



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina

CURSO TÉCNICO EM GEOPROCESSAMENTO

GEOPROCESSAMENTO APLICADO (GEOA)

Estudo prático 4

Problema

Os postos de saúde da região central do seu município estão com muita demanda. Espacialize as unidades de saúde e veja se a disposição parece atender todo o município.

Aplique a geocodificação para localizar os postos de saúde – utilize os dados vinculados ao SUS <https://cnes.datasus.gov.br/>

GEOCODIFICAÇÃO

A Geocodificação de Endereços (Address Geocoding), transforma um conjunto de endereços fornecido pelo usuário em uma lista de pontos com coordenadas em decimal.

É uma ferramenta utilizada quando dados pontuais precisam ser tratados espacialmente, suas coordenadas não estão disponíveis, mas são conhecidos seus endereços.

O objetivo da geocodificação de endereços é determinar, por estimativa, a posição geográfica correspondente a cada endereço.

Possibilidade de execução no aplicativo online Google Planilhas de uso gratuito.

É importante estar logado em uma conta do Google Drive. A cota diária para utilização do serviço de forma gratuita é de dois mil registros.

GEOCODIFICAÇÃO INVERSA/REVERSA

Tabela de Endereços

| LOCATION | OBJECTID | CASE_NUM | TYPE | REPORT_DA |
|--------------------|----------|-----------|------|-----------|
| 145 S CHURCH ST | 33 | 990302252 | 7 | 3/20/99 |
| 1711 N ORANGE ST | 36 | 990100032 | 3 | 1/2/99 |
| 1702 N ORANGE ST | 38 | 990302093 | 3 | 3/15/99 |
| 1144 OCCIDENTAL DR | 53 | 990302239 | 6 | 3/20/99 |

Geocodificação



Geocodificação
inversa



Endereços
Geocodificados



GEOCODIFICAÇÃO - erros

- Endereços não consistentes

Rua Primeiro de Maio

≠

R. 1 de maio

Avenida General Sidônio Dias Corrêa

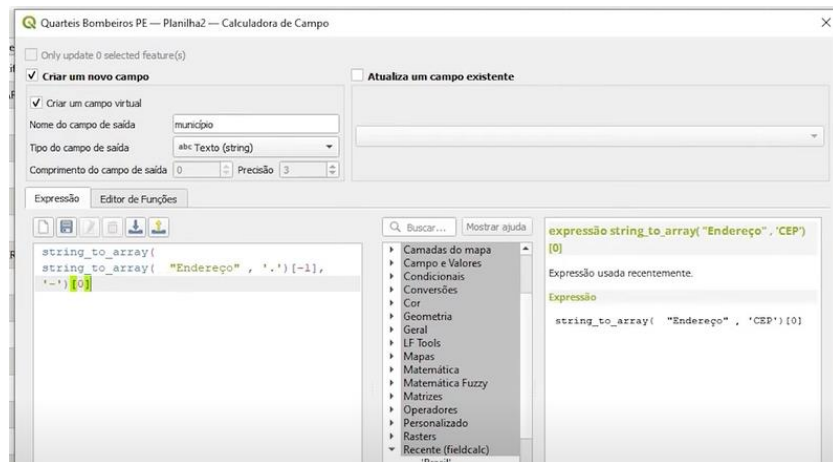
≠

Av. Gen. Sidônio D. Corrêa

GEOCODIFICAÇÃO – erros

A geocodificação depende da organização dos dados na tabela. Em alguns casos é melhor ter os dados em colunas separadas e concatenar. A falta de padronização pode forçar um ajuste manual.

Por exemplo, quebrar o endereço por array para suprimir informações que possam estar atrapalhando o processo. Fica mais fácil ajustar no excel/csv ou no qgis mesmo. Para utilizar no mmqgis é importante ter as colunas com cidade, estado e país em separado (para geocodificação). Para a reserva o mmqgis é mais interessante.



GEOCODIFICAÇÃO - DEMANDAS

Geocodificação de interiores

Geocodificação tridimensional

Geoparsing

Integração entre diferentes línguas

GEOPARSING

Processo que reconhece **nomes de lugares** e os localiza com coordenadas.

Para preencher a lacuna entre a informação linguística e geoespacial, o texto deve ser analisado e transformado. Em outras palavras, deve ser analisado.

A geoparsing pode ser dividida em duas subtarefas: reconhecimento de topônimos e resolução de topônimos. No primeiro, a tarefa é encontrar topônimos em meio aos fluxos de texto e no segundo, localizar corretamente os topônimos reconhecidos.

<https://blogs.helsinki.fi/digital-geography/2022/05/16/geoparsing-how-to-gain-location-information-from-finnish-texts/>

<https://blogs.helsinki.fi/digital-geography/2023/05/04/how-is-our-research-related-to-sustainable-development-goals-sdgs/>

GEOPARSING

Endereço Absoluto

- CEP, Número, Rua, Bairro, Cidade, Estado, País

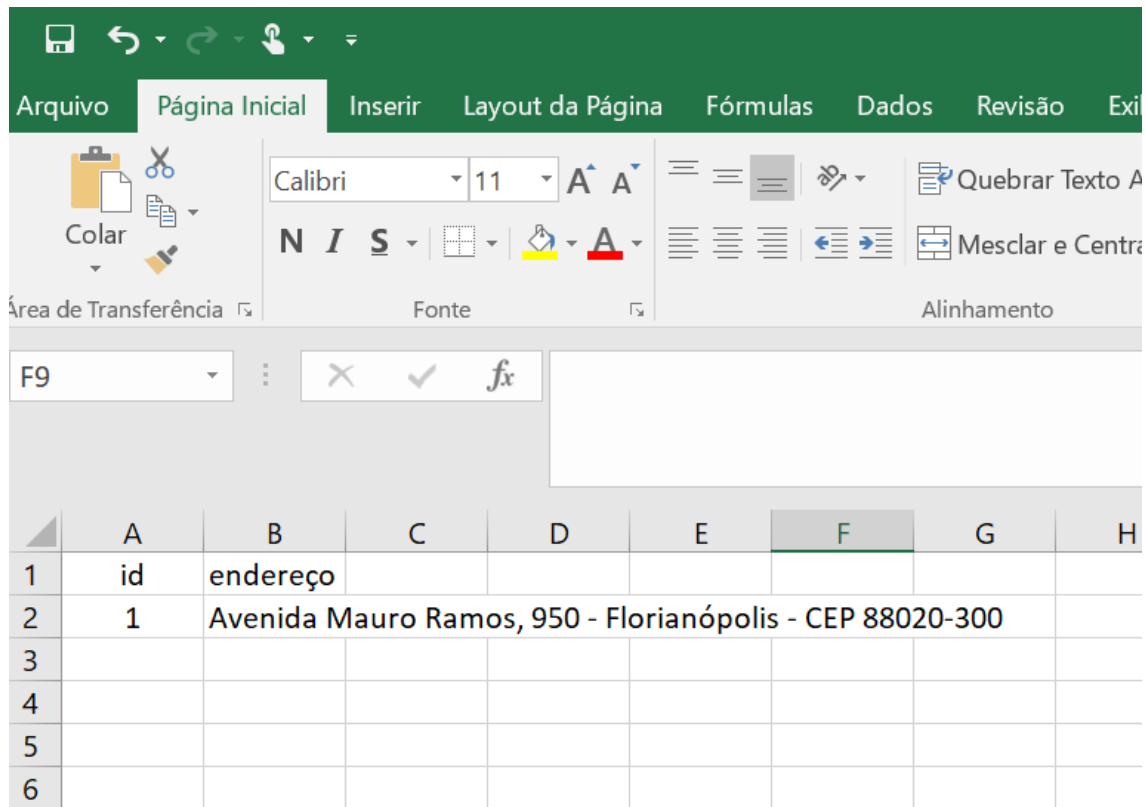
Endereço Relativo

- “Atrás do mercado”
- “Do outro lado da rua”
- “Vinte quilômetros a nordeste de Jalalabad”

Geocodificação: pesquisa de endereços estruturados
(endereço absoluto)

Geoparsing: traduzir informação geográfica de textos
livres (predominam endereços relativos)

Criar uma planilha com os endereços (única coluna)



GEOCODIFICAÇÃO – Google Earth Pro

Salvar em xlsx (para garantir os dados) e em csv.

Abrir o Google Earth Pro e adicionar os csv em arquivo – abrir.

Obs: habilitar na lista “todos os arquivos” (ctrl + o).

Localizar o csv e adicionar

Na caixa que se abre deixar: delimitado; outro (;); codificação Windows-1252 e veja se a visualização está de acordo com a tabela.

