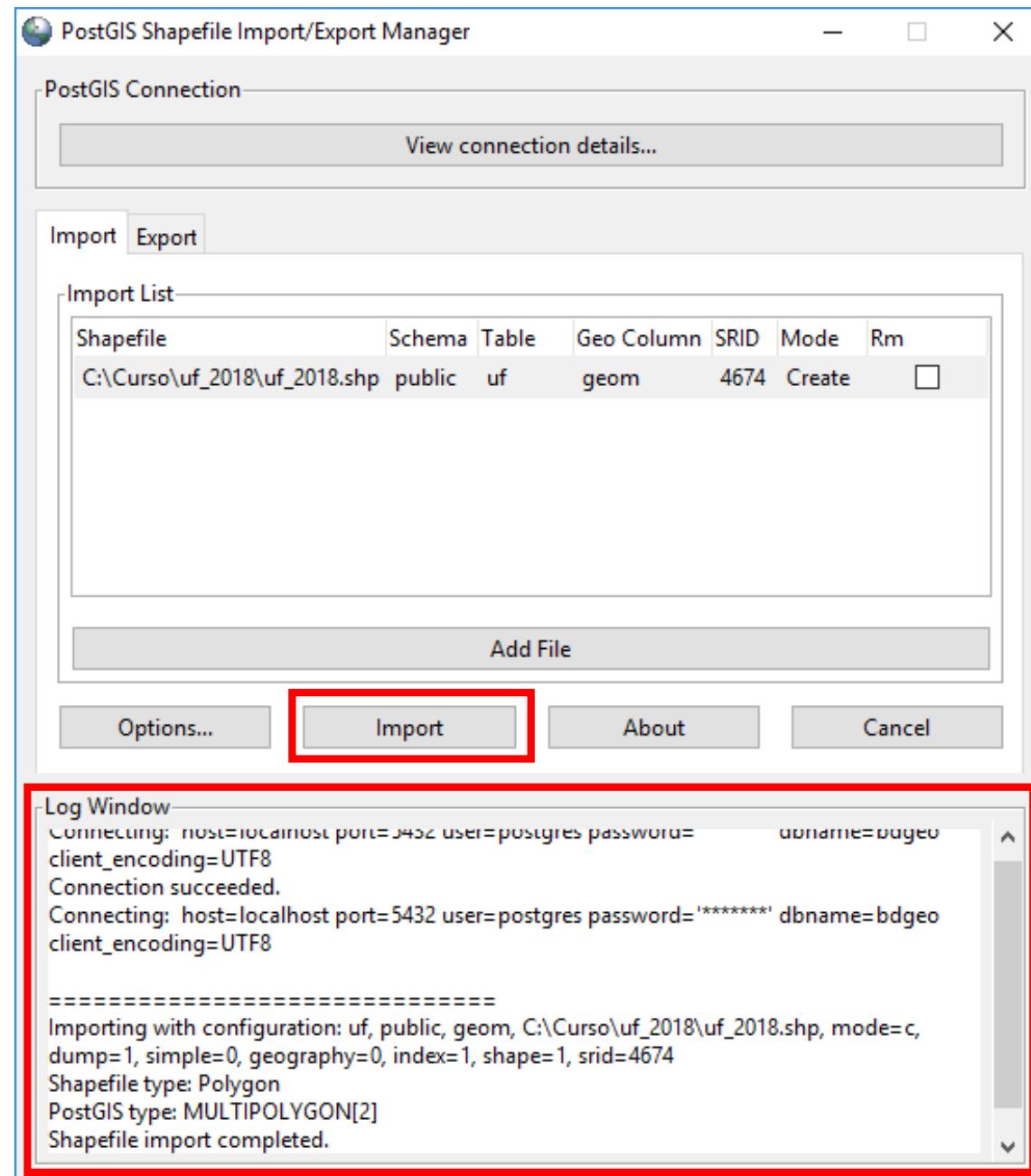








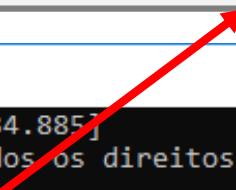




shp2pgsql

shp2pgsql

SET PATH=%PATH%;C:\Program Files\PostgreSQL\11\bin



```
Prompt de Comando
Microsoft Windows [versão 10.0.17134.885]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Users\gribeiro>SET PATH=%PATH%;C:\Program Files\PostgreSQL\11\bin

C:\Users\gribeiro>shp2pgsql
RELEASE: 2.5.3 (r17699)
USAGE: shp2pgsql [<options>] <shapefile> [[<schema>.]<table>]
OPTIONS:
  -s [<from>:]<srid> Set the SRID field. Defaults to 0.
    Optionally reprojects from given SRID (cannot be used with -D).
  (-d|a|c|p) These are mutually exclusive options:
    -d Drops the table, then recreates it and populates
      it with current shape file data.
    -a Appends shape file into current table, must be
      exactly the same table schema.
    -c Creates a new table and populates it, this is the
      default if you do not specify any options.
    -p Prepare mode, only creates the table.
  -g <geocolumn> Specify the name of the geometry/geography column
    (mostly useful in append mode).
  -D Use postgresql dump format (defaults to SQL insert statements).
  -e Execute each statement individually, do not use a transaction.
    Not compatible with -D.
  -G Use geography type (requires lon/lat data or -s to reproject).
  -k Keep postgresql identifiers case.
  -i Use int4 type for all integer dbf fields.
  -I Create a spatial index on the geocolumn.
  -m <filename> Specify a file containing a set of mappings of (long) column
    names to 10 character DBF column names. The content of the file is one or
```

shp2pgsql

```
Prompt de Comando
-m <filename> Specify a file containing a set of mappings of (long) column
    names to 10 character DBF column names. The content of the file is one or
    more lines of two names separated by white space and no trailing or
    leading space. For example:
        COLUMNNAME DBFFIELD1
        EVERYLONGCOLUMNNAME DBFFIELD2
-S Generate simple geometries instead of MULTI geometries.
-t <dimensionality> Force geometry to be one of '2D', '3DZ', '3DM', or '4D'
-w Output WKT instead of WKB. Note that this can result in
    coordinate drift.
-W <encoding> Specify the character encoding of Shape's
    attribute column. (default: "UTF-8")
-N <policy> NULL geometries handling policy (insert*,skip,abort).
-n Only import DBF file.
-T <tablespace> Specify the tablespace for the new table.
    Note that indexes will still use the default tablespace unless the
    -X flag is also used.
-X <tablespace> Specify the tablespace for the table's indexes.
    This applies to the primary key, and the spatial index if
    the -I flag is used.
-? Display this help screen.

An argument of '--' disables further option processing.
(useful for unusual file names starting with '-')
```

shp2pgsql + psql

```
shp2pgsql -c -g "geom" \
           -s 4674 -i -I \
           -t "2D" \
           -W UTF-8 uf_2018.shp \
           public.uf > uf.sql
```

```
psql -U postgres -h localhost -p 5432 \
      -d bdgeo -f uf.sql
```

QGIS

[Projeto](#) [Editar](#) [Exibir](#) [Camada](#) [Configurações](#) [Complementos](#) [Vetor](#) [Raster](#) [Banco de dados](#) [Web](#) [Processar](#) [Ajuda](#)

Navegador



Favoritos

- ▶ Início
- ▶ C:\
- ▶ D:\
- ▶ GeoPackage
- ▶ SpatiaLite
- ▶ PostGIS
- ▶ MSSQL
- ▶ Oracle
- ▶ DB2
- ▶ WMS/WMTS
- ▶ XYZ Tiles
- ▶ WCS
- ▶ WFS
- ▶ OWS
- ▶ ArcGisMapServer
- ▶ ArcGisFeatureServer
- * GeoNode

Projetos recentes

Camadas



Escreva para localizar (Ctrl+K)