Clique em avançar

GEOCODIFICAÇÃO – Google Earth Pro

Marcar a opção “Este conjunto de dados não contém informações de lat/long somente endereços” e avance

Na caixa seguinte indique que “Este conjunto de dados contém um campo de endereço”

Em campo Endereço que está habilitado com N/D coloque “endereço”. Clique em avançar.

Confirme que a coluna ID é inteiro (número) e a endereço é sequencia de caracteres e conclua o processo.

GEOCODIFICAÇÃO – Google Earth Pro

Ele pode informar sobre a inconsistência de algum endereço, anote o numero da linha para conferir depois no arquivo slsx.

Em aplicar um modelo aos recursos absorvidos indique “não”

Na coluna de lugares o item aparecerá desabilitado, habilite e abra a “árvore” para localizar os pontos individualmente.

Para obter as coordenadas, clique com o botão direito sobre a camada e salve como KMZ/KML
– Abrir no qgis e exportar como shape (clica em cima em guardar...).

Geocodificação diretamente no Google Planilhas

Entrar no google e localizar o google planilhas no menu à direita;



Na planilha, adicionar dados de endereços.

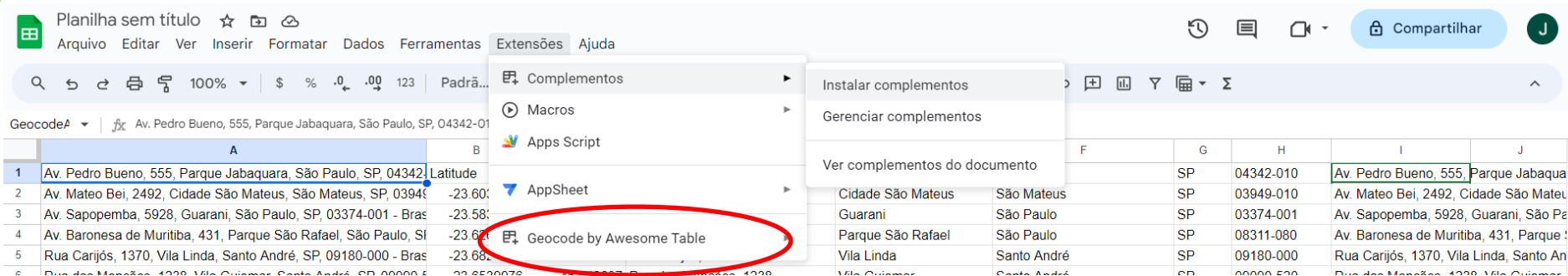
Se os dados estiverem em colunas separadas, usar uma coluna para concatenar as colunas

A função fica =CONCATENAR(D1,"",",",E1,"",",F1) (aqui está com , mas o separador é **ponto e vírgula ;** (trocou no formato final).

Puxar a fórmula para todas as células com endereços.

Geocodificação diretamente no Google Planilhas

No menu do google planilhas procurar por extensões – complementos – instalar complementos para localizar “Geocode by Awesome Table”



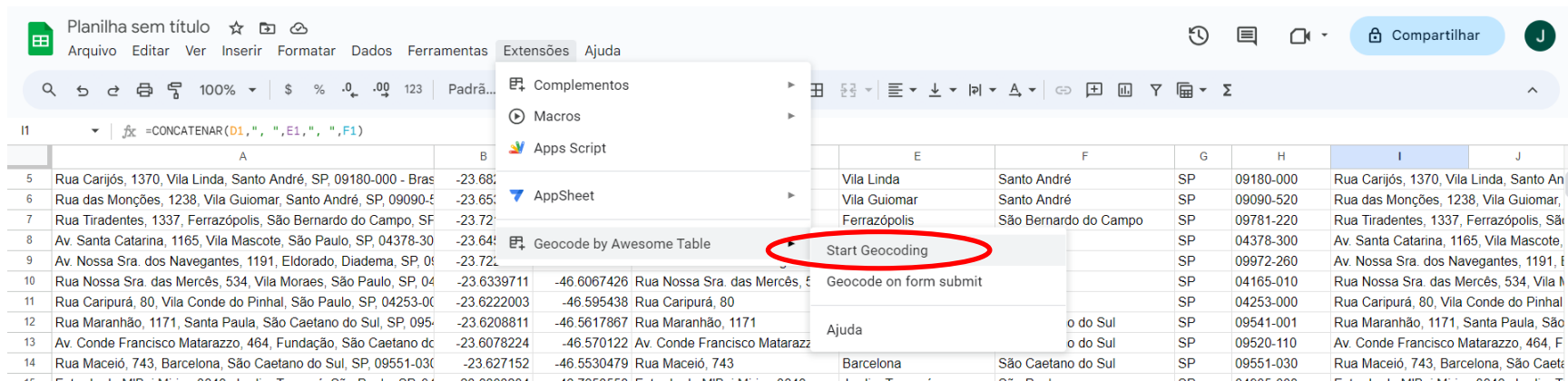
The screenshot shows the Google Sheets interface with the 'Extensões' (Extensions) menu open. The 'Geocode by Awesome Table' option is highlighted with a red circle. The spreadsheet contains a table with columns A and B, and rows 1 through 6. The data in the table is as follows:

| | A | B |
|---|--|----------|
| 1 | Av. Pedro Bueno, 555, Parque Jabaquara, São Paulo, SP, 04342-010 | Latitude |
| 2 | Av. Mateo Bei, 2492, Cidade São Mateus, São Mateus, SP, 03949-010 | -23.60 |
| 3 | Av. Sapopemba, 5928, Guarani, São Paulo, SP, 03374-001 - Bras | -23.58 |
| 4 | Av. Baronesa de Muritiba, 431, Parque São Rafael, São Paulo, SP, 08311-080 | -23.60 |
| 5 | Rua Carijós, 1370, Vila Linda, Santo André, SP, 09180-000 - Bras | -23.68 |
| 6 | Rua das Mãos, 4328, Vila Quijamas, Santo André, SP, 09000-500 | -23.65 |

Para habilitar a função pode ser necessário fechar e abrir novamente a planilha

Geocodificação diretamente no Google Planilhas

Com a ferramenta adicionada iniciar o item em Start Geocoding – abrirá uma aba para confirmar a planilha e a coluna que esta com o dado que será geocodificado (concatenado).



The screenshot shows a Google Sheets interface with a spreadsheet titled 'Planilha sem título'. The 'Extensões' (Extensions) menu is open, displaying a list of installed add-ons. The 'Geocode by Awesome Table' add-on is selected, and its sub-menu is visible, with 'Start Geocoding' highlighted by a red circle. The spreadsheet data includes columns A through J, with rows 5 through 14 containing address information and coordinates. The formula bar shows the formula: `=CONCATENAR(D1," ", "E1"," ",F1)`.

| | A | B | E | F | G | H | I | J |
|----|--|-------------|--------------|-------------------------------|----|-----------|---|---|
| 5 | Rua Carijós, 1370, Vila Linda, Santo André, SP, 09180-000 - Bras | -23.68; | Vila Linda | Santo André | SP | 09180-000 | Rua Carijós, 1370, Vila Linda, Santo An | |
| 6 | Rua das Monções, 1238, Vila Guiomar, Santo André, SP, 09090-5 | -23.65; | Vila Guiomar | Santo André | SP | 09090-520 | Rua das Monções, 1238, Vila Guiomar, | |
| 7 | Rua Tiradentes, 1337, Ferrazópolis, São Bernardo do Campo, SF | -23.72 | Ferrazópolis | São Bernardo do Campo | SP | 09781-220 | Rua Tiradentes, 1337, Ferrazópolis, São | |
| 8 | Av. Santa Catarina, 1165, Vila Mascote, São Paulo, SP, 04378-30 | -23.64; | | | SP | 04378-300 | Av. Santa Catarina, 1165, Vila Mascote, | |
| 9 | Av. Nossa Sra. dos Navegantes, 1191, Eldorado, Diadema, SP, 0 | -23.72; | | | SP | 09972-260 | Av. Nossa Sra. dos Navegantes, 1191, E | |
| 10 | Rua Nossa Sra. das Mercês, 534, Vila Moraes, São Paulo, SP, 04 | -23.6339711 | -46.6067426 | Rua Nossa Sra. das Mercês, 5 | SP | 04165-010 | Rua Nossa Sra. das Mercês, 534, Vila M | |
| 11 | Rua Caripurá, 80, Vila Conde do Pinhal, São Paulo, SP, 04253-00 | -23.6222003 | -46.595438 | Rua Caripurá, 80 | SP | 04253-000 | Rua Caripurá, 80, Vila Conde do Pinhal | |
| 12 | Rua Maranhão, 1171, Santa Paula, São Caetano do Sul, SP, 095 | -23.6208811 | -46.5617867 | Rua Maranhão, 1171 | SP | 09541-001 | Rua Maranhão, 1171, Santa Paula, São | |
| 13 | Av. Conde Francisco Matarazzo, 464, Fundação, São Caetano do | -23.6078224 | -46.570122 | Av. Conde Francisco Matarazzo | SP | 09520-110 | Av. Conde Francisco Matarazzo, 464, F | |
| 14 | Rua Maceió, 743, Barcelona, São Caetano do Sul, SP, 09551-030 | -23.627152 | -46.5530479 | Rua Maceió, 743 | SP | 09551-030 | Rua Maceió, 743, Barcelona, São Caet | |

Em seguida o programa gerará uma coluna com os dados de lat/long mas os dados estão em formatos não decimais. Ajustar em arquivo – configurações e escolher o padrão **Estados Unidos**.

Geocodificação diretamente no Google Planilhas

Configurações desta planilha ×

Geral Cálculo

Localidade

Estados Unidos ▼

Isto afeta os detalhes de formatação, como funções, datas e moeda.

Fuso horário

(GMT-03:00) Sao Paulo ▼

O histórico da sua planilha será gravado neste fuso horário. Este procedimento afetará todas as funções de tempo.

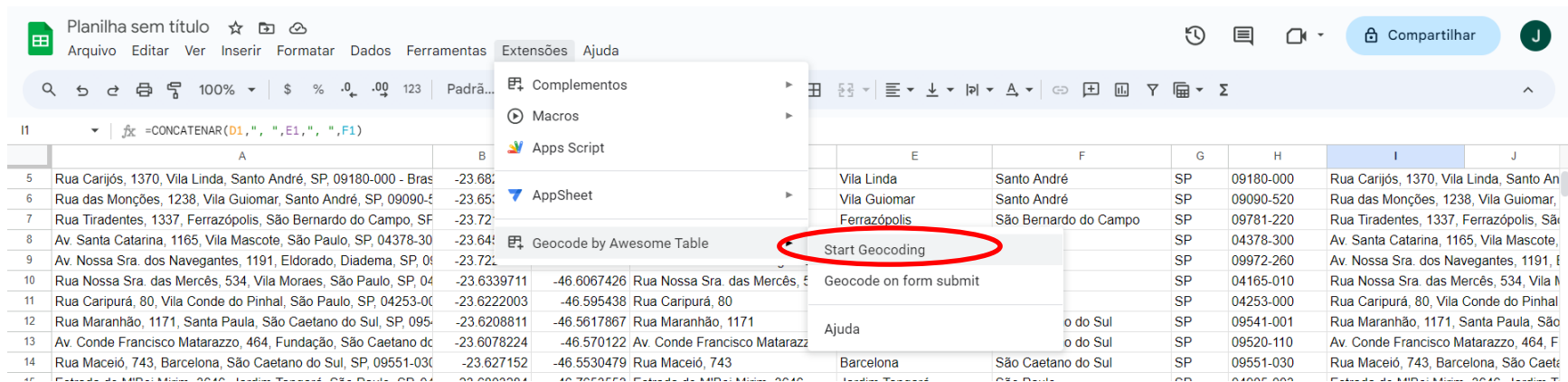
Idioma de exibição: [Português \(Brasil\)](#)

☐ Sempre usar os nomes de funções em inglês

Cancelar Salvar definições

A planilha será atualizada: onde está . ponto ele trocará por , vírgula. Então neste caso, apaga as colunas da lat/long e pede para processar novamente.

Geocodificação diretamente no Google Planilhas



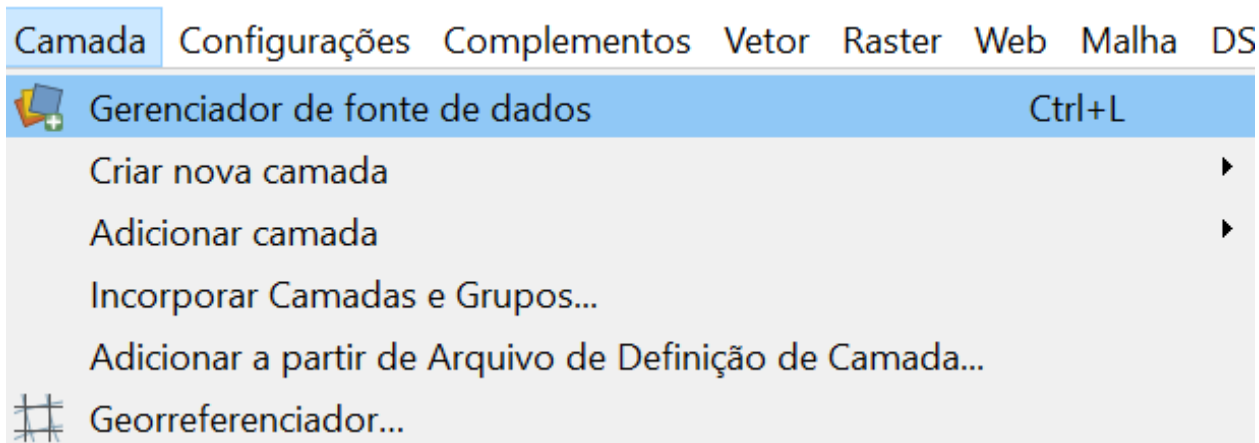
The screenshot shows a Google Sheets spreadsheet with a table of addresses in columns A and B. The formula bar at the top displays `=CONCATENAR(D1," ",E1," ",F1)`. The 'Extensões' (Extensions) menu is open, showing the 'Geocode by Awesome Table' extension. The 'Start Geocoding' option is highlighted with a red circle. The spreadsheet data is as follows:

| | A | B |
|----|--|-------------|
| 5 | Rua Carijós, 1370, Vila Linda, Santo André, SP, 09180-000 - Bras | -23.68; |
| 6 | Rua das Monções, 1238, Vila Guiomar, Santo André, SP, 09090-5 | -23.65; |
| 7 | Rua Tiradentes, 1337, Ferrazópolis, São Bernardo do Campo, SP | -23.72; |
| 8 | Av. Santa Catarina, 1165, Vila Mascote, São Paulo, SP, 04378-30 | -23.64; |
| 9 | Av. Nossa Sra. dos Navegantes, 1191, Eldorado, Diadema, SP, 09 | -23.72; |
| 10 | Rua Nossa Sra. das Mercês, 534, Vila Moraes, São Paulo, SP, 04 | -23.6339711 |
| 11 | Rua Caripurá, 80, Vila Conde do Pinhal, São Paulo, SP, 04253-00 | -23.6222003 |
| 12 | Rua Maranhão, 1171, Santa Paula, São Caetano do Sul, SP, 095 | -23.6208811 |
| 13 | Av. Conde Francisco Matarazzo, 464, Fundação, São Caetano do | -23.6078224 |
| 14 | Rua Maceió, 743, Barcelona, São Caetano do Sul, SP, 09551-030 | -23.627152 |

Agora os dados serão gerados de forma automática no formato decimal adequado.

Adicionar shapefile de pontos a partir dos dados

Para adicionar os dados em planilha ou bloco de notas e criar um shapefile a partir disso basta ter acesso aos dados (planilha ajustada) e importar no qgis em:



GEOCODIFICAÇÃO reversa

Na planilha é importante manter a ordem da latitude primeiro, seguida da longitude – apenas estes dois campos cada um na sua célula de acordo com o script criado.


Esse script não aceita a vírgula como separador de casas decimais.

Fazer uma cópia desta planilha no google drive. Inserir as coordenadas (lat/long) e puxar a linha do endereço para trazer a “fórmula”. A planilha vai ser preenchida sozinha ao indicar as coordenadas

GEOCODIFICAÇÃO reserva planilha

A planilha ficará com os dados do endereço todos juntos (única célula) e as coordenadas estarão em células separadas.

Se copiar e colar para outra planilha (fora do google) as coordenadas ficarão com separador de milhar, por isso, salvar em csv a partir da ferramenta do google planilha – salvar como – CSV.