Coordenada



Escala 1:29854291



Lupa 100%

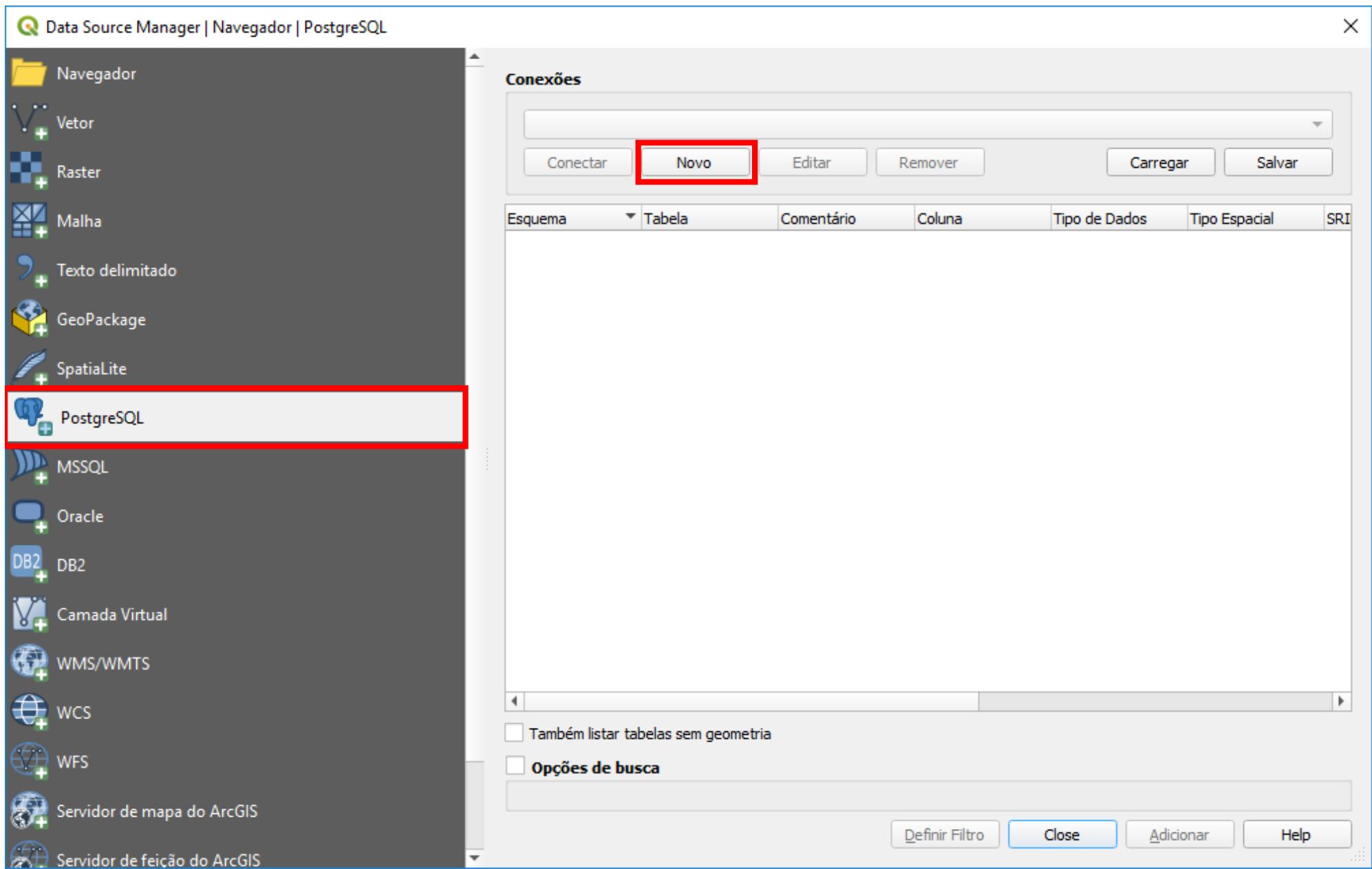


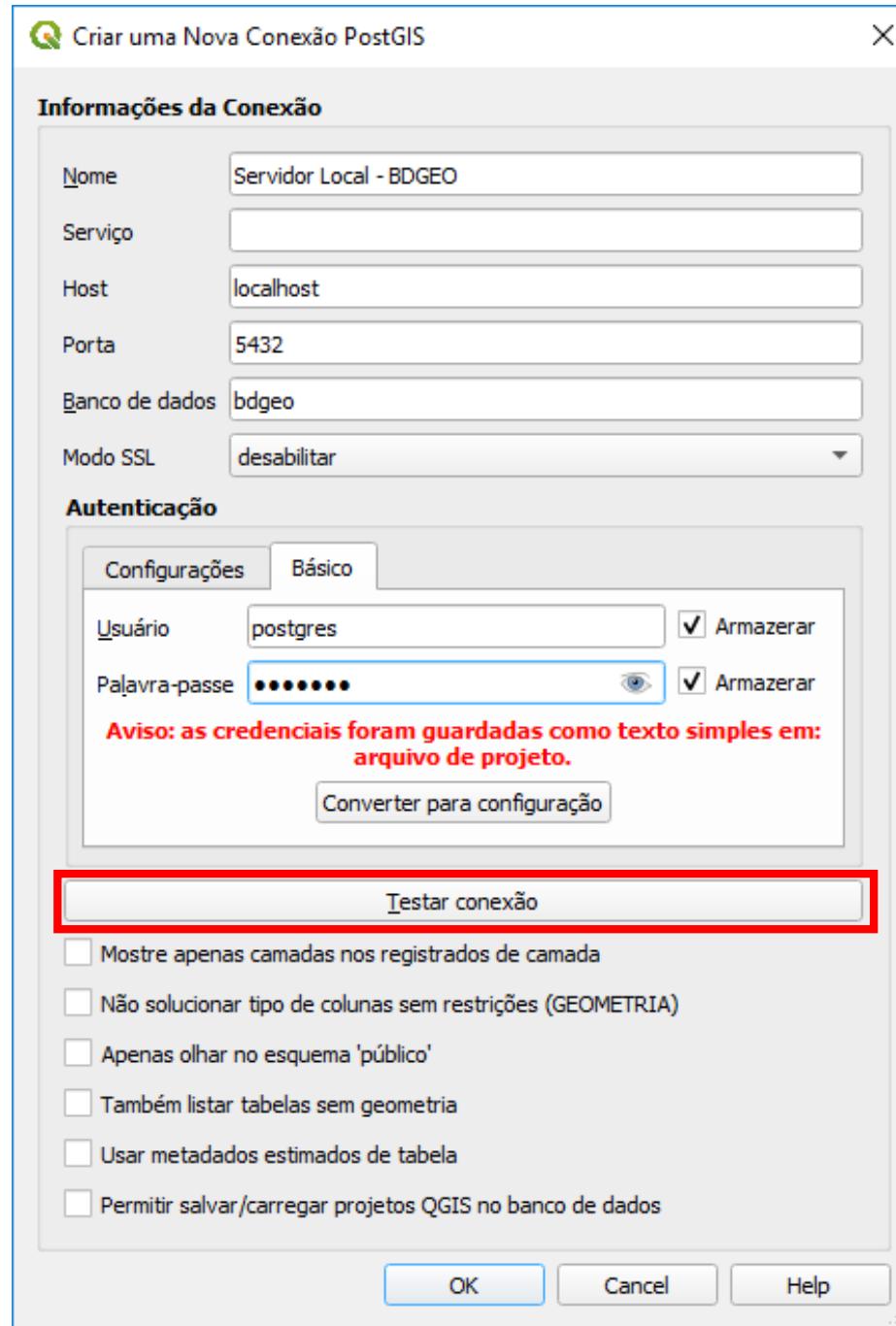
Rotação 0,0 °

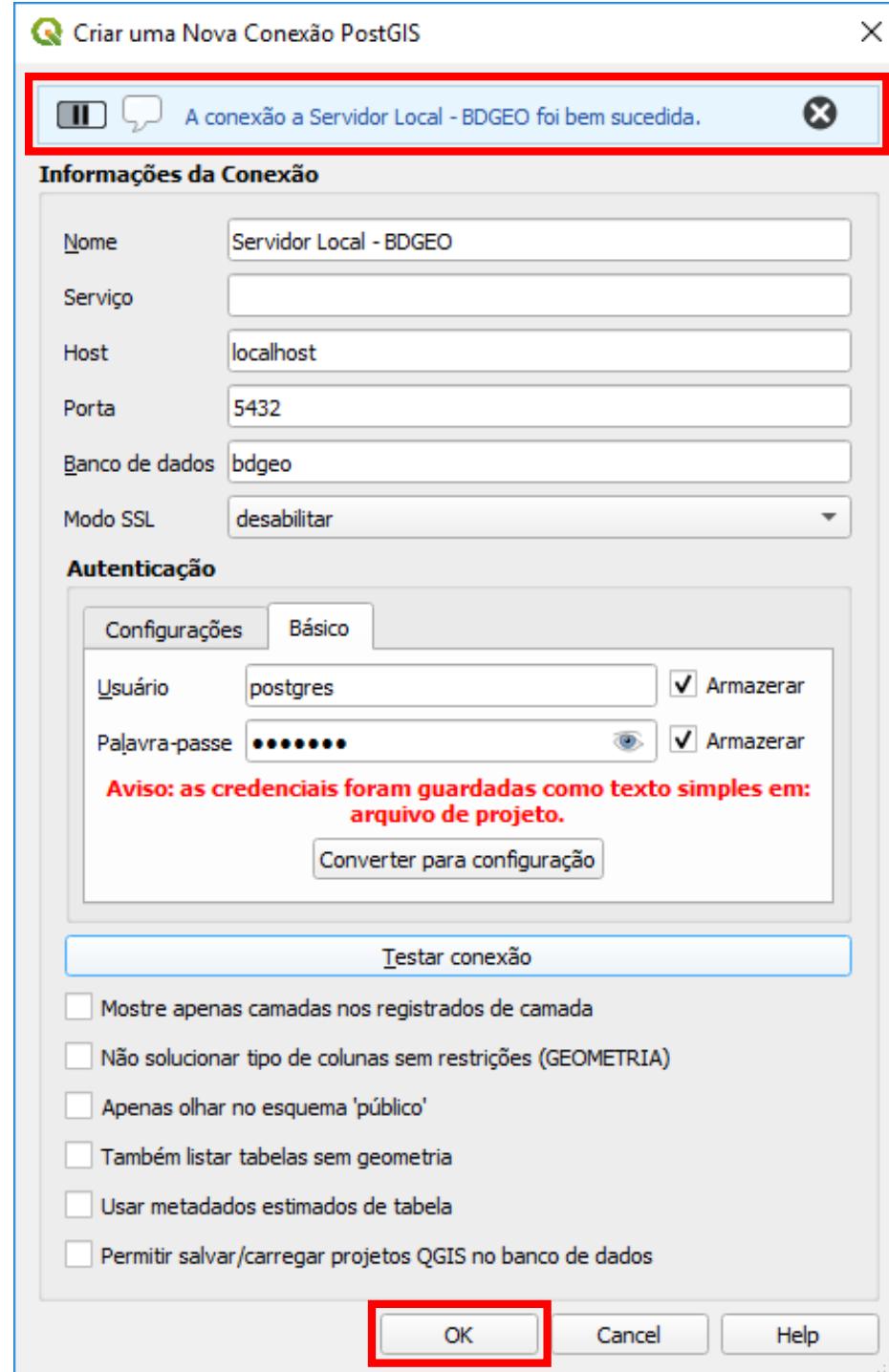
 Renderizar

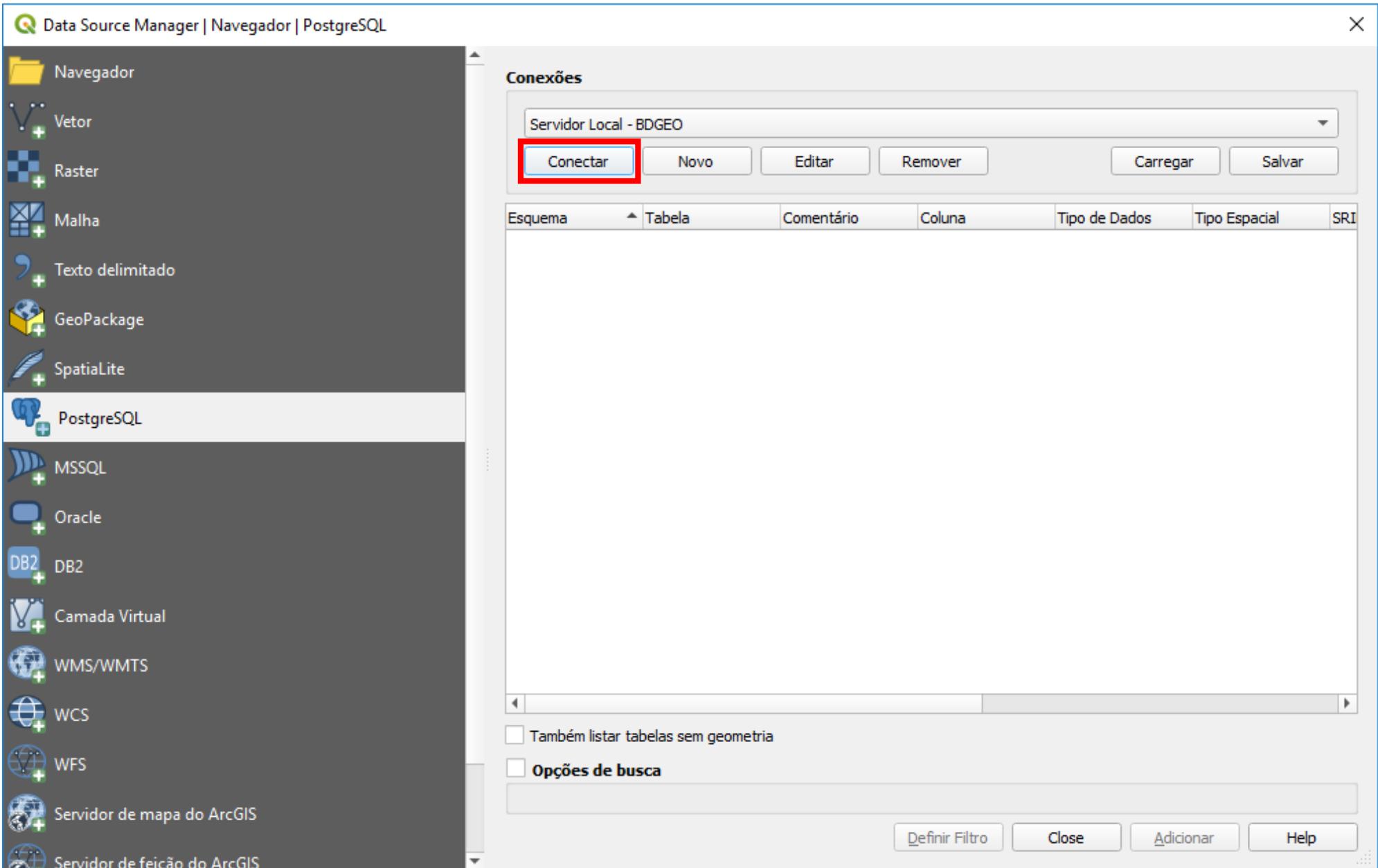
EPSG:4326

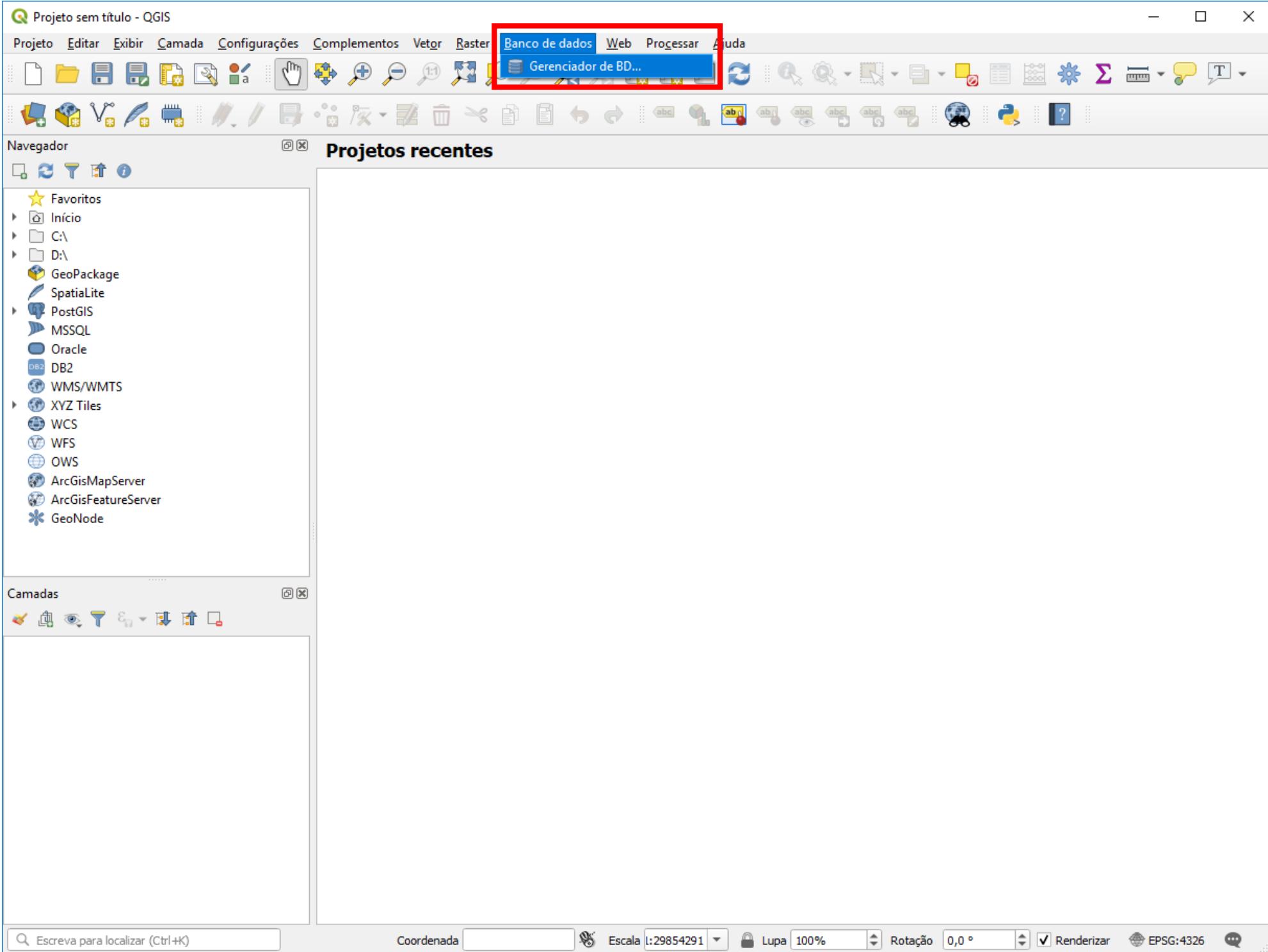


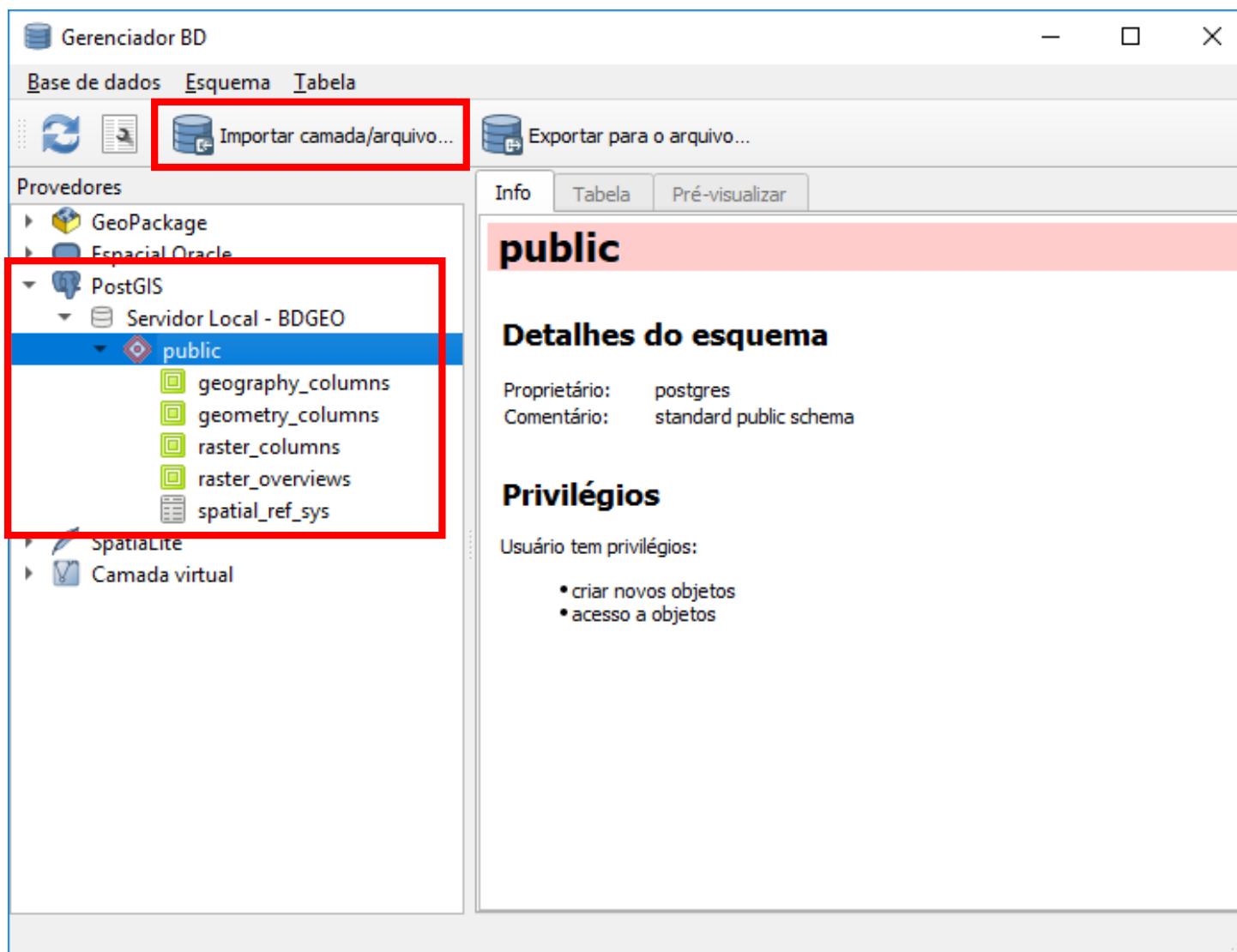


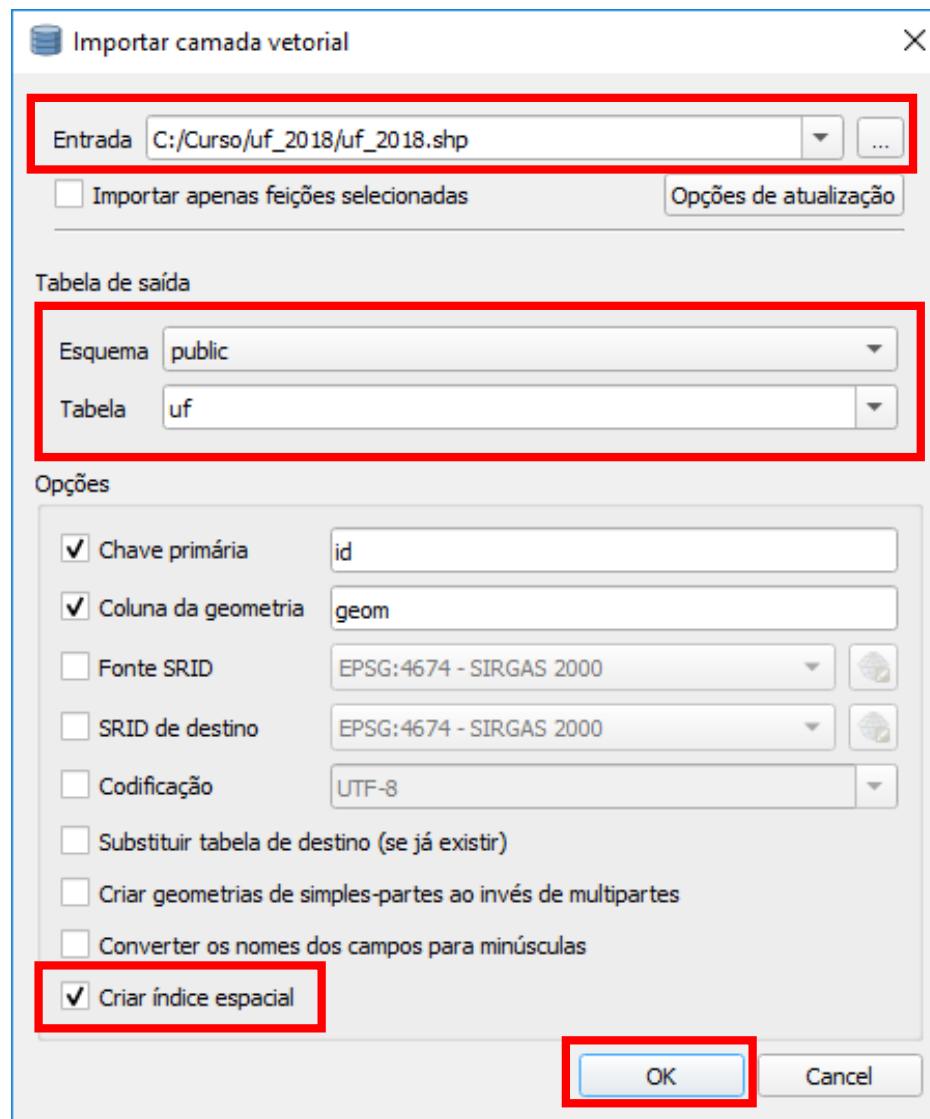


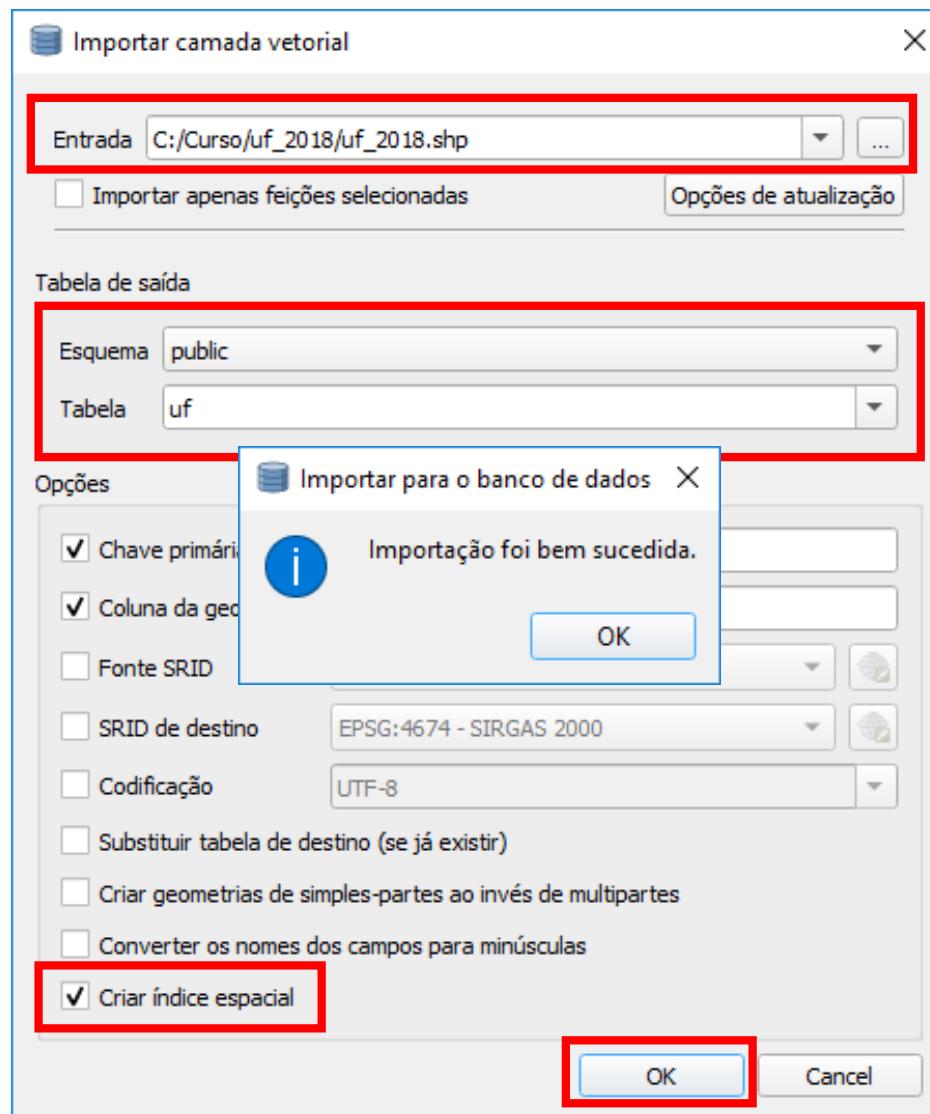


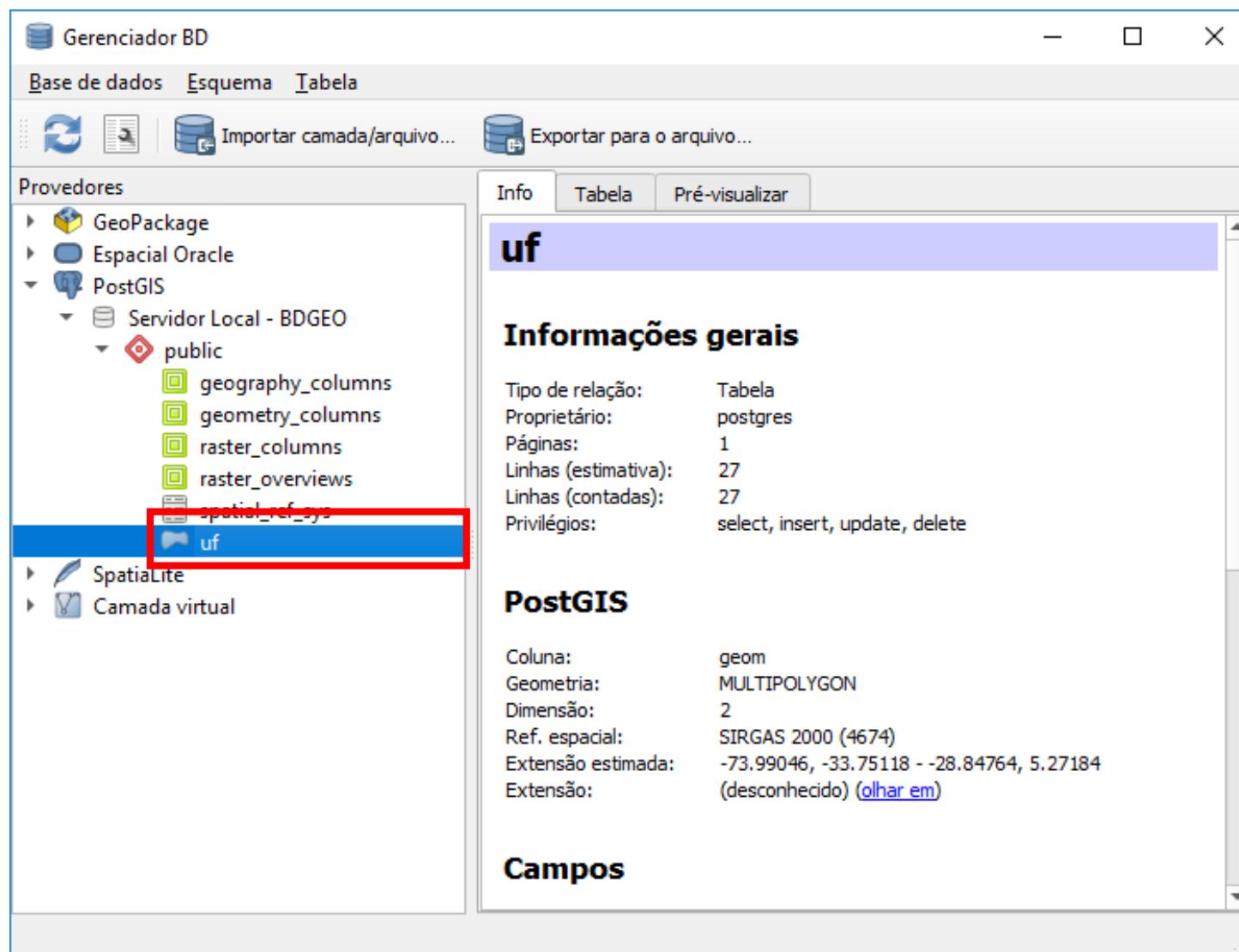










Gerenciador BD

Base de dados Esquema Tabela

Importar camada/arquivo... Exportar para o arquivo...

Provedores

- GeoPackage
- Espacial Oracle
- PostGIS
 - Servidor Local - BDGEO
 - public
 - geography_columns
 - geometry_columns
 - raster_columns
 - raster_overviews
 - spatial_ref_sys
 - uf
- SpatiaLite
- Camada virtual

Info Tabela Pré-visualizar

uf

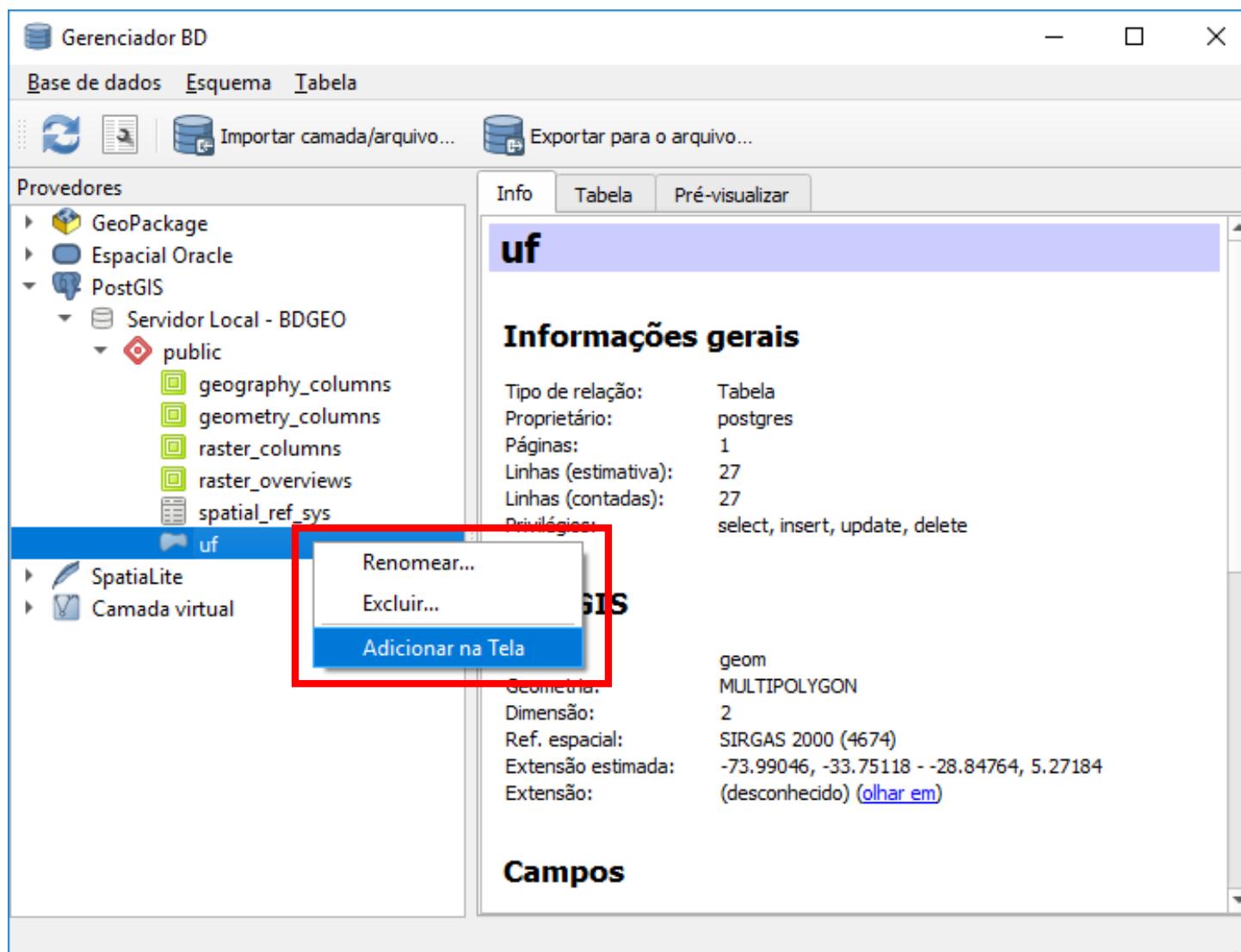
Informações gerais

Tipo de relação:	Tabela
Proprietário:	postgres
Páginas:	1
Linhas (estimativa):	27
Linhas (contadas):	27
Privilégios:	select, insert, update, delete

PostGIS

Coluna:	geom
Geometria:	MULTIPOLYGON
Dimensão:	2
Ref. espacial:	SIRGAS 2000 (4674)
Extensão estimada:	-73.99046, -33.75118 - -28.84764, 5.27184
Extensão:	(desconhecido) (olhar em)

Campos

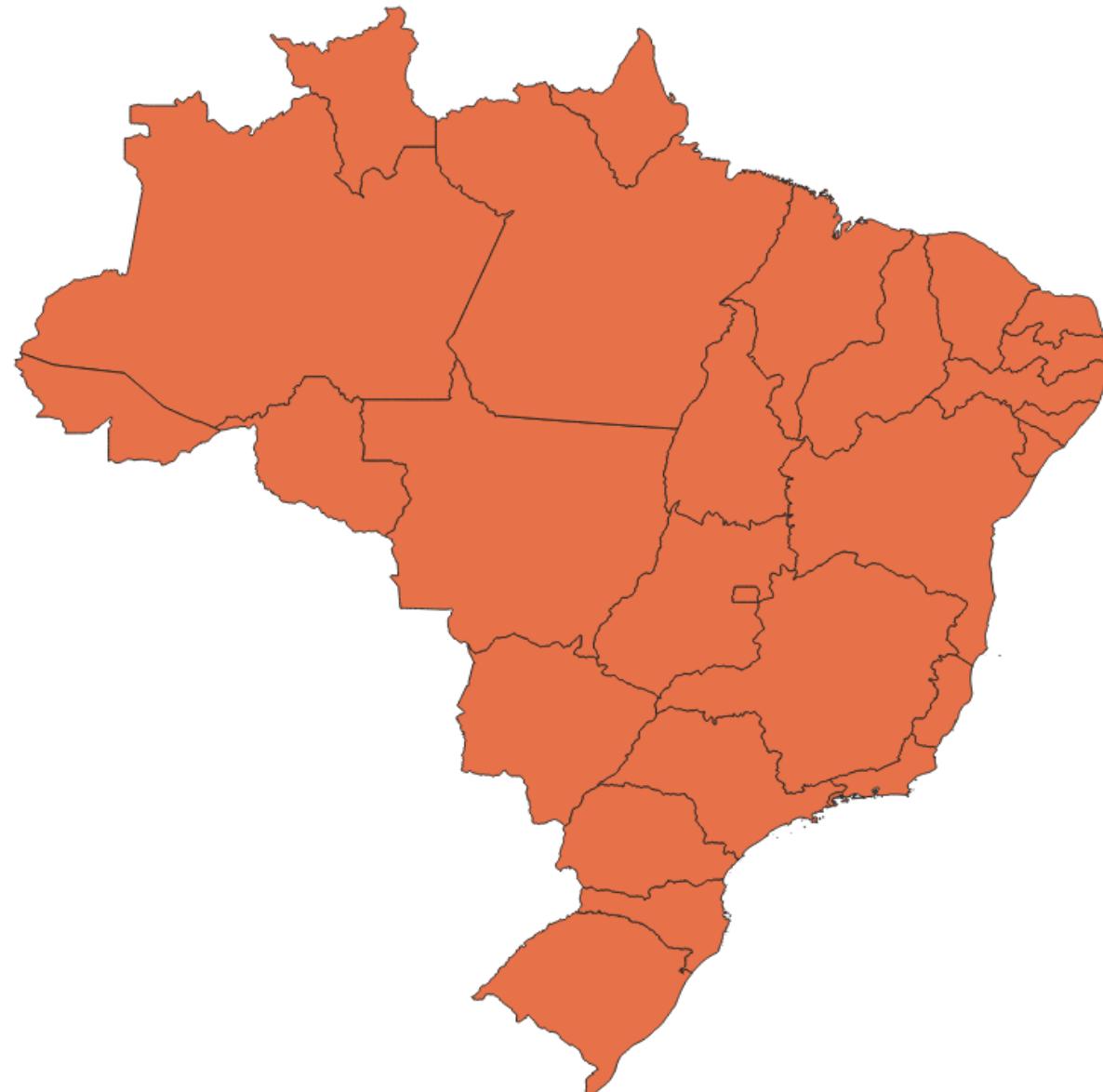


[Projeto](#) [Editar](#) [Exibir](#) [Camada](#) [Configurações](#) [Complementos](#) [Vetor](#) [Raster](#) [Banco de dados](#) [Web](#) [Processar](#) [Ajuda](#)

Navegador

- [Favoritos](#)
- [Início](#)
- [C:\](#)
- [D:\](#)
- [GeoPackage](#)
- [SpatiaLite](#)
- [PostGIS](#)
- [MSSQL](#)
- [Oracle](#)
- [DB2](#)
- [WMS/WMTS](#)
- [XYZ Tiles](#)
- [WCS](#)
- [WFS](#)
- [OWS](#)
- [ArcGisMapServer](#)
- [ArcGisFeatureServer](#)
- [GeoNode](#)

Camadas

 uf

Escreva para localizar (Ctrl+K)

Coordenada

-45.98,5.98



Escala 1:19130757



Lupa 100%



Rotação 0,0 °



Renderizar

EPSG:4674



Alterando o SRID de uma Coluna Geométrica

ST_SetSRID x ST_Transform

```
ALTER TABLE nome-da-tabela  
ALTER COLUMN geom TYPE GEOMETRY(MULTIPOLYGON, 4326)  
USING ST_SetSRID(geom, 4326)
```

```
ALTER TABLE nome-da-tabela  
ALTER COLUMN geom TYPE GEOMETRY(MULTIPOLYGON, 4326)  
USING ST_Transform(geom, 4326)
```

Consultas Espaciais

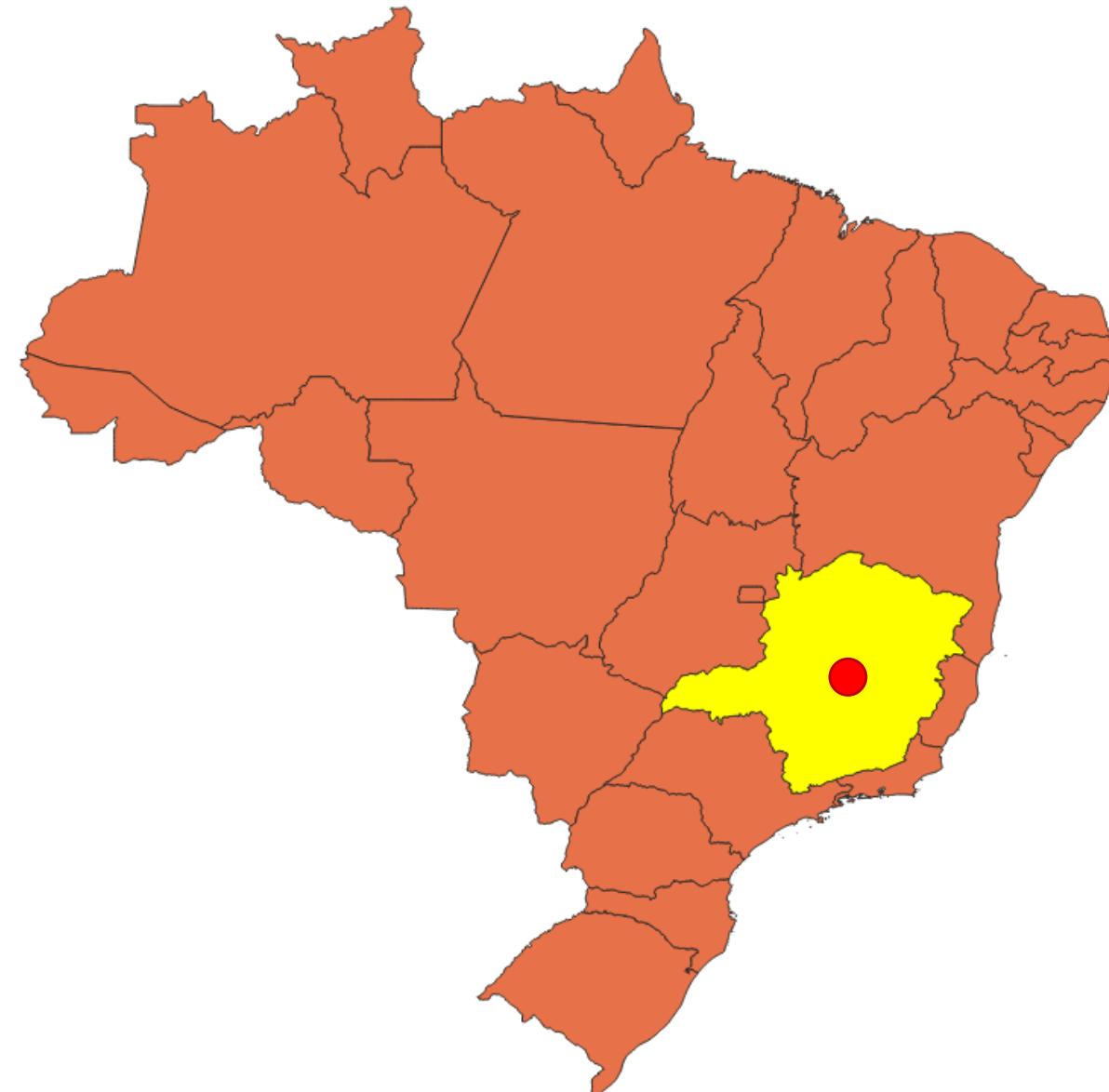
Consultas de Apontamento (Point Query)