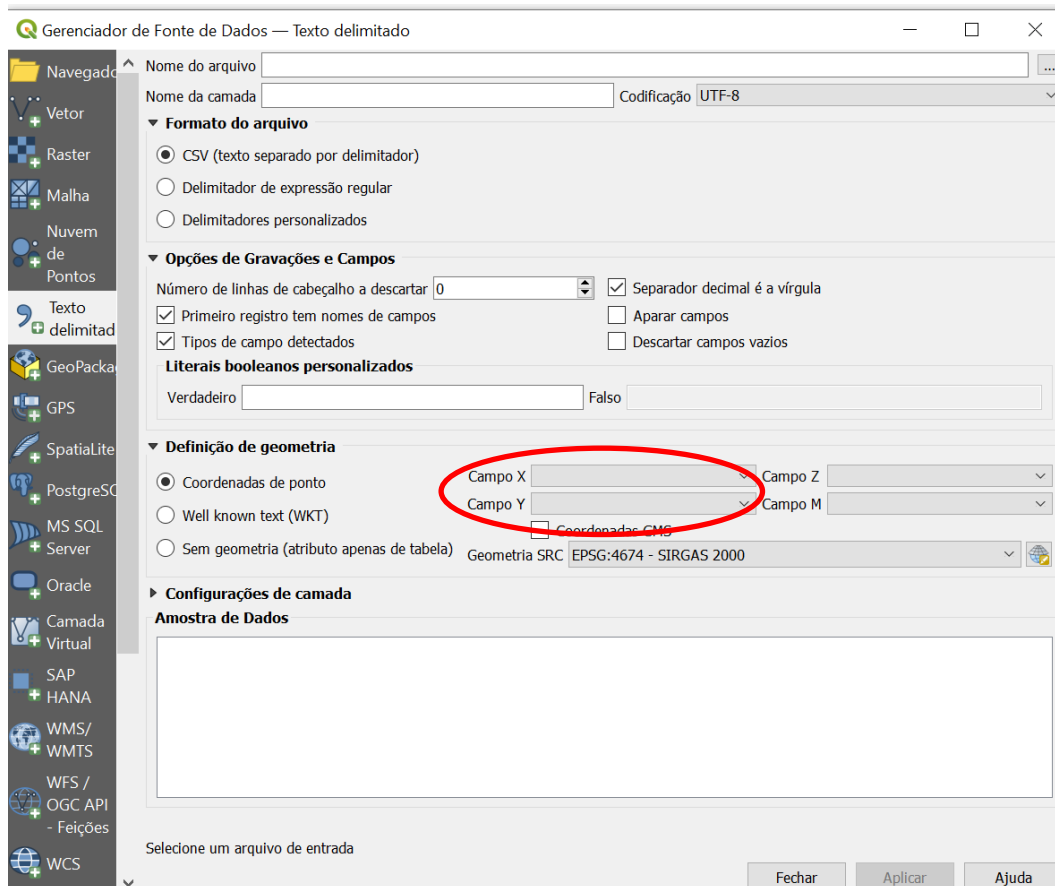
Para importar o arquivo para o qgis utilizar a ferramenta “gerenciador de fontes de dados livres”  ou clique em ctrl + L

GEOCODIFICAÇÃO reversa planilha

Localize nas reticências o arquivo, ajuste para UTF-8 a codificação.

Confirme ser um csv e selecione os três itens na coluna do meio.

Indique as coordenadas do ponto indicando no campo x o campo com a longitude e no y o campo com a latitude. Acerte o EPSG e clique em aplicar.



Gerenciador de Fonte de Dados — Texto delimitado

Nome do arquivo

Nome da camada Codificação UTF-8

Formato do arquivo

- ☒ CSV (texto separado por delimitador)
- ☐ Delimitador de expressão regular
- ☐ Delimitadores personalizados

Opções de Gravações e Campos

Número de linhas de cabeçalho a descartar ☒ Separador decimal é a vírgula

☒ Primeiro registro tem nomes de campos ☐ Aparar campos

☒ Tipos de campo detectados ☐ Descartar campos vazios

Literais booleanos personalizados

Verdadeiro Falso

Definição de geometria

- ☒ Coordenadas de ponto
- ☐ Well known text (WKT)
- ☐ Sem geometria (atributo apenas de tabela)

Geometria SRC EPSG:4674 - SIRGAS 2000

Configurações de camada

Amostra de Dados

Seleção de campos:

| Nome do campo | Selecione um campo |
|---------------|----------------------|
| Campo X | <input type="text"/> |
| Campo Y | <input type="text"/> |
| Campo Z | <input type="text"/> |
| Campo M | <input type="text"/> |

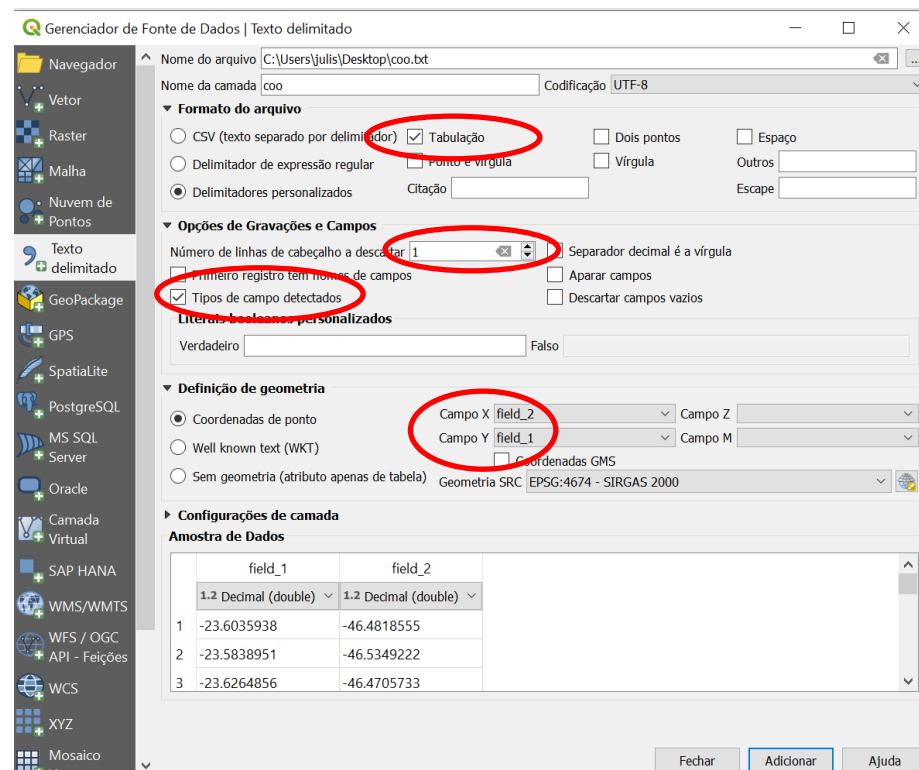
Fechar Aplicar Ajuda

GEOCODIFICAÇÃO REVERSA/INVERSA MMQGIS

Pode ser importante saber um endereço por meio das coordenadas em grau decimal e isso é possível a partir da geocodificação reversa.

Neste caso as coordenadas devem ser colocadas em um csv ou bloco de notas (bloco de notas é melhor pois as coordenadas já ficam separadas por tabulação).

No QGIS adicionar o bloco de notas indicando as coordenadas (x long y lat) texto delimitado.



Gerenciador de Fonte de Dados | Texto delimitado

Nome do arquivo: C:\Users\julis\Desktop\coo.txt

Nome da camada: coo Codificação: UTF-8

Formato do arquivo

- ☐ CSV (texto separado por delimitador)
- ☒ Tabulação
- ☐ Dois pontos
- ☐ Espaço
- ☐ Delimitador de expressão regular
- ☐ Ponto e vírgula
- ☐ Vírgula
- ☐ Outros:
- ☒ Delimitadores personalizados
- Citação:
- Escape:

Opções de Gravações e Campos

Número de linhas de cabeçalho a descartar: 1

☐ Primeiro registro tem nomes de campos

☒ Tipos de campo detectados

☐ Separador decimal é a vírgula

☐ Aparar campos

☐ Descartar campos vazios

Definição de geometria

☒ Coordenadas de ponto

☐ Well known text (WKT)

☐ Sem geometria (atributo apenas de tabela)

Campo X: field_2

Campo Y: field_1

Campo Z:

Campo M:

☐ Coordenadas GMS

Geometria SRC: EPSG:4674 - SIRGAS 2000

Configurações de camada

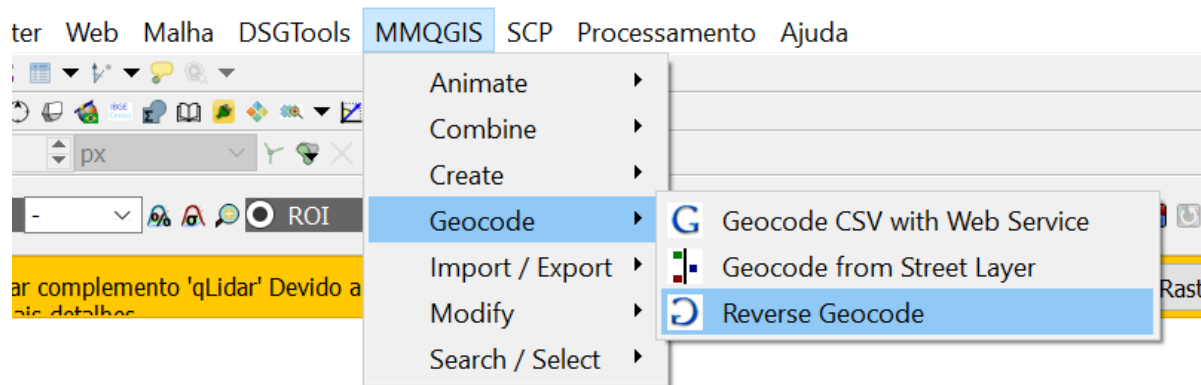
Amostra de Dados

| | field_1 | field_2 |
|---|----------------------|----------------------|
| | 1.2 Decimal (double) | 1.2 Decimal (double) |
| 1 | -23.6035938 | -46.4818555 |
| 2 | -23.5838951 | -46.5349222 |
| 3 | -23.6264856 | -46.4705733 |

Fechar Adicionar Ajuda

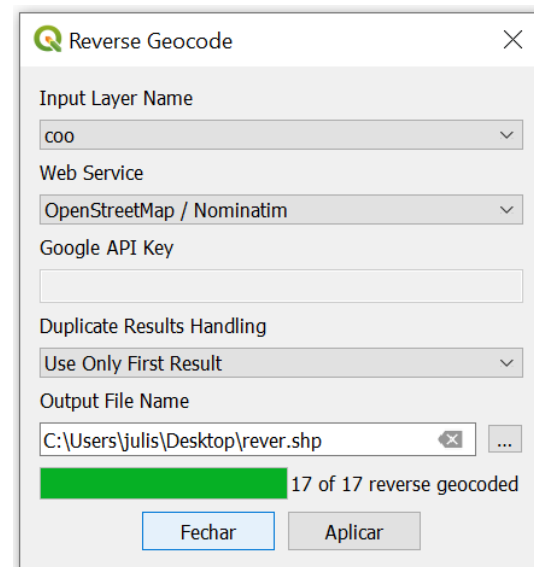
GEOCODIFICAÇÃO REVERSA - MMQGIS

No QGIS ir na aba mmqgis e localizar - geocode - reverse geocode



No QGIS ir na aba mmqgis e localizar - geocode - reverse geocode

Alguns resultados não trazem o numero da edificação,
Ainda assim o endereço é útil



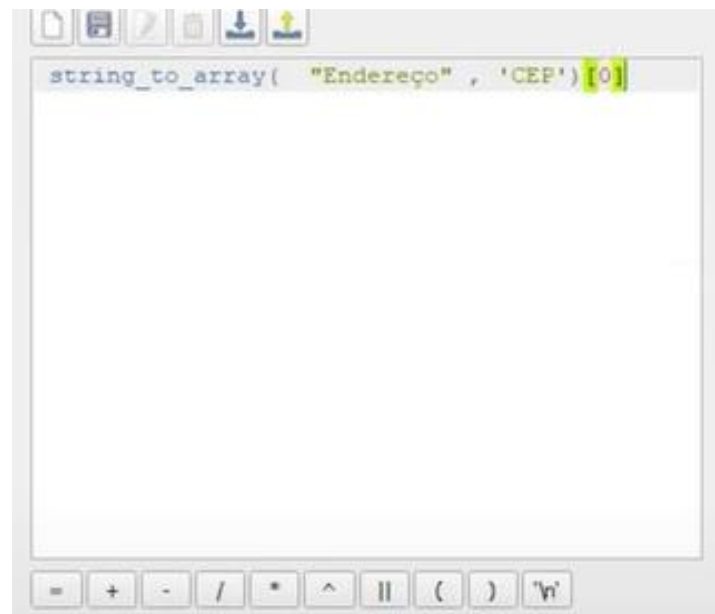
GEOCODIFICAÇÃO EM LOTE

Há uma ferramenta nativa no QGIS chamada **Geocodificador nominatim em lote**, mas há restrição no formato dos dados (não pode ter CEP junto por exemplo)

Lembrando que os dados devem estar todos em uma única coluna, as vezes pode ter alguma informação a mais que precisa ser removida.

Para tanto, na tabela de atributos – abrir a calculadora de campo. Criar um novo campo de texto – colocar o nome endereço por exemplo

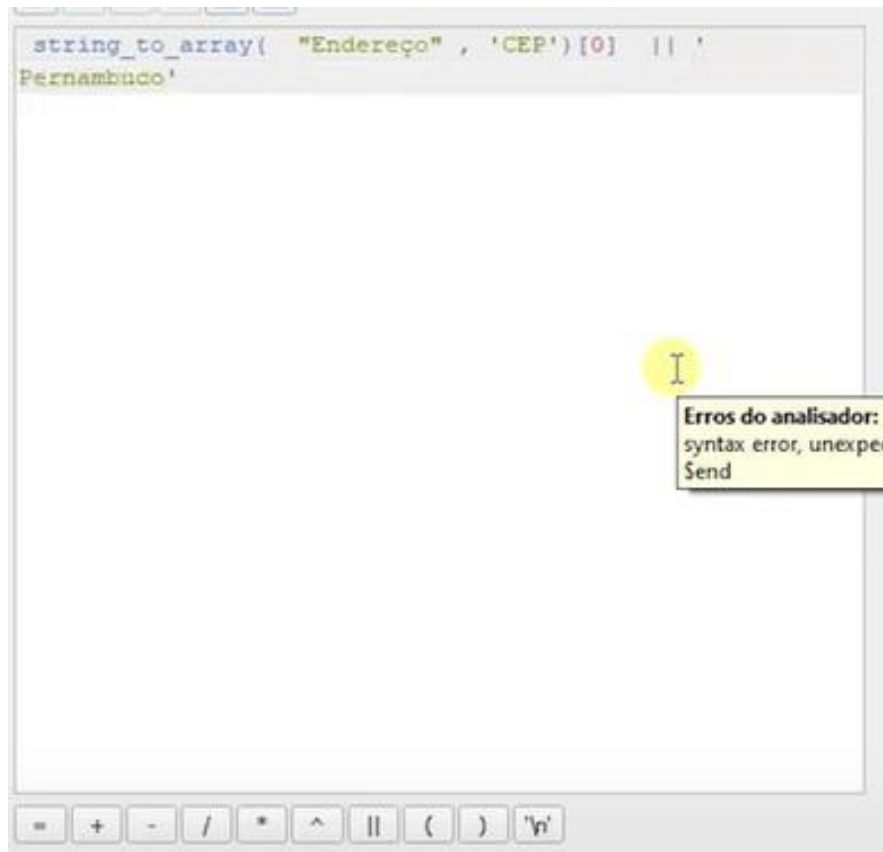
Na coluna central, em matrizes buscar a função array a expressão ficará: string to array o segundo termo vai em campos e valores e escolhe a coluna que precisa ser quebrada e o segundo termo o item que precisa ser removido, por exemplo CEP



GEOCODIFICAÇÃO EM LOTE

Na nova coluna, para concatenar o nome da cidade/estado usar a expressão.

Depois de ajustar a tabela, é só rodar, mas ainda assim podem ter inconsistências



```
string_to_array( "Endereço" , 'CEP')[0] || '  
Pernambuco'
```

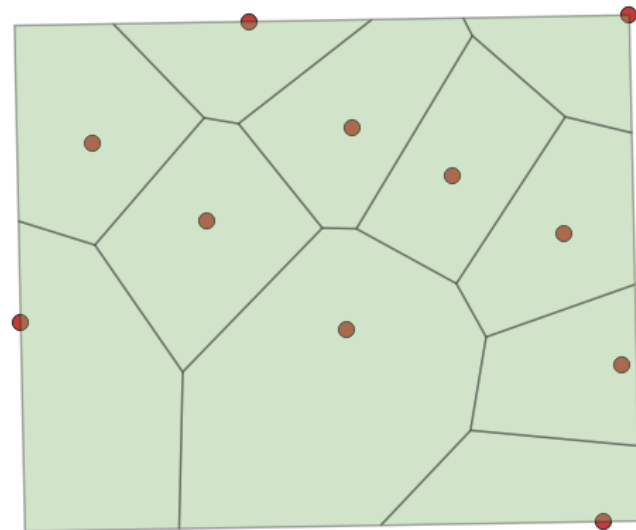
Erros do analisador:
syntax error, unexpect
Send

ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO

Para avaliar uma ocorrência visualmente alguns recursos podem contribuir/facilitar o processo.