[Projeto](#) [Editar](#) [Exibir](#) [Camada](#) [Configurações](#) [Complementos](#) [Vetor](#) [Raster](#) [Banco de dados](#) [Web](#) [Processar](#) [Ajuda](#)

Navegador

- [Favoritos](#)
- [Início](#)
- [C:\](#)
- [D:\](#)
- [GeoPackage](#)
- [SpatiaLite](#)
- [PostGIS](#)
- [MSSQL](#)
- [Oracle](#)
- [DB2](#)
- [WMS/WMTS](#)
- [XYZ Tiles](#)
- [WCS](#)
- [WFS](#)
- [OWS](#)
- [ArcGisMapServer](#)
- [ArcGisFeatureServer](#)
- [GeoNode](#)

Camadas

 uf

Escreva para localizar (Ctrl+K)

1 feição selecionadas na c

Coordenada

-44.25,-18.26



Escala

1:19130757



Lupa



100%



Rotação

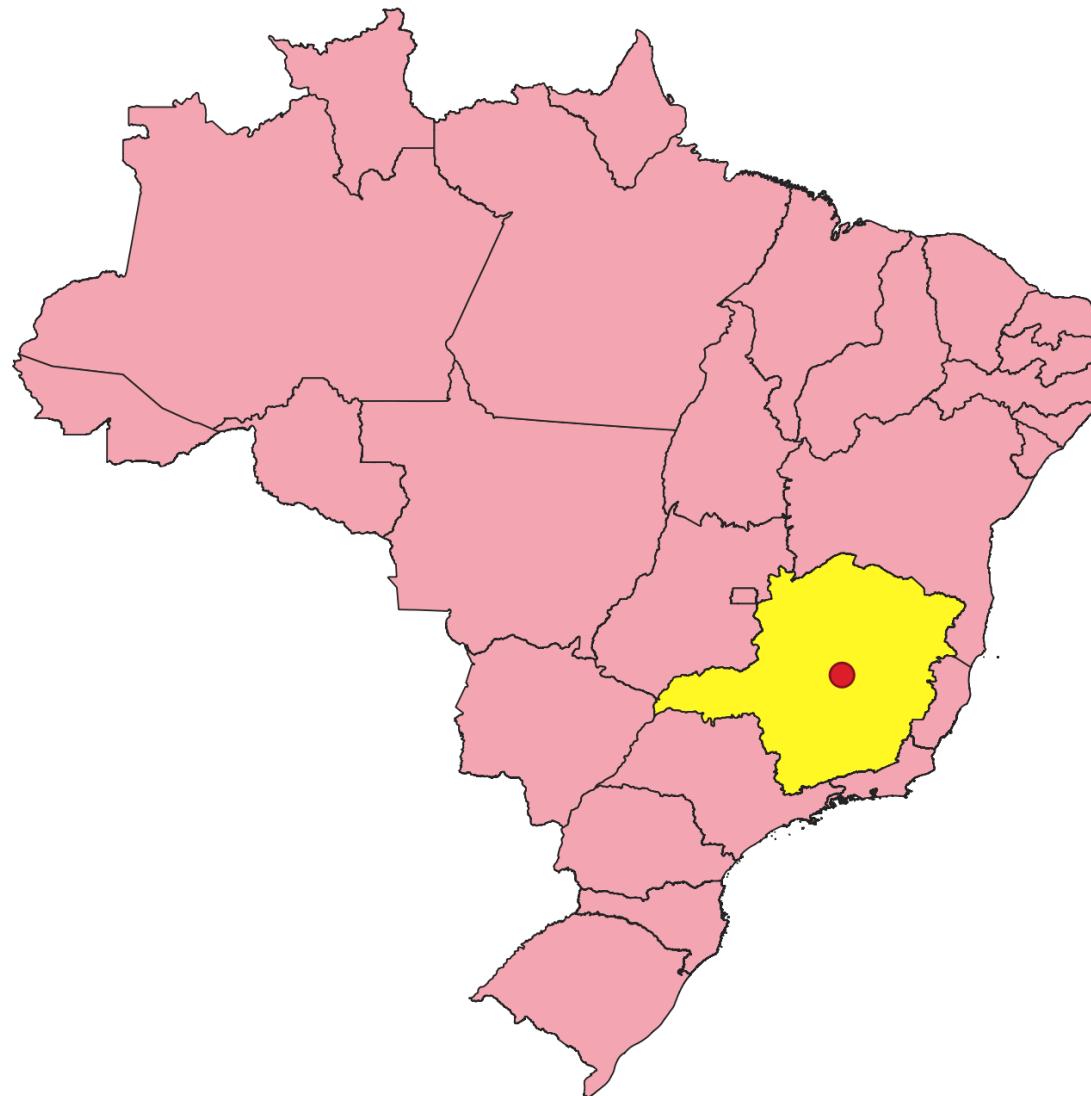
0,0 °

 Renderizar

EPSG:4674



Qual UF encontra-se na localização de
longitude -44.29 e latitude -18.61?



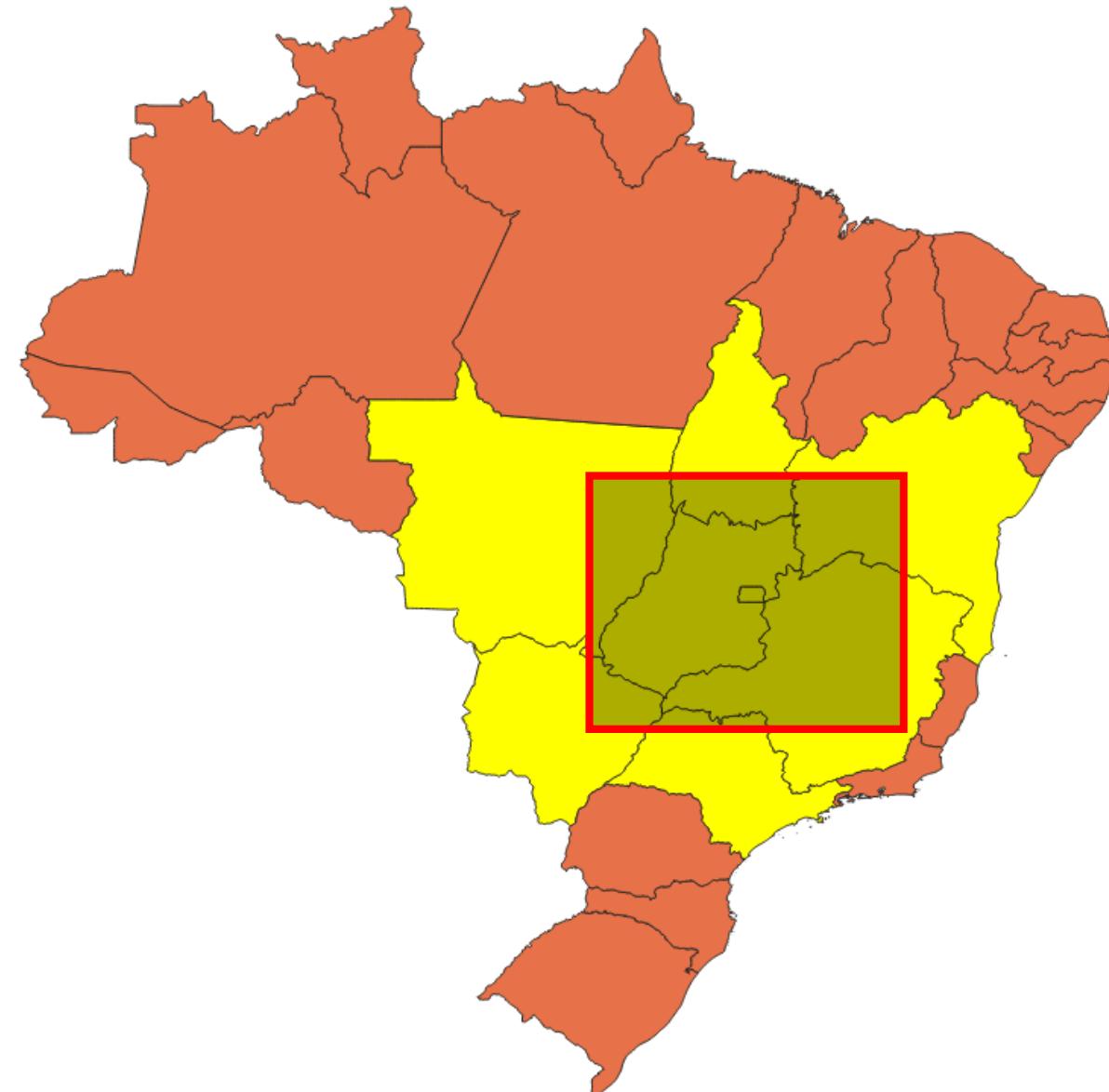
Consultas de Janela ou Intervalo (Window ou Range Query)

[Projeto](#) [Editar](#) [Exibir](#) [Camada](#) [Configurações](#) [Complementos](#) [Vetor](#) [Raster](#) [Banco de dados](#) [Web](#) [Processar](#) [Ajuda](#)

Navegador

- [Favoritos](#)
- [Início](#)
- [C:\](#)
- [D:\](#)
- [GeoPackage](#)
- [SpatiaLite](#)
- [PostGIS](#)
- [MSSQL](#)
- [Oracle](#)
- [DB2](#)
- [WMS/WMTS](#)
- [XYZ Tiles](#)
- [WCS](#)
- [WFS](#)
- [OWS](#)
- [ArcGisMapServer](#)
- [ArcGisFeatureServer](#)
- [GeoNode](#)

Camadas

 uf Escreva para localizar (Ctrl+K)

8 feição(s) selecionadas n: Coordenada -27.51,-15.60

Escala 1:19130757

Lupa 100%

Rotação 0,0 °

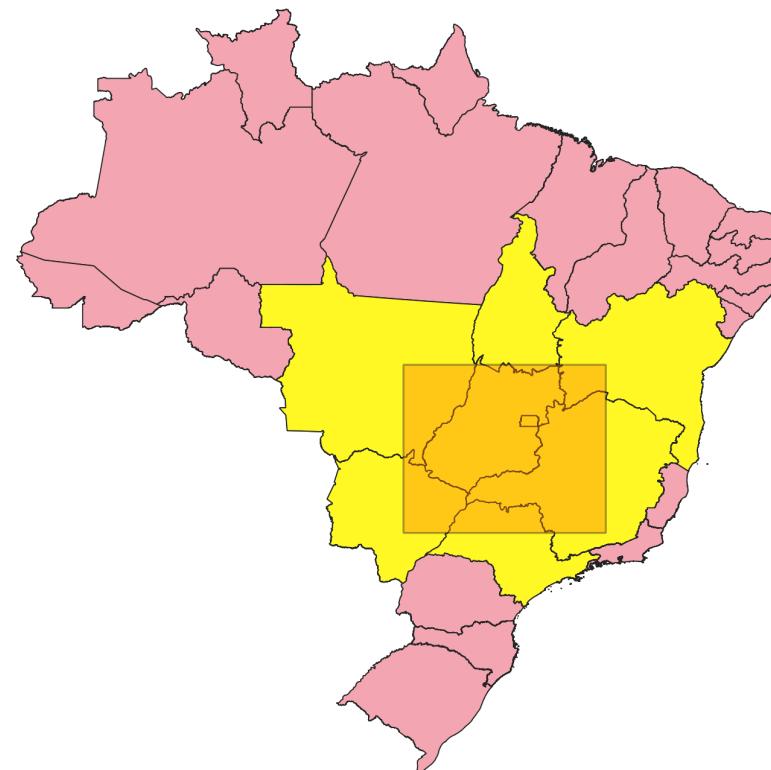
 Renderizar

EPSG:4674



Quais UF possuem geometrias com alguma interação espacial com o retângulo de coordenadas:

- x_{\min} : -54.23 x_{\max} : -43.89
- y_{\min} : -12.90 y_{\max} : -21.49



Busca por Proximidade



Municípios Brasil – 2018:

- municipios_2018.cpg
- municipios_2018.dbf
- municipios_2018.prj
- municipios_2018.shp
- municipios_2018.shx

Tipo Geométrico: MultiPolygon

Número de Feições: 5.572

CRS: Lat/Long SIRGAS 2000

SRID: 4674

Codificação Caracteres: UTF-8

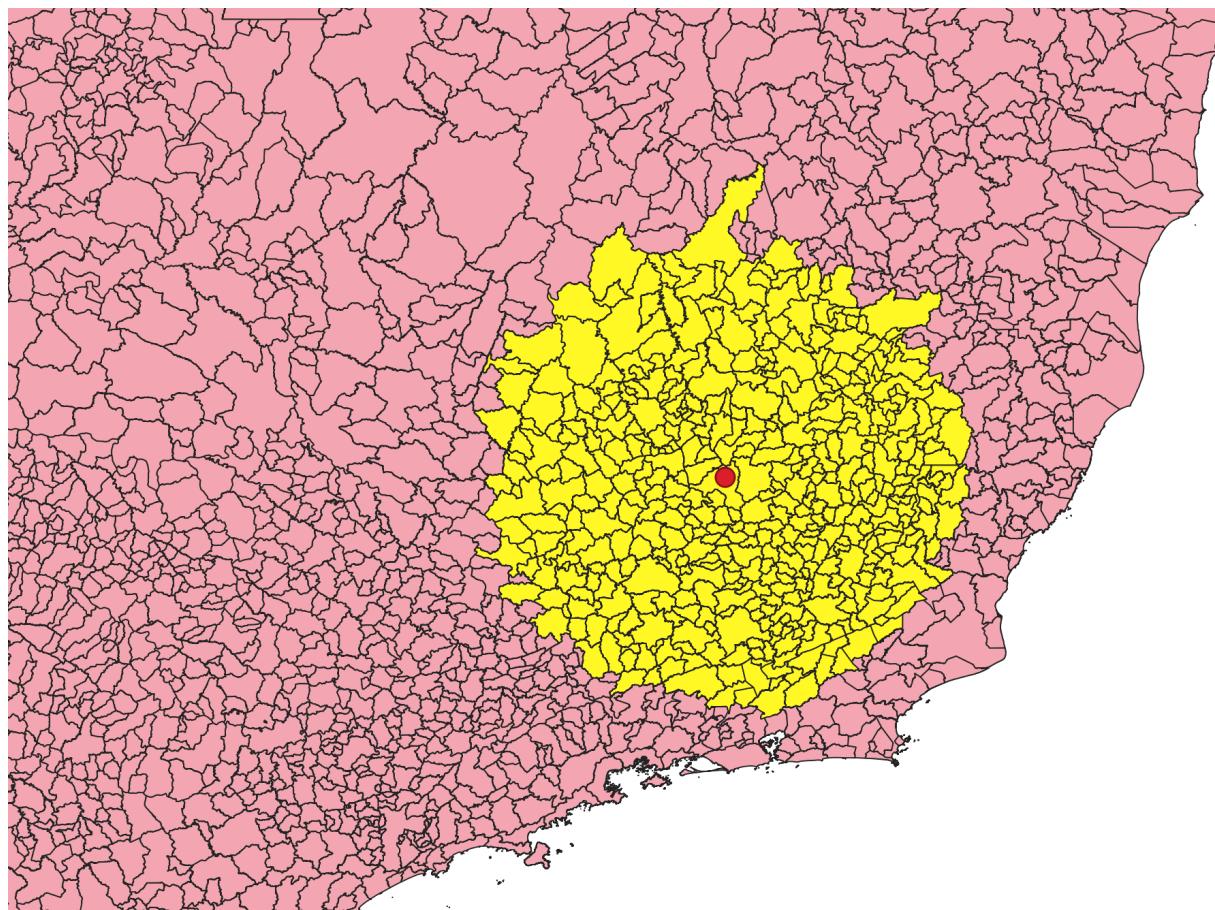
Nome Tabela: municipios

Fonte Original: [IBGE](#)