Os polígonos de Voronoi permitem que a distribuição de pontos seja avaliada: vetor – geometrias – polígonos de Voronoi. A entrada é pontual e o resultado é em polígono.

Os polígonos são materializados baseando-se em afastamentos iguais entre os pontos vizinhos utilizados, e neste caso, por meio do tamanho do polígono, se avalia a abrangência de cada ponto.



ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO

Pode-se contar quantas feições estão inseridas nesta área e assim obter subsídios para análise quantitativa.

Para tanto, buscar a ferramenta * Contagem de pontos em polígono (ponderado)* para saber em função de um critério, quantos pontos existem no polígono.

É possível considerar um campo que tenha mais dados na contagem, por exemplo, casos de cólera por posto de saúde. Neste caso cada posto (1 feição) tem registros diferentes que devem ser somados para um mesmo polígono de Voronoi.

Contagem de pontos em polígono

Parâmetros Log

Polígonos

☐ Apenas feições selecionadas

Pontos

* * postos [EPSG:31982]

☐ Apenas feições selecionadas

Campo de peso [opcional]

Campo da classe [opcional]

Nome do campo de contagem

NUMPOINTS

Contagem

[Criar camada temporária]

☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0%

Cancelar

Avançado Executar processo em Lote...

Executar Fechar Ajuda

Contagem de pontos em polígono

Esse algoritmo pega uma camada de pontos e uma camada de polígono e conta o número de pontos do primeiro em cada polígono do segundo.

Uma nova camada de polígonos é gerada, com exatamente o mesmo conteúdo que a camada de polígonos de entrada, mas contendo um campo adicional com a contagem de pontos correspondente a cada polígono.

Um campo de peso opcional pode ser usado para atribuir pesos a cada ponto. Se definido, a contagem gerada será a soma do campo de peso para cada ponto contido no polígono.

Como alternativa, um campo exclusivo de classe pode ser especificado. Se definido, os pontos são classificados com base no atributo selecionado e se vários pontos com o mesmo valor de atributo estiverem dentro do polígono, apenas um deles será contado. A contagem final do ponto em um polígono é, portanto, a contagem de diferentes classes encontradas nele.

O campo de ponderação e o campo de classe exclusivo não podem ser especificados. Se estiverem o

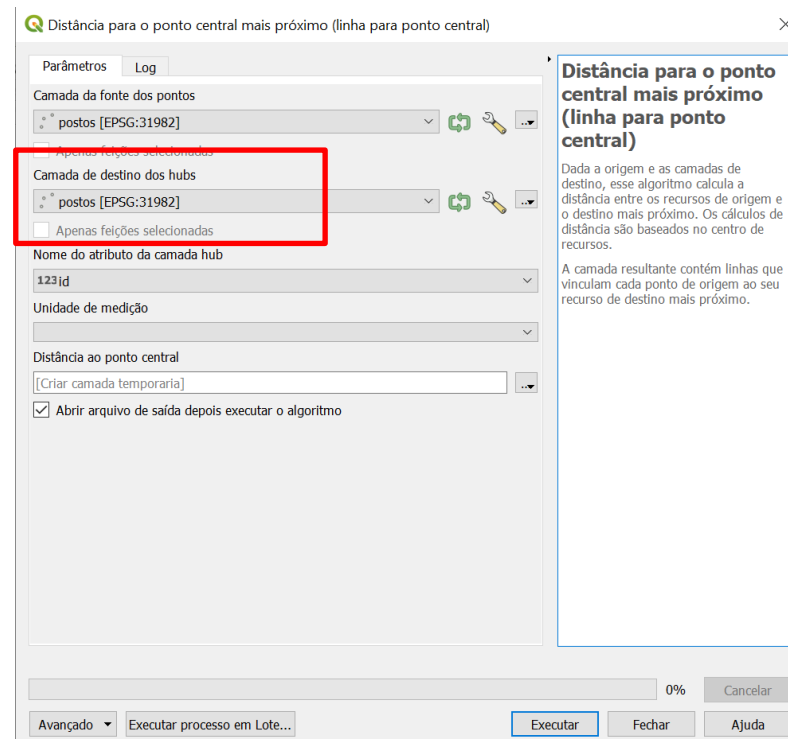
ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO

Outra maneira de visualizar a dependência de cada ponto na camada com um ponto de outra camada é desenhar uma linha para o ponto mais próximo.

Isso pode ser feito com a ferramenta Distância para o ponto central mais próximo (linha para ponto central), ou buscar na caixa de ferramenta por Hub.

A camada resultante contém linhas que vinculam cada ponto de origem ao seu recurso de destino mais próximo.

O campo destacado é onde deve ser inserido o elemento de destino do deslocamento (posto de saúde por exemplo). Neste caso o setor censitário vai no primeiro campo mas deve estar como ponto (gerar centróide)



Distância para o ponto central mais próximo (linha para ponto central)

Parâmetros Log

Camada da fonte dos pontos
* postos [EPSG:31982]

Camada de destino dos hubs
* postos [EPSG:31982]
☐ Apenas feições selecionadas

Nome do atributo da camada hub
123 id

Unidade de medição

Distância ao ponto central
[Criar camada temporária]

☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0% Cancelar

Avançado Executar processo em Lote... Executar Fechar Ajuda

Distância para o ponto central mais próximo (linha para ponto central)

Dada a origem e as camadas de destino, esse algoritmo calcula a distância entre os recursos de origem e o destino mais próximo. Os cálculos de distância são baseados no centro de recursos.

A camada resultante contém linhas que vinculam cada ponto de origem ao seu recurso de destino mais próximo.

Obs: é importante lembrar que cada setor censitário tem entre 250 e 300 domicílio e que segundo IBGE cada domicílio tem em média 3,31 (censo 2010); 2,79 (censo 2022).

ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO

Os pontos, como distribuídos não recobrem toda a área de interesse. Em outros casos, o alto custo e recursos limitados forçam a coleta ser geralmente realizada apenas em um número limitado de pontos.

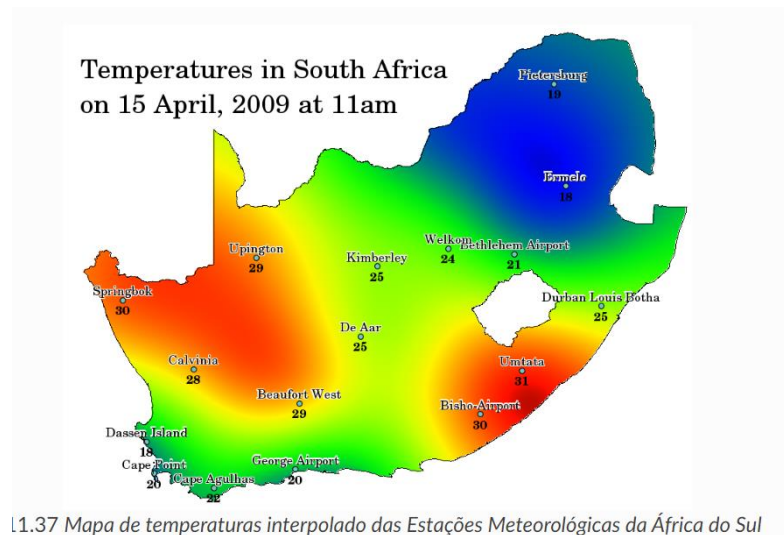
Para uma aproximação para as áreas que não possuem dados é comum utilizar ferramentas de interpolação. A interpolação é o processo de utilização de pontos com valores conhecidos para estimar valores em outros pontos desconhecidos.

É importante relembrar que não há um método de interpolação que pode ser aplicado à qualquer situação. Alguns são mais exatos e úteis que outros mas demoram muito para realizar o cálculo. Todos tem suas vantagens e desvantagens.

INTERPOLAÇÃO

Para fazer um mapa de precipitação por exemplo você não encontrará estações meteorológicas suficientes e uniformemente distribuídas para cobrir toda a região. A interpolação pode estimar as temperaturas em locais sem dados usando leituras de temperatura conhecidas em estações meteorológicas próximas.

Você pode estimar valores de precipitação entre estações meteorológicas “manualmente”. Por exemplo, se as chuvas na estação meteorológica A é de 50 mm e na estação meteorológica B é 90 mm, você pode estimar que a precipitação na metade da distância entre a estação meteorológica A e B é de 70 mm.