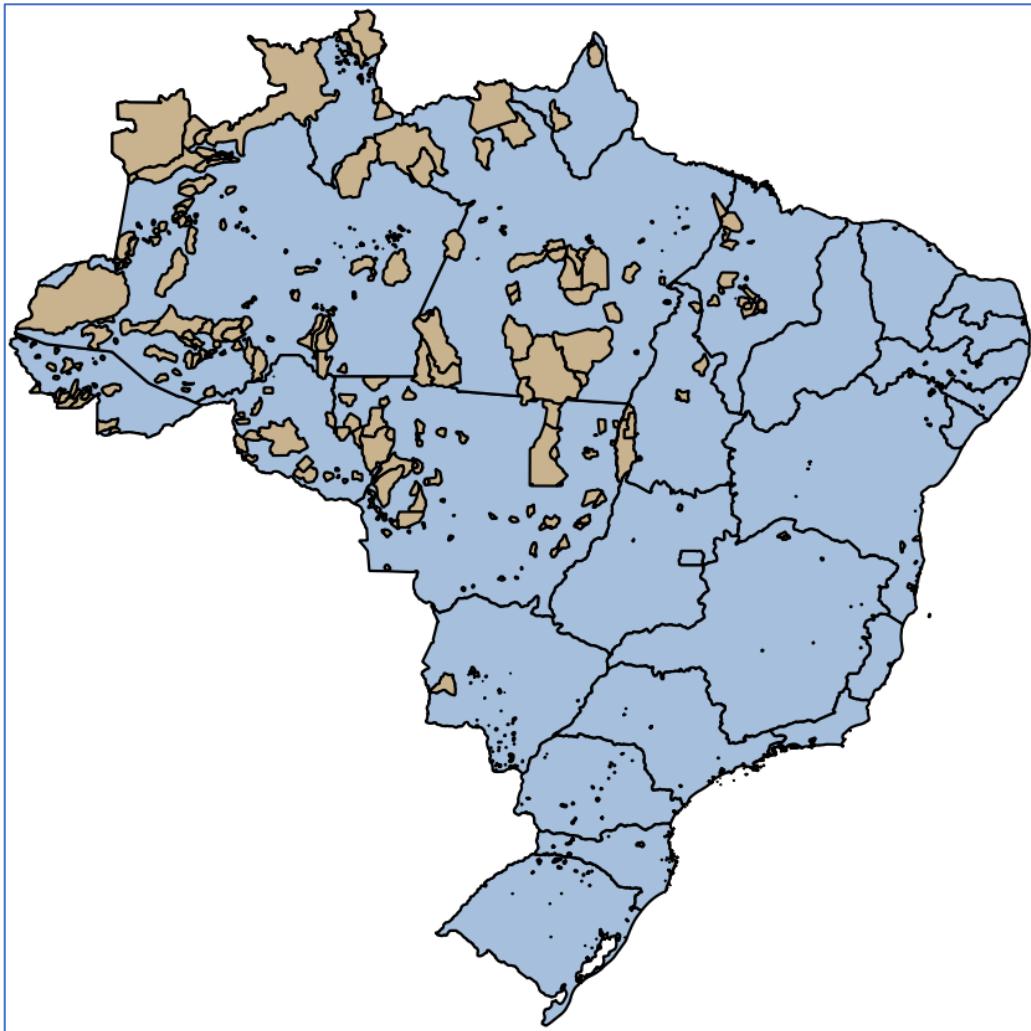
Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Quais os municípios num raio de 2 graus da coordenada:

- longitude: -43.59
- Latitude.: -20.32



Junção Espacial



Fonte Original: [FUNAI](#)

Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Terras Indígenas:

- terras_indigenas.cpg
- terras_indigenas.dbf
- terras_indigenas.prj
- terras_indigenas.shp
- terras_indigenas.shx

Tipo Geométrico: MultiPolygon

Número de Feições: 616

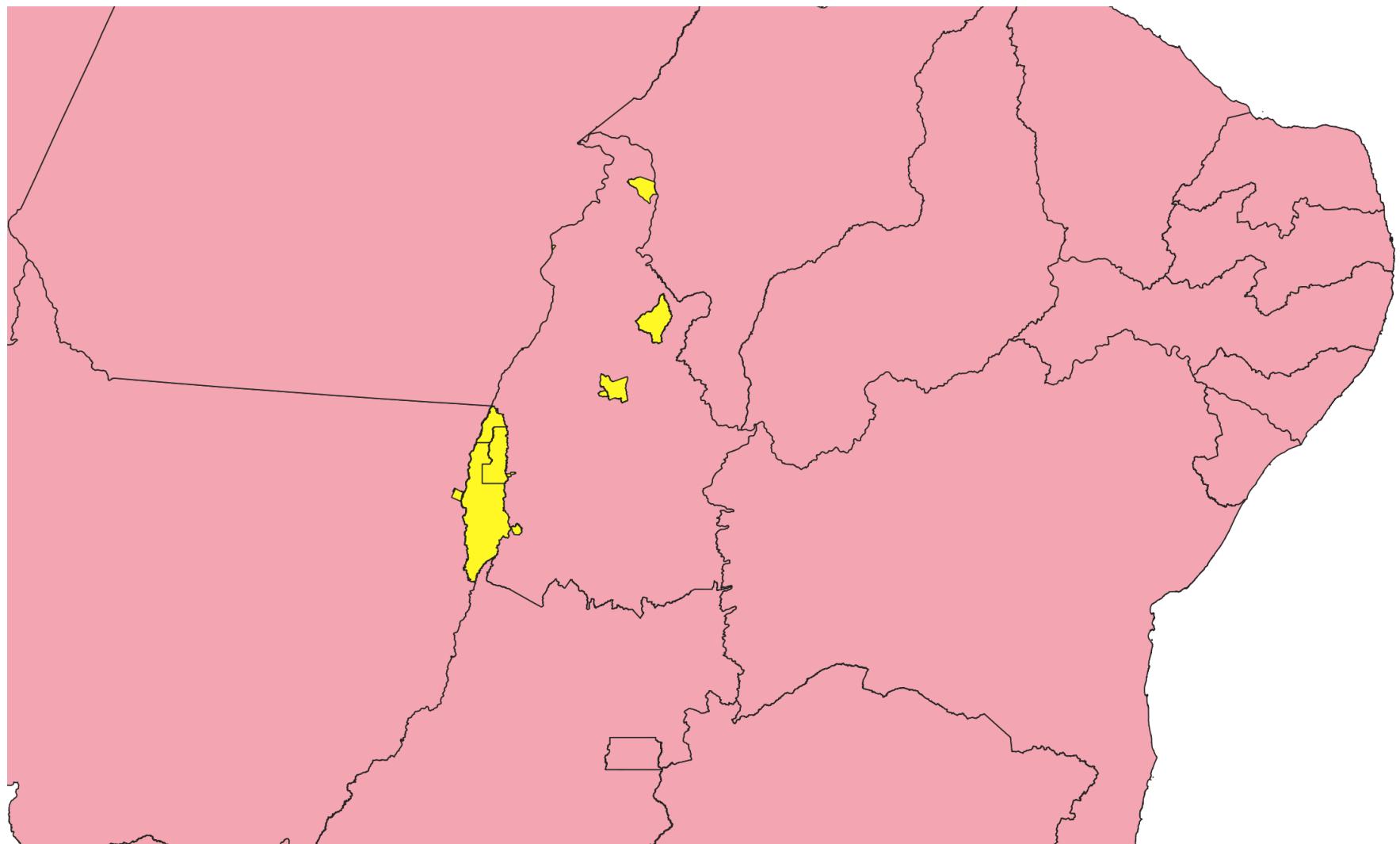
CRS: Lat/Long SIRGAS 2000

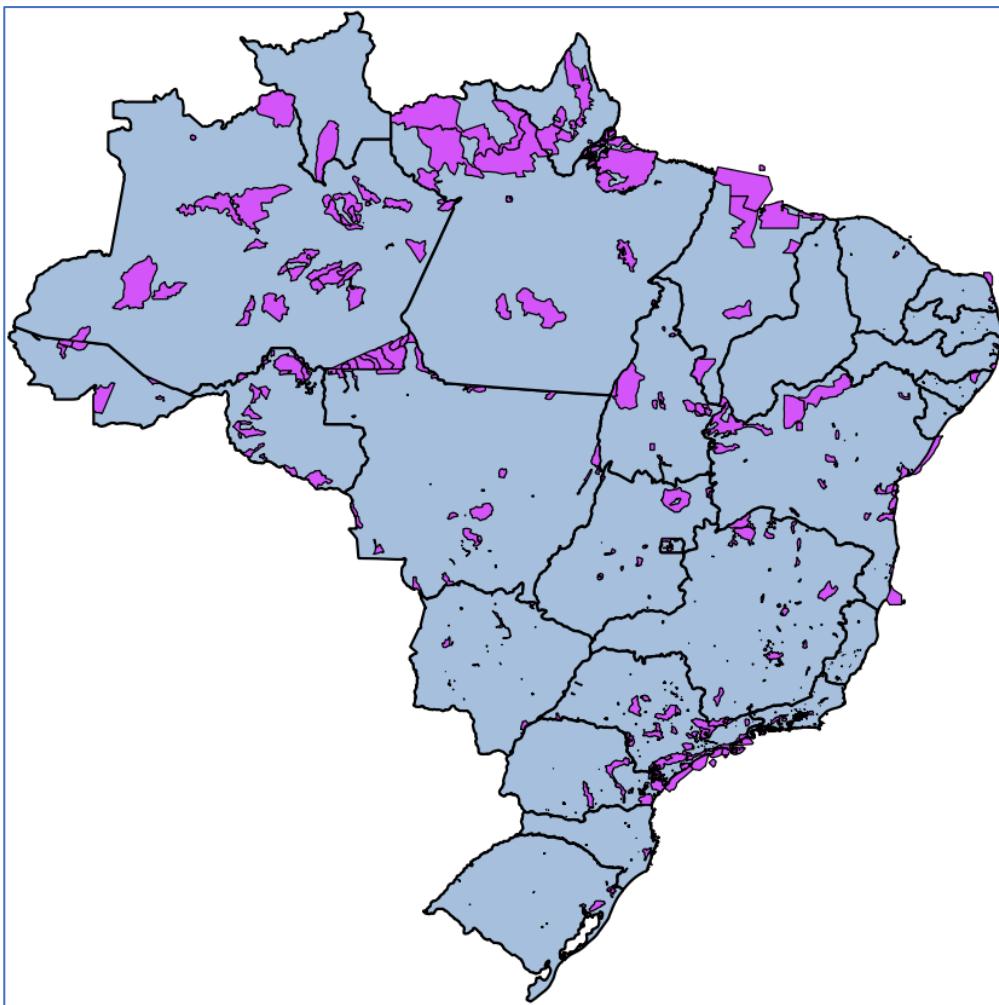
SRID: 4674

Codificação Caracteres: UTF-8

Nome Tabela: terras_indigenas

Quais as áreas de terras indígenas no Estado do Tocantins?





Fonte Original: [MMA](#)

Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Unidades de Conservação:

- unidades_conservacao.cpg
- unidades_conservacao.dbf
- unidades_conservacao.prj
- unidades_conservacao.shp
- unidades_conservacao.shx

Tipo Geométrico: MultiPolygon

Número de Feições: 1.934

CRS: Lat/Long SAD69

SRID: 4674

Codificação Caracteres: UTF-8

Nome Tabela: unidades_conservacao



Focos de Queimada – 2019:

- focos_2019.dbf
- focos_2019.prj
- focos_2019.shp
- focos_2019.shx

Tipo Geométrico: Point

Número de Feições: 38.793

CRS: Lat/Long WGS84

SRID: 4326 (**Obs.:** transformar para 4674)

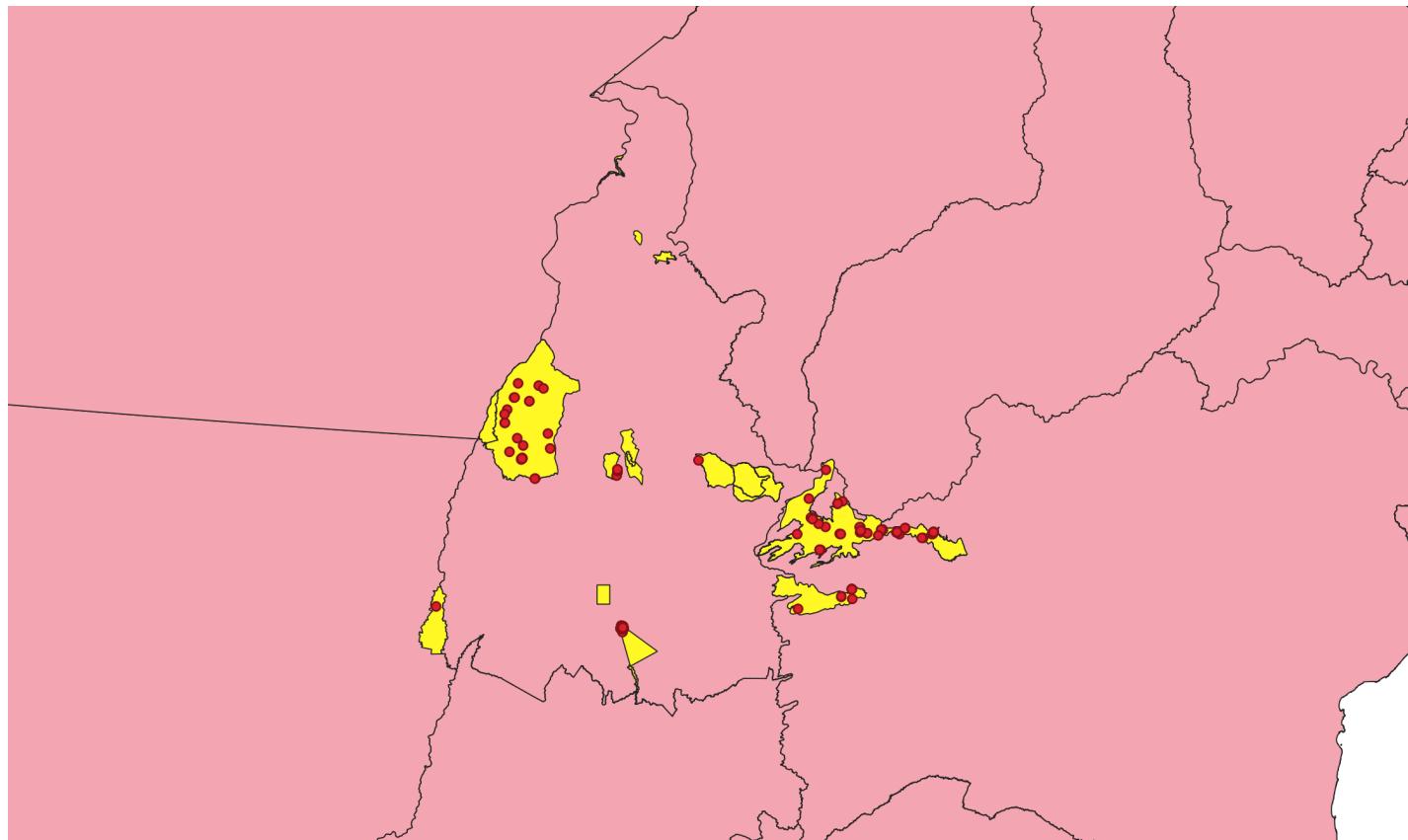
Codificação Caracteres: UTF-8

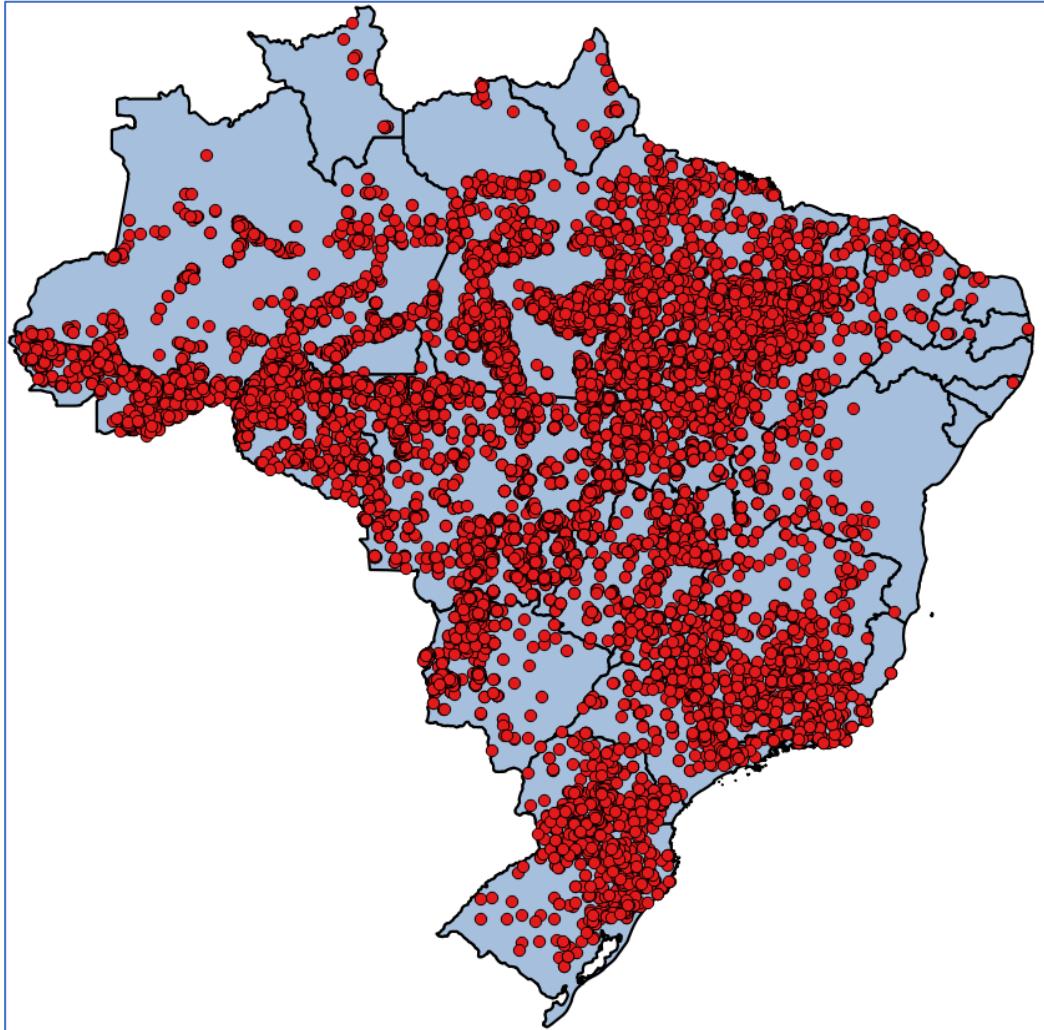
Nome Tabela: focos

Fonte Original: [Programa Queimadas/INPE](#)

Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Quantos focos de incêndio na vegetação foram detectados em Unidades de Conservação Estaduais do Estado do Tocantins em 2019?





Focos de Queimada – 2017 e 2018:

- focos_2017_2018.cpg
- focos_2017_2018.dbf
- focos_2017_2018.prj
- focos_2017_2018.shp
- focos_2017_2018.shx

Tipo Geométrico: Point

Número de Feições: 4.705.075

CRS: Lat/Long WGS84

SRID: 4326 (**Obs.:** transformar para 4674)

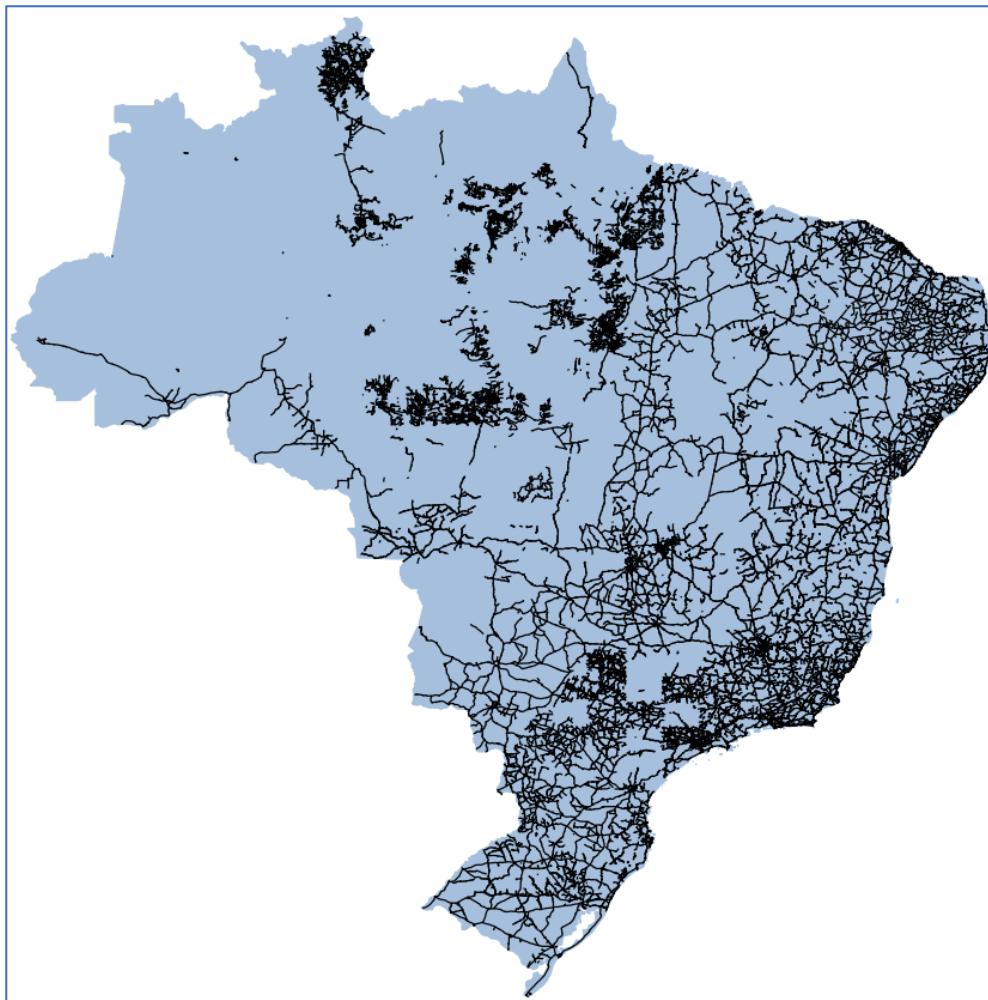
Codificação Caracteres: UTF-8

Nome Tabela: focos

Fonte Original: [Programa Queimadas/INPE](#)

Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Quantos focos de incêndio na vegetação
foram detectados mensalmente em
Unidades de Conservação Estaduais do
Estado do Tocantins ao longo de 2017?



Fonte Original: [IBGE](#)

Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Trechos Rodoviários – 2019:

- rod_trecho_rodoviario_l.cpg
- rod_trecho_rodoviario_l.dbf
- rod_trecho_rodoviario_l.prj
- rod_trecho_rodoviario_l.shp
- rod_trecho_rodoviario_l.shx

Tipo Geométrico: MultiLineString

Número de Feições: 153.177

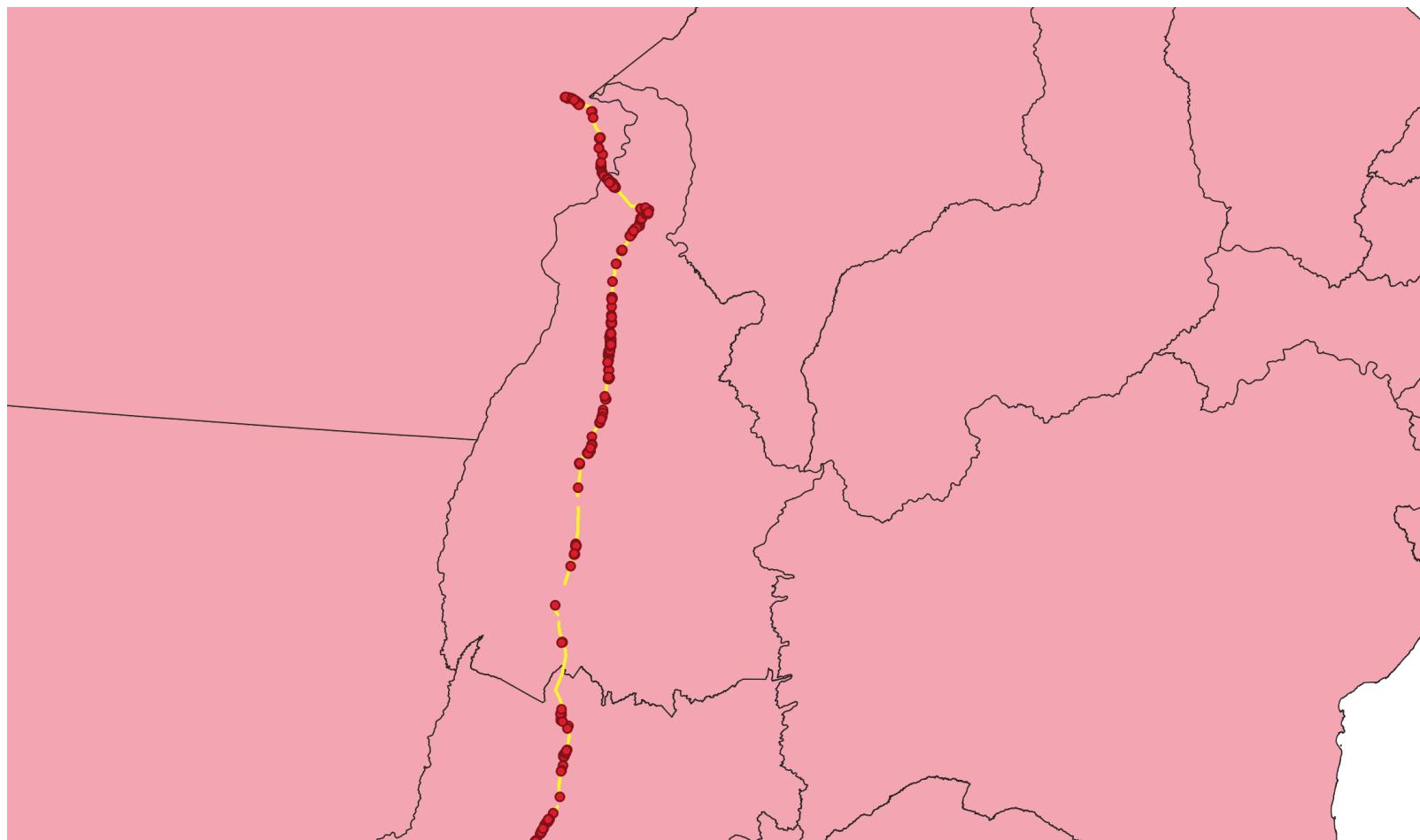
CRS: Lat/Long SIRGAS 2000

SRID: 4674

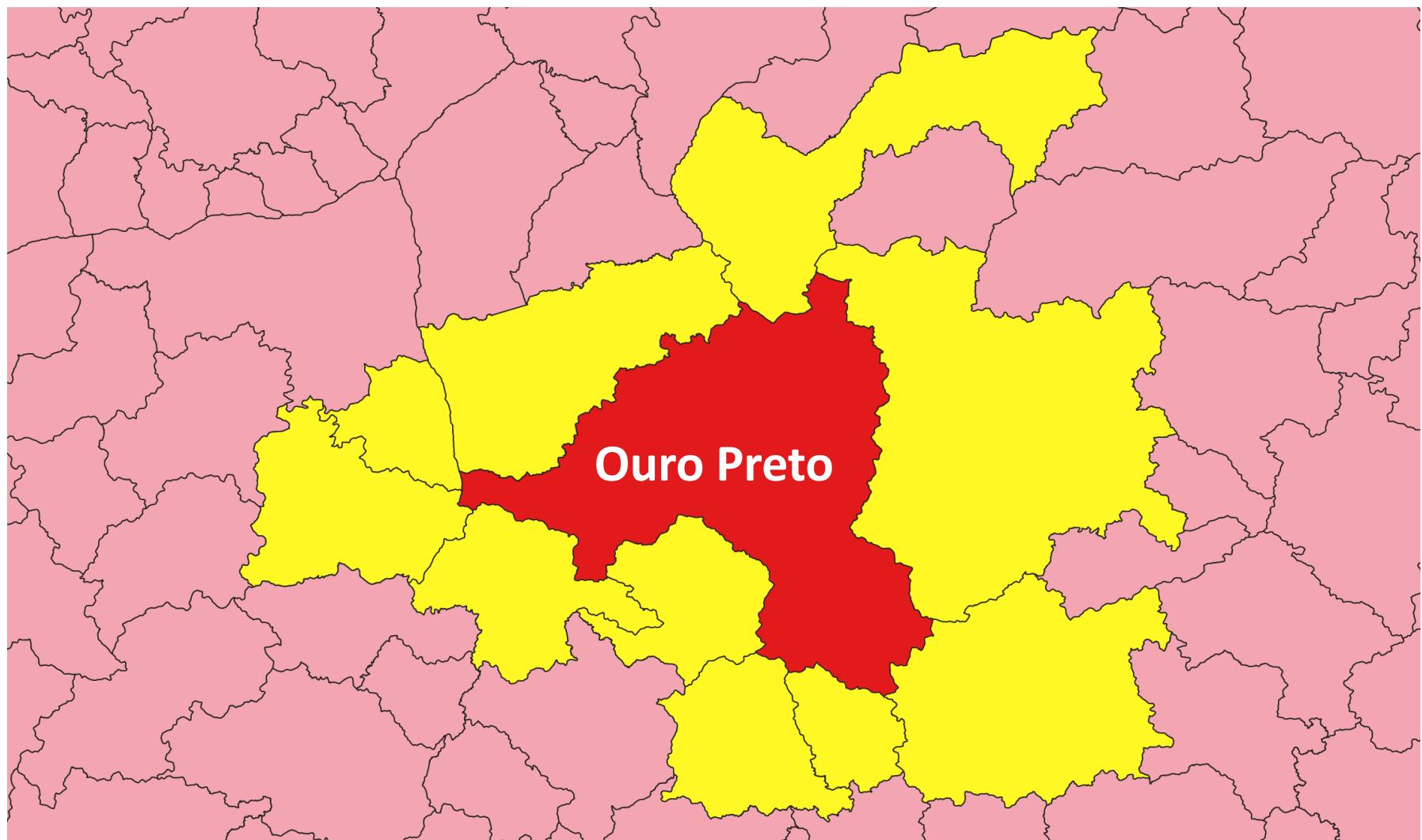
Codificação Caracteres: UTF-8

Nome Tabela: trechos_rodoviarios

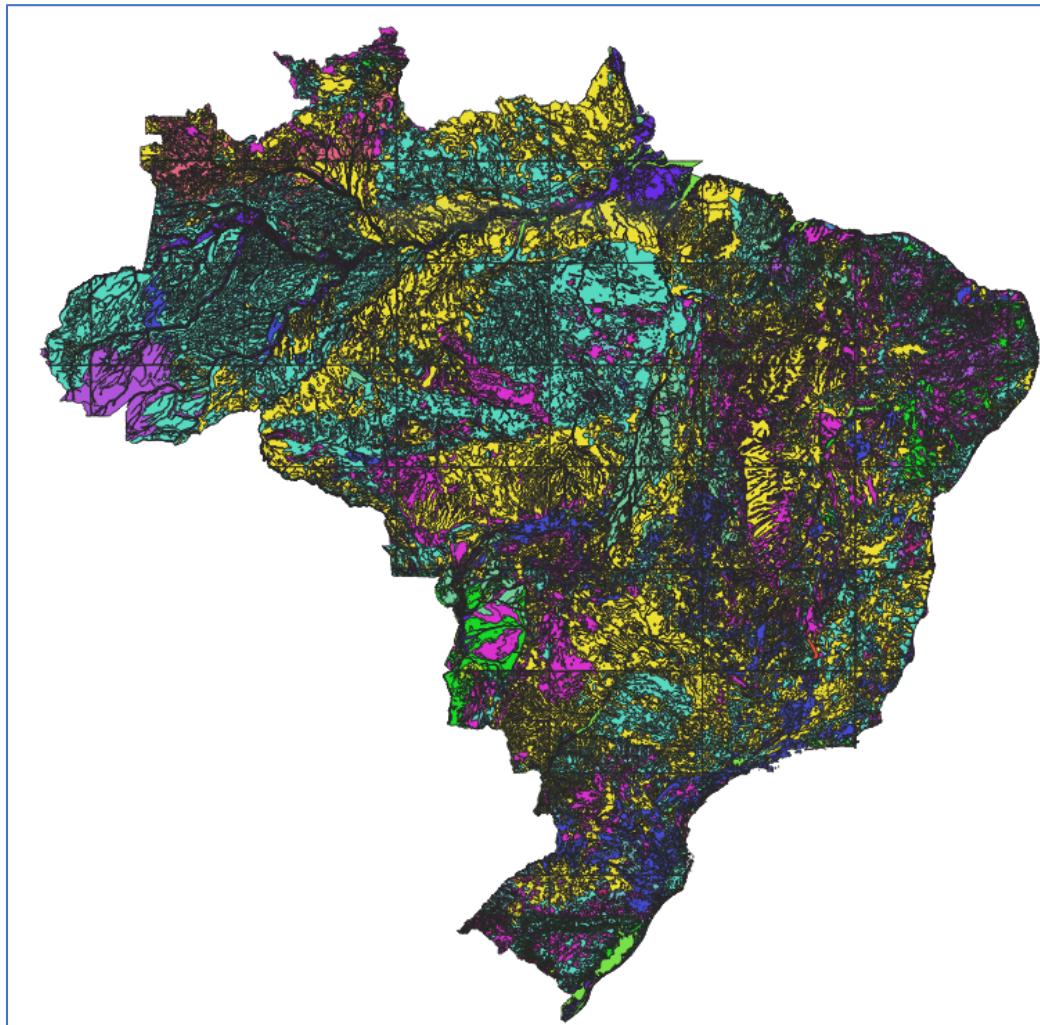
Quantos focos de incêndio ocorreram nas proximidades da rodovia BR-153 no mês de setembro de 2017?



Quais os municípios vizinhos de Ouro Preto em Minas Gerais?