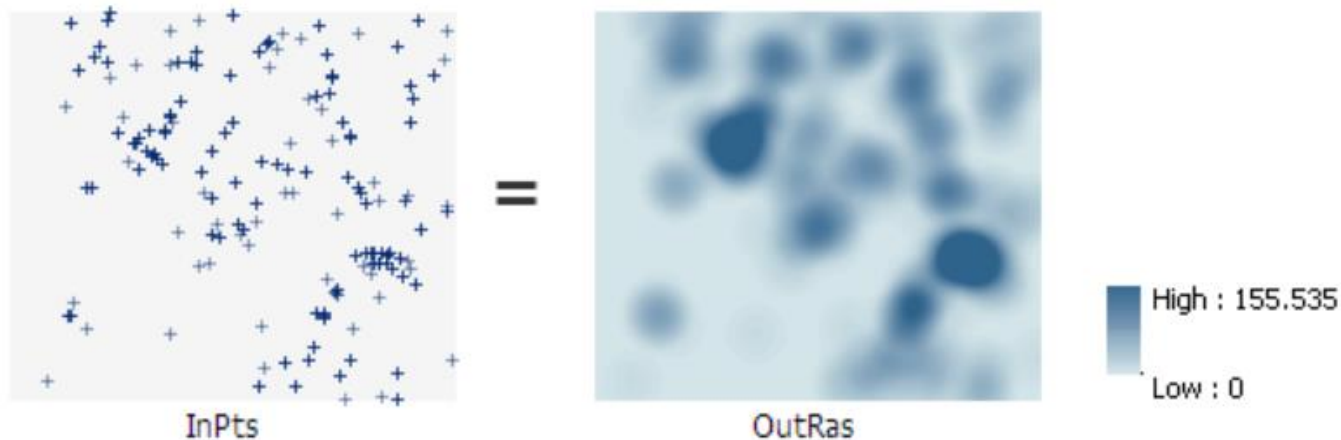
INTERPOLAÇÃO

No método de **interpolação IDW** os pontos amostrais são ponderados de modo que a influência de um ponto em relação a outro diminui com a distância do ponto desconhecido a ser criado. Algumas desvantagens são: a qualidade do resultado da interpolação pode diminuir se a distribuição dos pontos de dados da amostra for desigual.

A interpolação TIN, também chamada **triangulação de Delaunay**, é outra ferramenta que cria uma superfície formada por triângulos com os pontos vizinhos (mais próximos). Para fazer isso, círculos circunscritos em torno de pontos de amostra selecionados são criados e suas interseções são conectadas a uma rede de triângulos. A principal desvantagem da interpolação TIN é que as superfícies não são lisas e podem apresentar uma aparência irregular.

Mapas de calor (Kernel)

Nos mapas de calor a densidade é calculada com base no número de pontos em um local, um números maiores de pontos agrupados resultam em valores maiores de densidade. Os valores (da entrada) em uma vizinhança são espalhando sobre uma superfície e a magnitude em cada local é distribuída por toda a área de estudo e um valor de densidade é calculado em cada célula no raster de saída.



```
OutRas = KernelDensity(InPts, None, 30)
```

Mapas de calor (Kernel)

Raio de pesquisa do mapa de calor (ou largura de banda do kernel) especifica a distância em torno de um ponto na qual a influência do ponto será sentida. Valores maiores resultam em maior suavização, mas valores menores podem mostrar detalhes mais sutis e variação na densidade de pontos.

No ArcGIS o raio de pesquisa padrão é calculado especificamente para o conjunto de dados de entrada usando uma variante espacial da Regra Prática de Silverman (Silverman, 1986) que é robusta o suficiente para valores discrepantes espaciais (pontos que estão distantes do resto dos pontos).

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-density-tools.htm>

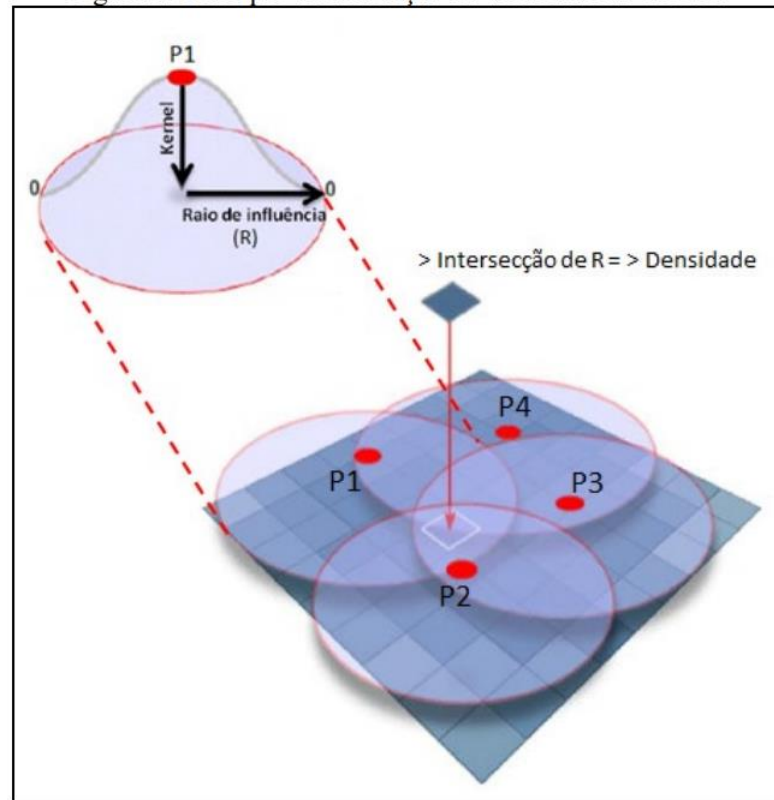
Mapas de calor (Kernel)

Valores maiores do parâmetro produzem um raster de densidade mais suave e generalizado. Valores menores produzem um raster que mostra mais detalhes.

Somente os pontos ou porções que estão dentro da vizinhança são considerados no cálculo da densidade. Se nenhum ponto ou seção de linha estiver na vizinhança de uma célula específica, essa célula receberá NoData.

Para a aplicação da densidade de Kernel, adotam-se dois parâmetros definidores ou básicos. São eles: o raio de influência (R) e a função de estimação (k).

Figura 1: Princípio da estimação da densidade de Kernel.



Fonte: BERGAMASCHI, 2010, p. 43 (adaptado).

Formato do Kernel

No QGIS o raio controla a taxa na qual a influência de um ponto diminui à medida que a distância do ponto aumenta. Em Triweight é atribuído maior peso para distâncias mais próximas do ponto do que o Epanechnikov, que resulta em hotspots “mais suaves”. Triweight resulta em hotspots “mais nítidos”.

0 - Quartico

1 - Triangular

2 - Uniforme

3 - Triweight

4 -Epanechnikov

| Função Kernel (k) | Descrição |
|------------------------|---|
| Quártica | Pondera com maior peso os pontos mais próximos do que pontos distantes, mas o decrescimento é gradual. |
| Triangular | Dá maior peso aos pontos próximos do que os pontos distantes dentro do círculo, mas o decréscimo é mais rápido. |
| Uniforme | Pondera todos os pontos dentro do círculo igualmente. |
| Epanechnikov | É o ideal no sentido de variância mínima. |
| Gaussiana ou Normal | Pondera os pontos dentro do círculo de forma que os pontos mais próximos têm maior peso comparados com os mais afastados. |

Fonte: KAWAMOTO, 2012, p. 19 (adaptado).

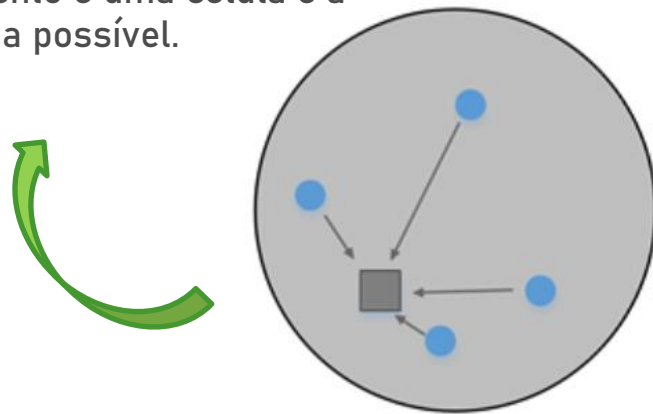
https://docs.qgis.org/3.28/pt_BR/docs/user_manual/processing_algs/qgis/interpolation.html

Mapas de calor (Kernel) com barreira

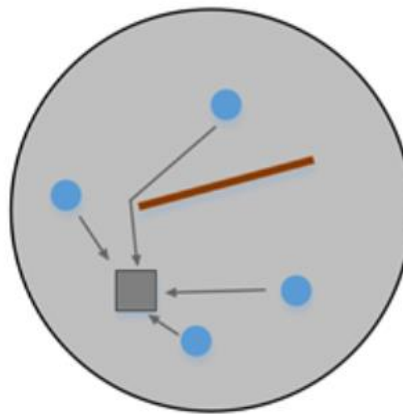
Uma barreira altera a influência de um recurso ao calcular a densidade do kernel. Ela pode ser representada por uma polilinha ou uma camada de feição poligonal.