Overlay de Mapas



Fonte Original: [IBGE](#)

Acesso: 04 de Janeiro de 2020

Pedologia (2017):

- pedologia_2017.cpg
- pedologia_2017.dbf
- pedologia_2017.prj
- pedologia_2017.shp
- pedologia_2017.shx

Tipo Geométrico: MultiPolygon

Número de Feições: 113.907

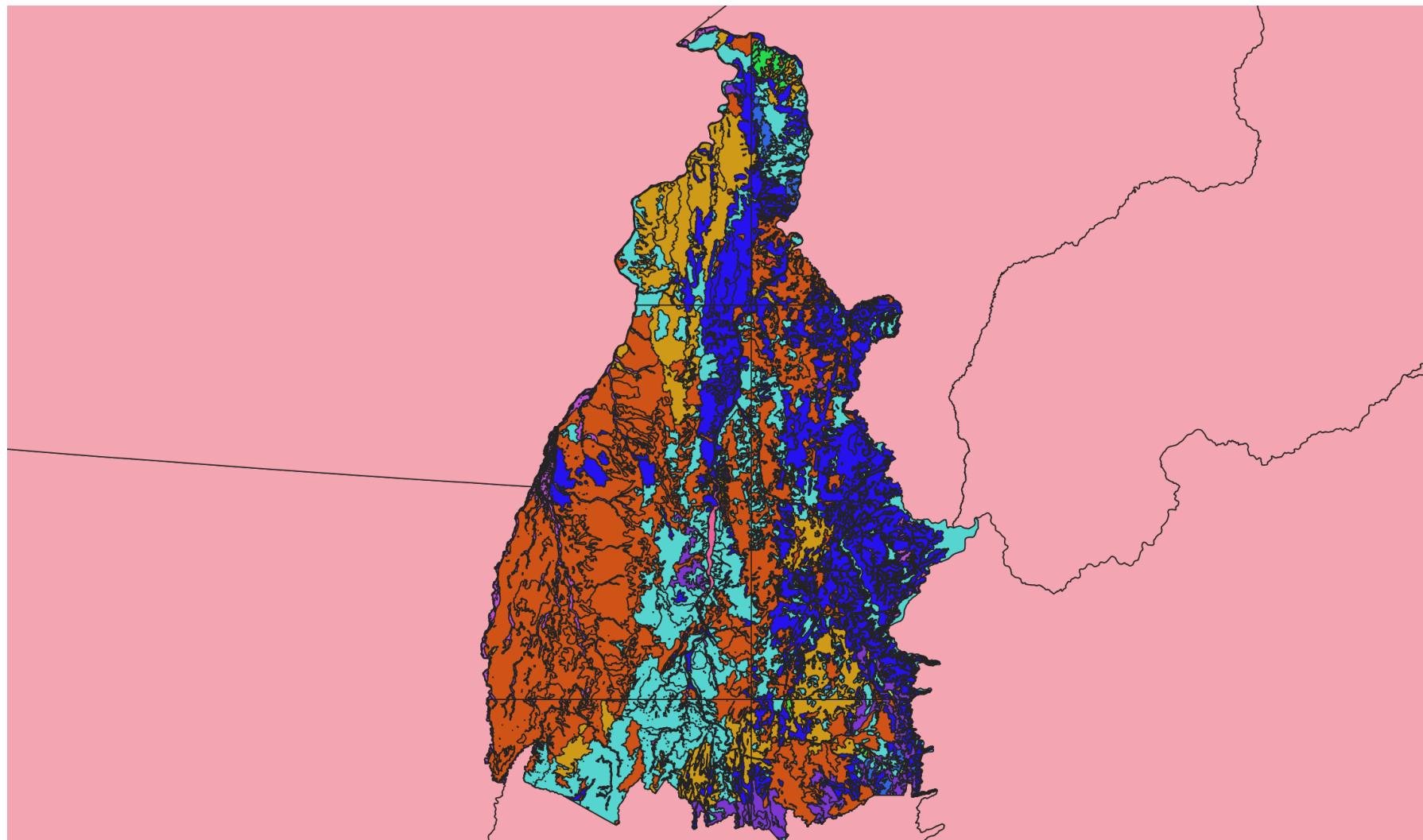
CRS: Lat/Long SIRGAS 2000

SRID: 4674

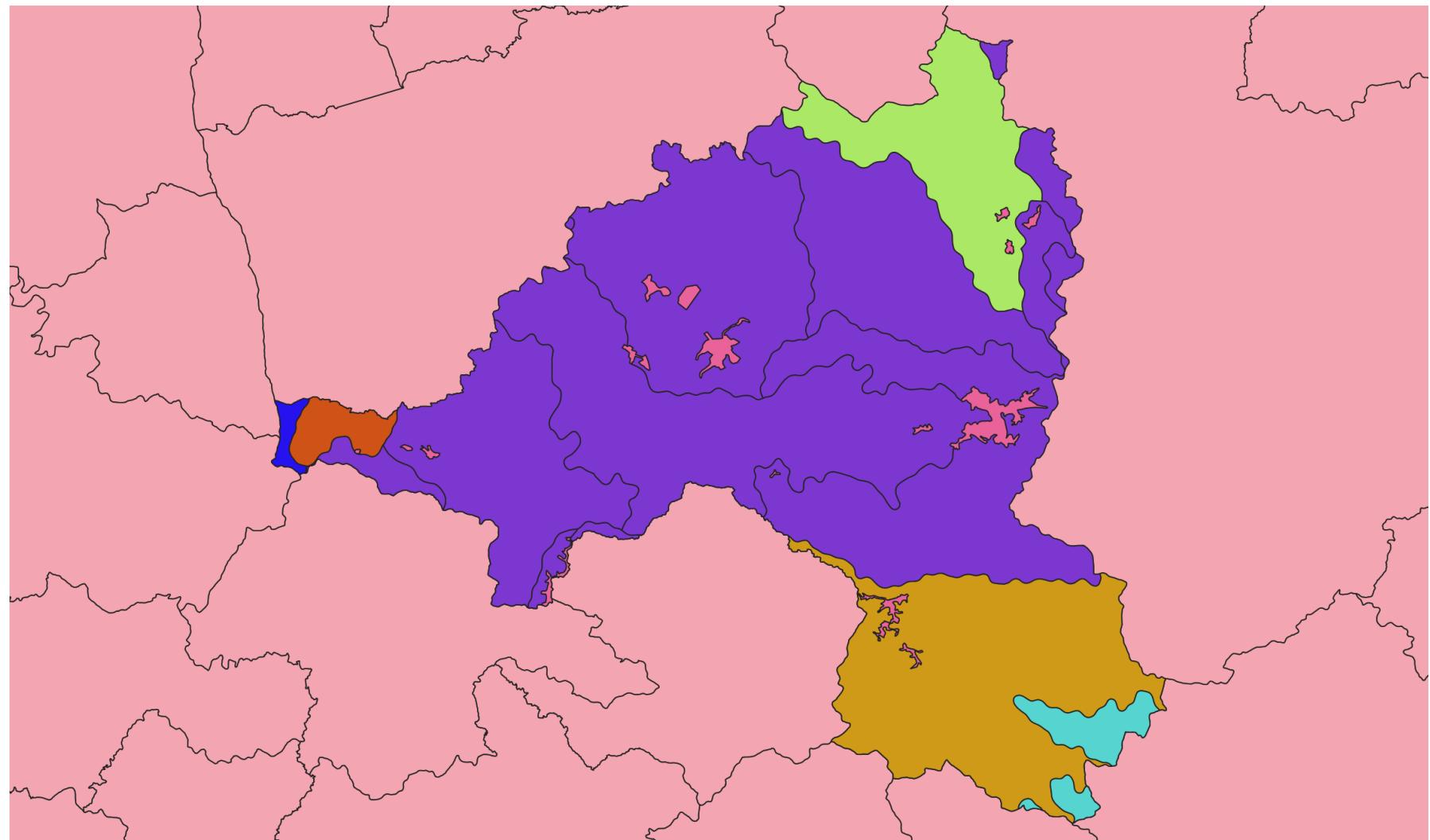
Codificação Caracteres: UTF-8

Nome Tabela: pedologia

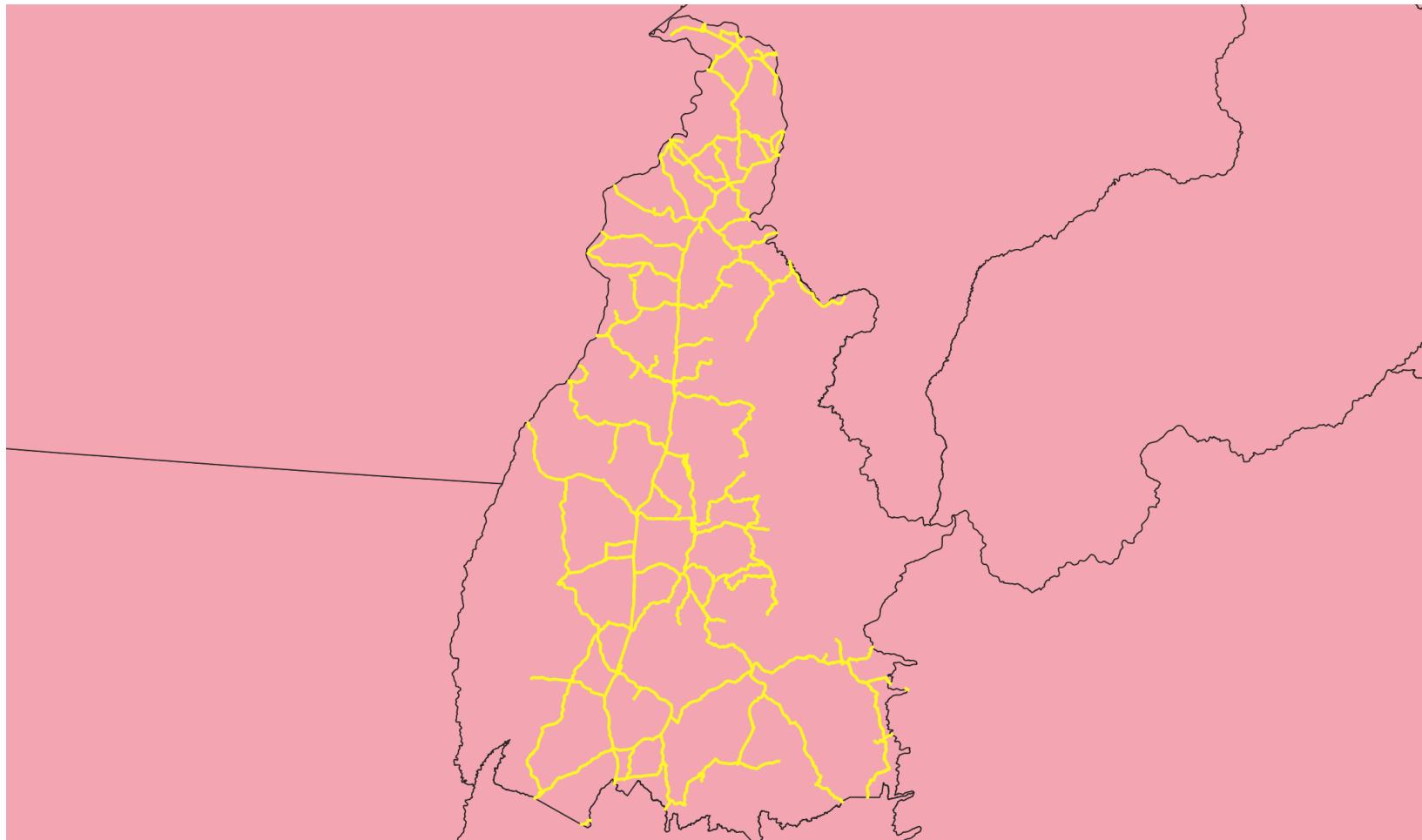
Quais os tipos de solo do Estado do Tocantins?



Qual o tipo de solo predominante em Ouro Preto?



Recuperar os trechos de rodovia no Estado do Tocantins com o tipo de revestimento “Pavimentado”?



Quantos KM de rodovia existem no Estado do Tocantins com o tipo de revestimento “Pavimentado”?

Agregação Espacial

Gerar o mapa de Regiões do Brasil a partir
do mapa de Unidades Federativas.

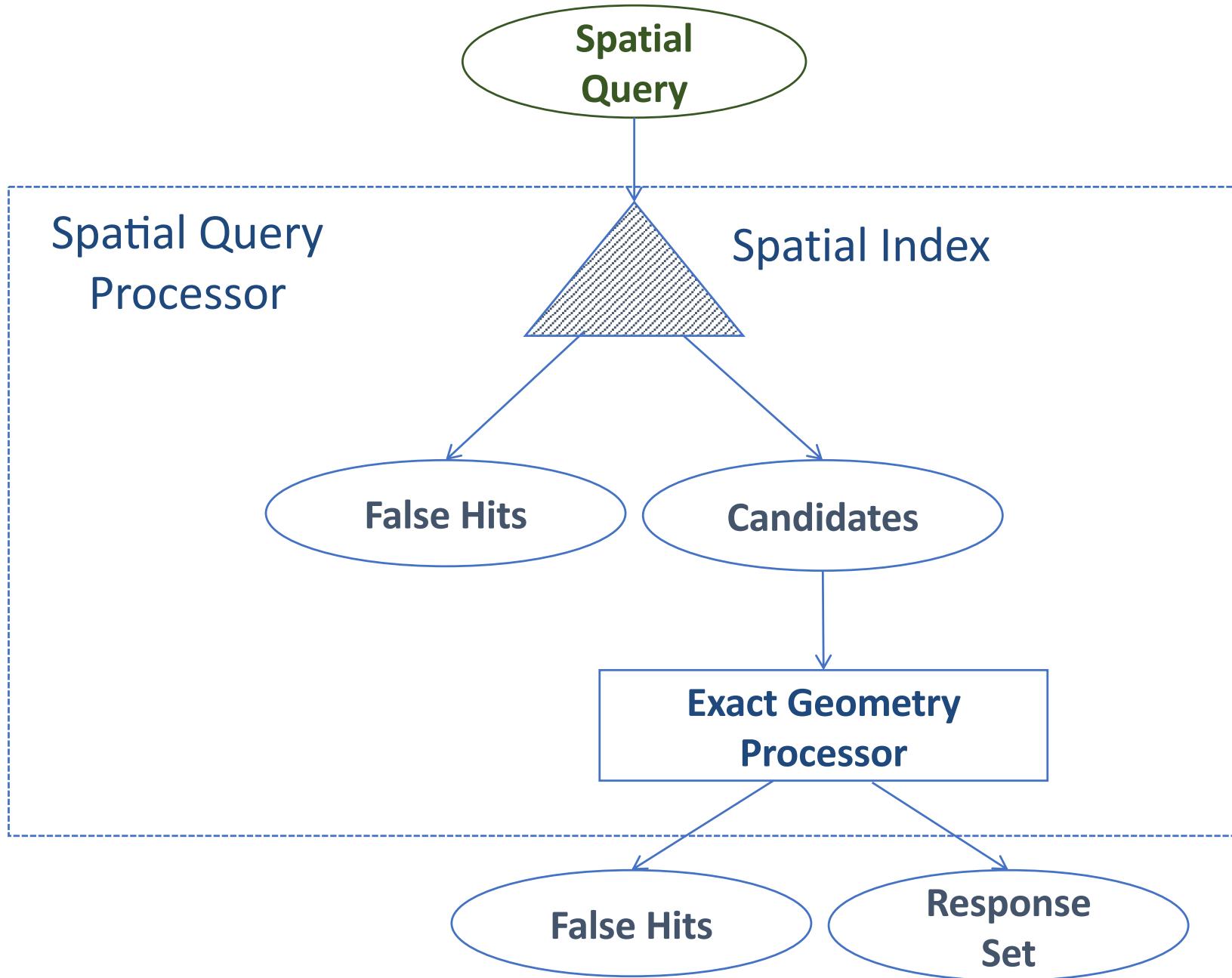


Consultas Gerais

Qual a porcentagem de cada bioma em relação à extensão do Brasil?

Utilizando os dados dos anos de 2017 e 2018 de focos, apresente uma contagem por bioma.

Processamento de Consultas Espaciais



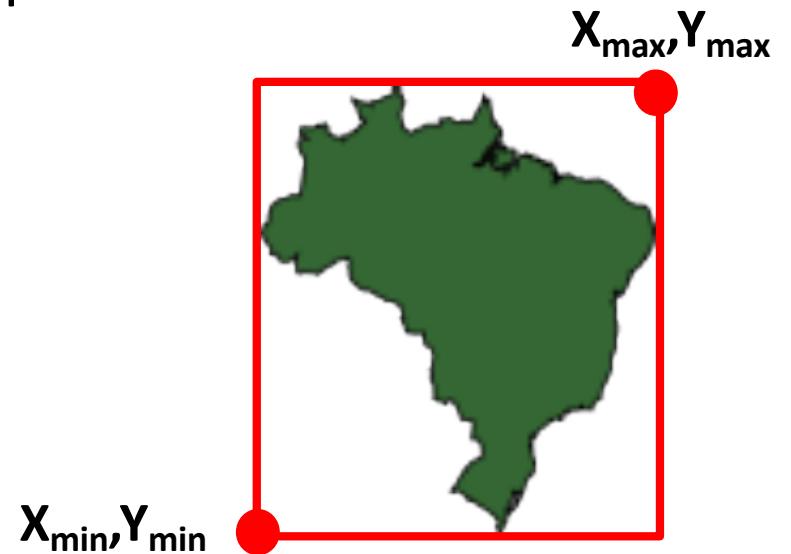
Consultar: Kriegel et al. (1993); Brinkhoff et al. (1994)

Explain analyze

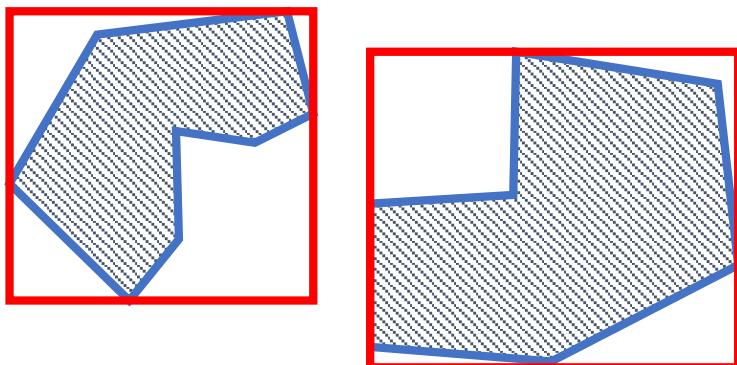
Métodos de Acesso Espacial

Minimum Bounding Rectangle (MBR)

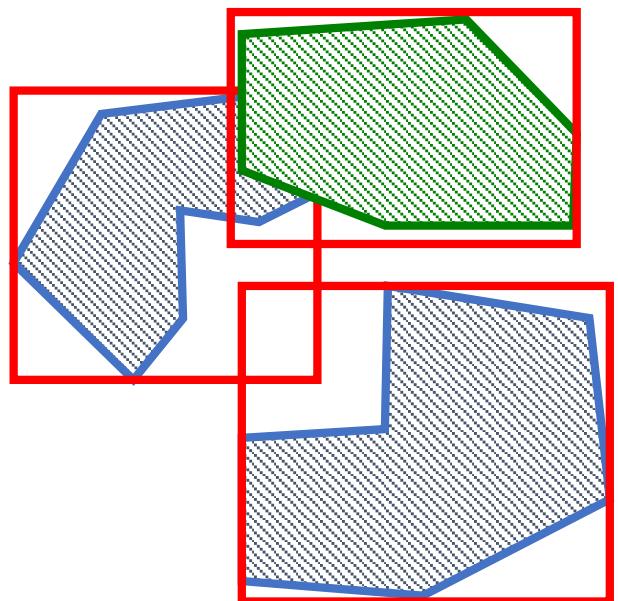
- O retângulo envolvente mínimo (REM) é uma das aproximações mais utilizadas em SIGs:
 - AKA: Minimum Bounding Box (MBB) ou Bounding Box (BBOX);
 - Aproximação para objetos com extensão (linhas e polígonos);
 - No espaço 2D apenas um par de pontos é necessário para representá-lo;
 - Filtro rápido para testes de relacionamento espacial.



Propriedades dos MBRs



Caso 1) Os retângulos não se interceptam: logo as geometrias ***não*** podem intersectar.

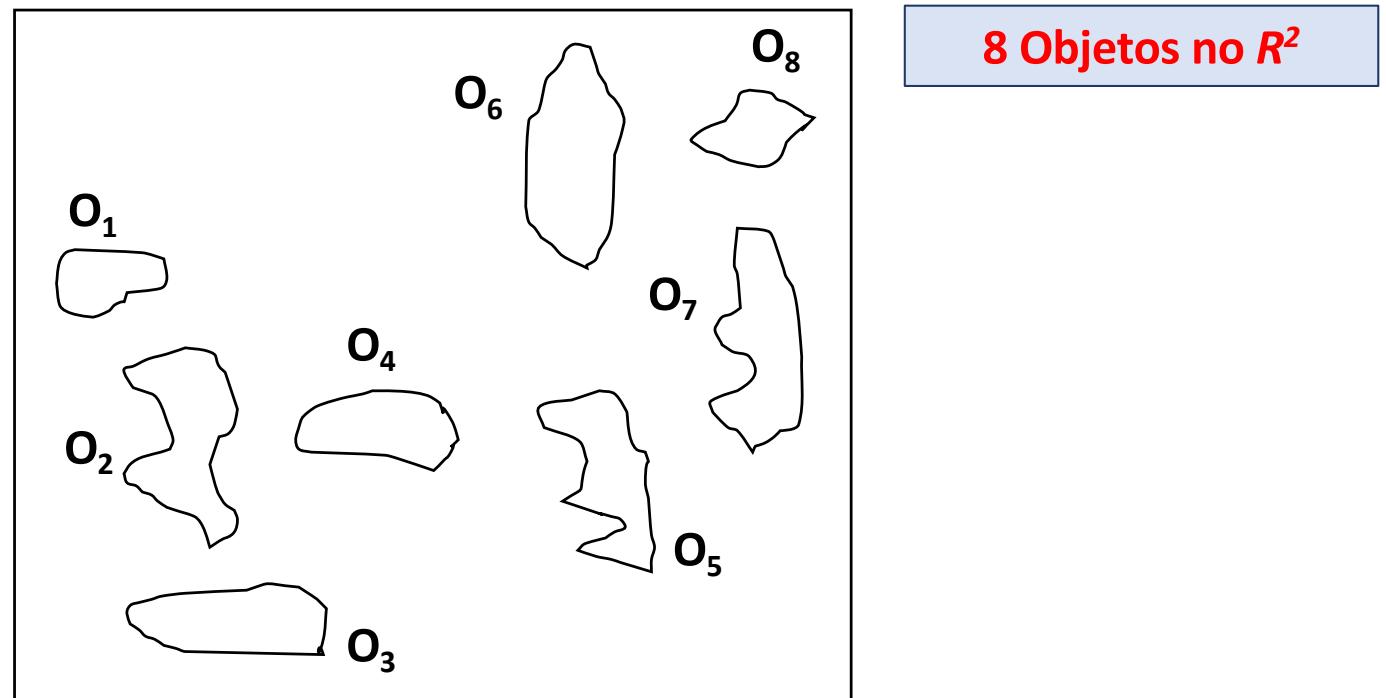


Case 2) Os retângulos se interceptam: logo as geometrias ***podem*** se intersectar.

Árvores-R
(Guttman, 1984)

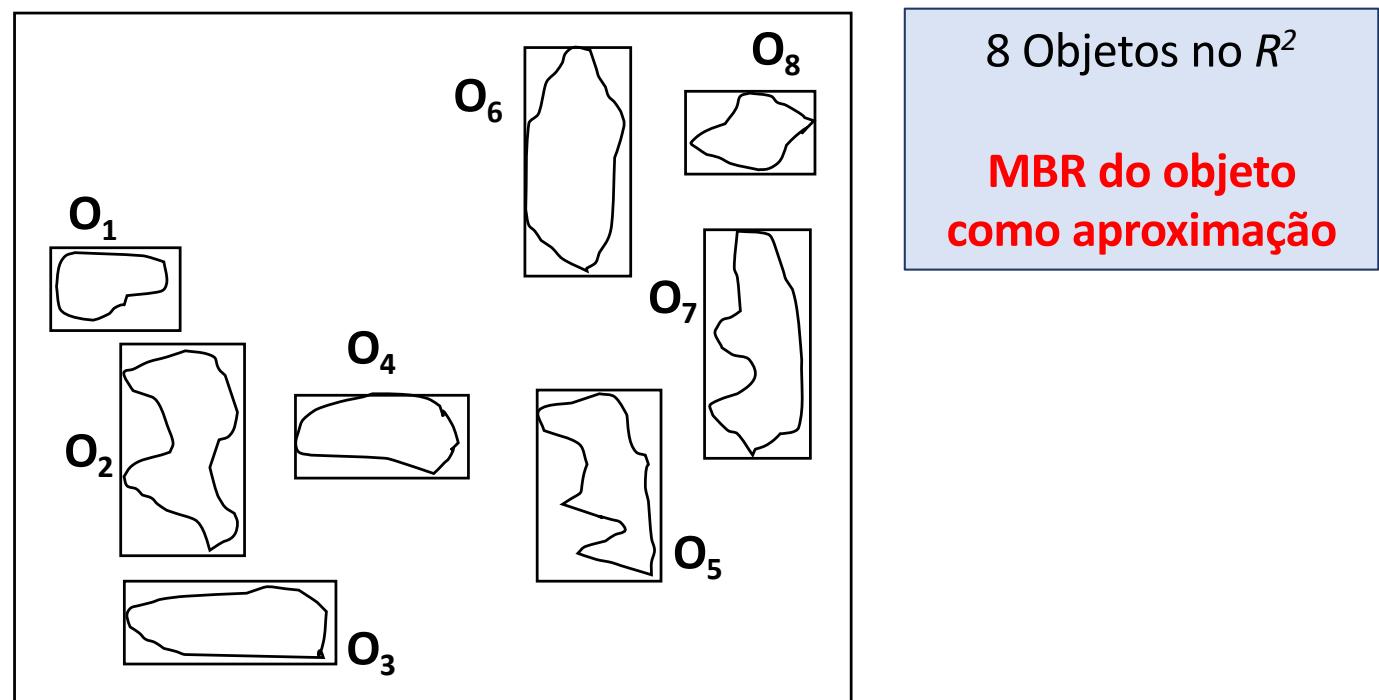
R-tree: Visão Geral

- Dado um conjunto de objetos no espaço R^k ($k > 1$), uma R-tree organiza o espaço subjacente em uma hierarquia de intervalos k-dimensionais (possivelmente com sobreposições):



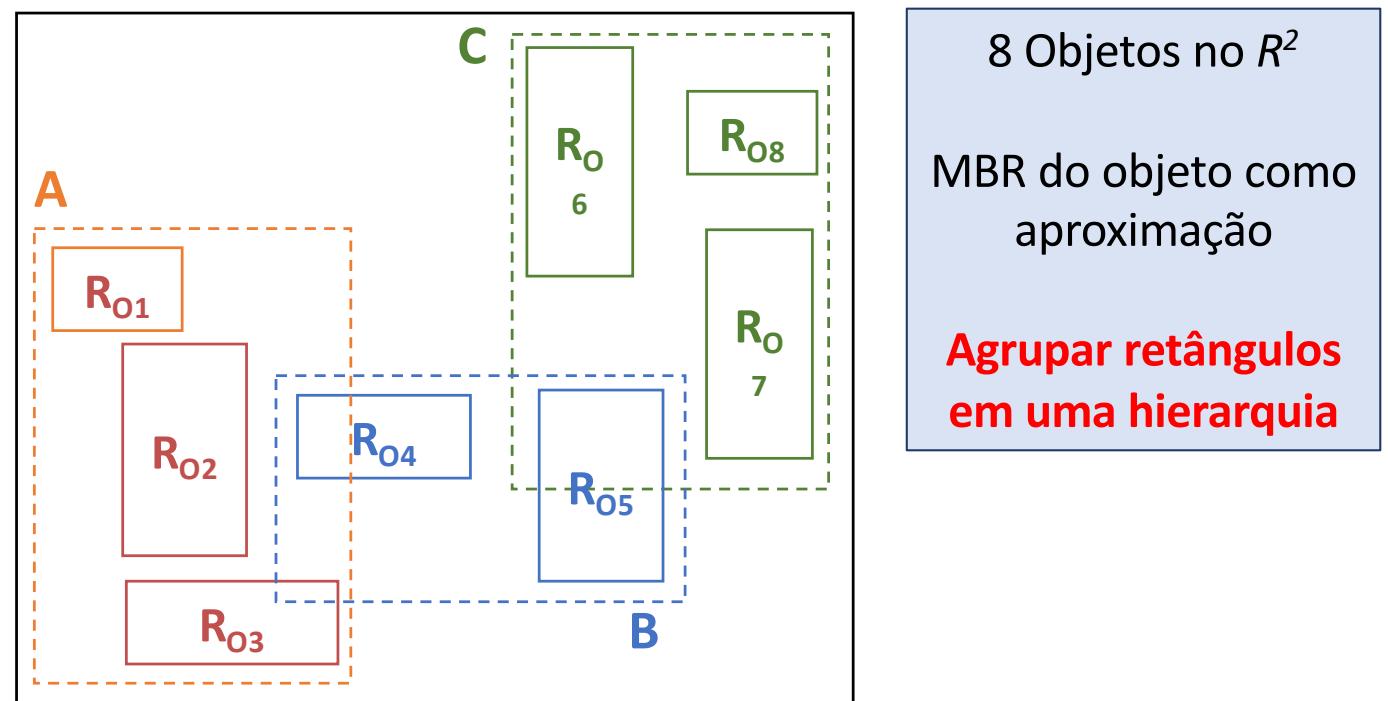
R-tree: Visão Geral

- Dado um conjunto de objetos no espaço R^k ($k > 1$), uma R-tree organiza o espaço subjacente em uma hierarquia de intervalos k-dimensionais (possivelmente com sobreposições):



R-tree: Visão Geral

- Dado um conjunto de objetos no espaço R^k ($k > 1$), uma R-tree organiza o espaço subjacente em uma hierarquia de intervalos k-dimensionais (possivelmente com sobreposições):

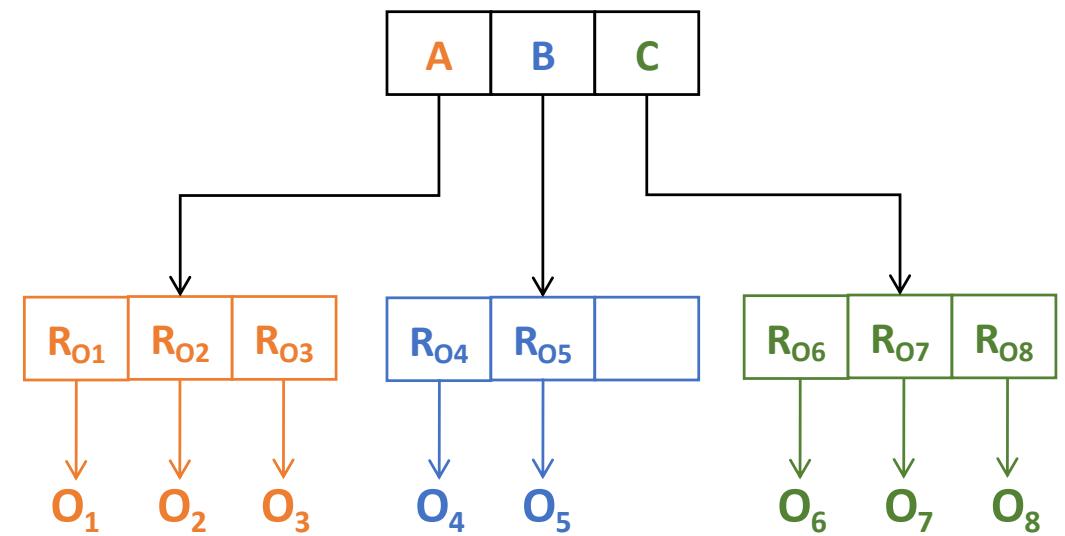
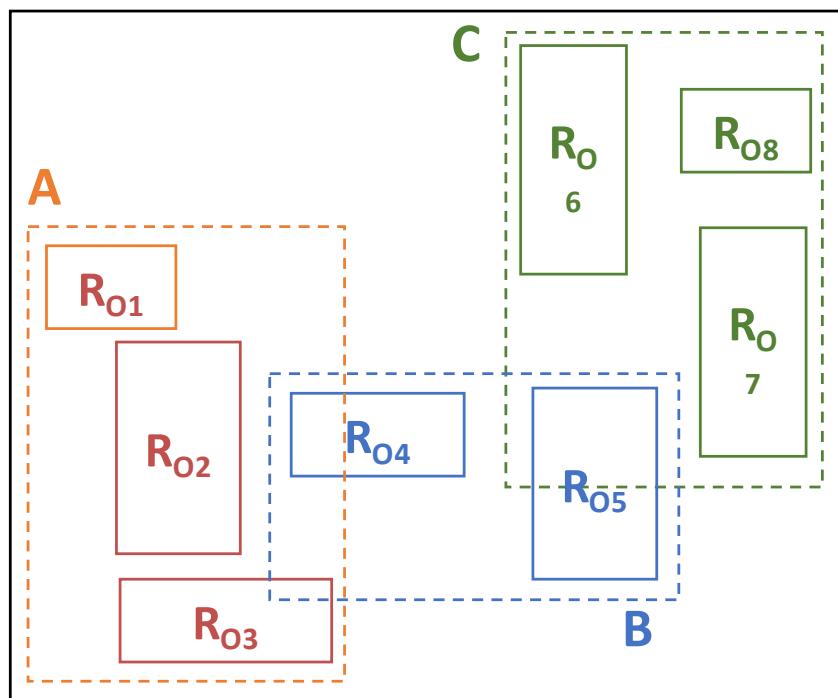


R-tree: Visão Geral

- Intervalos são organizados em uma estrutura de árvore:

- Leaf nodes: $[(I, \text{tuple-id})]$
- Child nodes: $[(I, \text{child-ptr})]$

$$I = (I_0, I_1, \dots, I_{k-1})$$
$$I_i = [a, b]$$



Uma R-tree deve satisfazer as seguintes propriedades

- O número máximo de entradas em um nó: M
- O número mínimo de entradas em um nó: $m \geq \frac{M}{2}$
- Todo nó contém entre m e M entradas válidas, a menos do nó raiz.
- Se a árvore tiver mais do que um nível, a raiz terá ao menos dois descendentes.
- Para cada entrada da forma $(I, \text{child-ptr})$, I é o menor intervalo a conter os intervalos do nó descendente.
- Para cada entrada da forma $(I, \text{tuple-id})$, I é o menor intervalo contendo o objeto espacial.
- Todas as folhas encontram-se no mesmo nível.

R-tree: Propriedades

- A altura de uma R-tree indexando N objetos espaciais é: $(\log_m N) - 1$

- O número máximo de nós é dado por:

$$\left\lceil \frac{N}{m} \right\rceil + \left\lceil \frac{N}{m^2} \right\rceil + \dots + 1$$

- O pior caso de utilização de espaço dos nós (exceto a raiz): $\frac{m}{M}$

R-tree: Pesquisa Intervalo

- Travessia top-down:

Description:

n -> search node

I -> search interval

1. **search(n, I)**
2. **if(is_not_leaf(n))**
3. **for_all entry in n do**
4. **if(intersects(entry.I, I))**
5. **search(entry.child-ptr, I)**
6. **else /* it is a leaf node */**
7. **for_all entry in n do**
8. **if(intersects(entry.I, I))**
9. **emit_found_candidate(entry.tuple-id)**

Árvores-R no PostgreSQL/PostGIS

Criação de Índices Espaciais

- O PostGIS implementa um R-tree sobre o GiST do PostgreSQL.
- Para cria um índice espacial em uma coluna geométrica podemos usar a seguinte sintaxe:

```
CREATE INDEX spidx_tabela_col  
          ON tabela  
USING gist(coluna_geom);
```

- Ver a definição das tabelas importadas para o banco de dados.

Restrições de Integridade Espacial

Considerações Finais

Considerações Finais

- Nesta aula apresentamos as diversas formas de carregar dados geográficos em um SGBD PostgreSQL com a extensão PostGIS.
- Apresentamos as principais técnicas para construção de consultas espaciais (junção espacial).
- Discutimos a criação e uso de índices espaciais para processamento das consultas espaciais.
- A próxima aula irá endereçar o tópico de restrições de integridade espacial.

Referências Bibliográficas

Artigos

- GAEDE, V.; GÜNTHER, O. *Multidimensional access methods*. ACM Computing Surveys, v. 30, p. 170-231, 1998.
- Kriegel H.-P., Brinkhoff T., Schneider R. *Efficient Spatial Query Processing in Geographic Database Systems*. IEEE Data Engineering Bulletin, Vol. 16, No. 3, 1993, pp. 10-15.
- Thomas Brinkhoff, Hans-Peter Kriegel, and Bernhard Seeger. 1993. *Efficient processing of spatial joins using R-trees*. SIGMOD Rec. 22, 2 (June 1993), 237-246.
- Comer, D. *The Ubiquitous B-tree*. ACM Computing Surveys, v. 11, n. 2, Junho 1979.