Os cálculo da densidade são afetados de duas maneiras: aumentando a distância entre um recurso e a célula onde a densidade está sendo calculada ou excluindo um ponto do cálculo.

Sem barreira, a distância entre um elemento e uma célula é a mais curta possível.



Com uma barreira, o caminho entre um elemento e uma célula pode ser obstruído. Neste caso, a distância entre o elemento e a célula é ampliada devido a um desvio.



Mapas de calor (Kernel) resultados

Como resultado, a influência do recurso é reduzida ao estimar a densidade na célula. Ainda é a distância mais curta ao redor da barreira, mas maior do que a distância seria sem a barreira.

A operação de densidade de kernel com barreira pode fornecer resultados mais realistas e precisos em algumas situações em comparação com a operação de densidade de kernel sem barreira.

Por exemplo, ao explorar a densidade de distribuição de uma espécie de anfíbio, a presença de um penhasco ou estrada pode afetar o seu movimento, sendo representados como barreira. Da mesma forma, o resultado de uma análise de densidade da taxa de criminalidade numa cidade pode variar se um rio que atravessa a cidade for considerado uma barreira.

Mapas de calor (Kernel) execução


1 Caixa de ferramenta – kernel – camada de pontos (o shape com as ocorrências em projeção plana por conta do raio). Quanto maior o valor do raio mais generalista. Observar o valor do pixel e escolher o “formato” – quartico. Ajustar simbologia – falsa cor (inverter as cores). Este comando não classifica o espaços entre os núcleos.

2- É possível criar o mapa de calor diretamente pela simbologia do shape com as ocorrências. Mapa de calor – gradiente espectral – raio; unidades em metros. Outros parâmetros vão no automático. Netse caso ele une com uma cor os núcleos.

3 – GRASS – Vkernelraster. Mesmo processo. Raio/function quartic. Outros itens são opcionais. Trabalhar a simbologia. Netse caso ele une com uma cor os núcleos.

Mapas de calor (Kernel) execução

4 – Provedor SAGA, mas há um erro pois está vinculado à população. Pode ser resolvido diretamente pelo SAGA e não pela ferramenta do SAGA. O resultado dentro do SAGA deve ser exportado p SHP.

5 – Plugin – Kernel Density Analysis. No menu buscar o ícone  styled heatmap. Seguir os mesmos parâmetros. Os resultados foram diferentes pois há mais parâmetros a serem incluídos que ficaram como default.

Mapas de calor (Kernel) como definir o raio

Metodologias e Aprendizado

Volume 3, 2020

MAPEAMENTO DA COVID-19 POR MEIO DA DENSIDADE DE KERNEL

Maurício Rizzatti¹, Natália Lampert Batista¹, Pedro Leonardo Cezar Spode¹, Douglas Bouvier Erthal¹, Rivaldo Mauro de Faria¹, Anderson Augusto Volpato Scotti¹, Romario Trentin¹, Carina Petsch¹, Iago Turba Costa¹, João Henrique Quoos¹.

1 – Universidade Federal de Santa Maria

a – Correspondente: geo.mauricio.rizzatti@gmail.com

1. Introdução

A densidade de Kernel consiste em quantificar as relações dos pontos dentro de um raio (R) de influência, com base em determinada função estatística, analisando os padrões traçados por determinado conjunto de dados pontuais, estimando a sua densidade na área de estudo (BERGAMASCHI, 2010). De acordo com Kawamoto (2012, p. 16-17), a técnica de Kernel “[...] consiste num estimador probabilístico de intensidade do processo pontual não-paramétrico através de função Kernel. As entradas para aplicação são as ocorrências da variável (na área, através de um sistema de coordenadas)”. Câmara e Carvalho (2004, p. 5), acrescentam que “esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse”.

Segundo Kawamoto (2012), a densidade de Kernel

[...] suaviza a superfícies, calculando a densidade para cada região da área de estudo, utilizando interpolação. Isto permite a construção de uma superfície contínua de ocorrências das variáveis, inferindo para toda a área de estudo a variação espacial da variável, mesmo nas regiões onde o processo não tenha gerado nenhuma ocorrência real, permitindo verificar, em

Mapas de calor (Kernel) como definir o raio

No ArGIS o algoritmo usado para determinar o raio de pesquisa padrão considera:

1. O centro médio dos pontos de entrada.
2. A distância do centro médio (ponderado) para todos os pontos.
3. A mediana (ponderada) dessas distâncias, D_m .
4. A distância padrão (ponderada), Standard Deviation.

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/kernel-density.htm>

Matriz de Distância;

$$R = \bar{X} \pm \bar{X}\sigma \text{ (Rizzatti et. al., 2020)}$$

Mapas de calor (Kernel) Definição do raio

Shape das ocorrências (ponto) e polígono envolvente

Menu – vetor – analisar – matriz de distância:

Entra com a camada de pontos, identificação ID, ponto alvo (pontos), ID novamente, Tipo de matriz “sumário...” a primeira opção gera três colunas, origem, destino e distancia. A segunda opção gera uma matriz maior mede as distâncias individuais de cada ponto (numero de ocorrências vezes o número de ponto. Deve-se escolher o item “sumário” para gerar o raio.

Executar.

A tabela de atributos tem a **média** da distância.

Passo 2 – exportar para xlsx

Mapas de calor (Kernel) Definição do raio

Deve-se calcular a média das colunas de média e SD média e depois somar a média do SD e depois subtrair a média do SD

| B | C | D | E | F | G | H |
|------------------|------------------|------------------|------------------|---|-------|-------------|
| <u>MEAN</u> | <u>STDEV</u> | MIN | MAX | | | |
| 17690,2512968181 | 8343,76021040131 | 393,596501346772 | 33543,9228967617 | | | |
| 18007,6197844116 | 8421,8806800029 | 285,109691358923 | 33936,6057136722 | | | |
| 18118,3426892288 | 8491,13067482901 | 285,109691358905 | 34146,9962507574 | | Média | 13778,78066 |
| 18145,5402697319 | 8550,40952901981 | 287,140123152234 | 34272,7712035856 | | DP | 6770,125561 |
| 18341,6332520073 | 8614,54865812894 | 293,757435084223 | 34548,5393638006 | | | |
| 18200,9887643012 | 8661,5641036545 | 202,743613656649 | 34520,5448936719 | | R+ | 20548,90622 |
| 18092,7834123706 | 8617,89617619105 | 202,743613656621 | 34352,1509224328 | | R- | 7008,655103 |
| 18029,2381556701 | 8637,06989152425 | 204,939138728941 | 34338,8669805461 | | | |
| 17846,2809775671 | 8629,75021575401 | 289,78950363768 | 34186,7615941111 | | | |
| 17556,2465537012 | 8527,99675722741 | 439,7554590058 | 33774,7685242342 | | | |
| 17668,2344948599 | 8631,92880933105 | 365,569892966286 | 34064,1229664312 | | | |
| 17687,714678612 | 8702,78201263981 | 271,692532110998 | 34234,1971467511 | | | |

Mapas de calor (Kernel) Definição do raio

Voltando no QGIS buscar na caixa de ferramentas kernel. Pode-se testar com os dois raios calculados

Depois pode-se cortar o produto em Raster – extract – recortar pela camada de máscara. Inserir o heatmap gerado e a marcar o polígono – o restante padrão. Ajustar a simbologia – falsa cor – 5 classes – inverter.

Com raio maior os agrupamentos não são bem representados.

Avaliar os dois mapas gerados – normalmente o raio menor é o que representa melhor a disposição dos dados.

Mapas de calor (Kernel) Quebra natural

Como reclassificar para quebra natural (em vez de banda simples falsa cor) representam o escalonamento de forma mais natural. Ocorre que a quebra natural no QGIS só funciona para vetor e não para raster, por isso vamos extrair os dados do raster p pontos.

Caixa de ferramenta – “pixel de raster para pontos”.

A entrada na ferramenta é o heatmap e os outros itens ficam default – gera uma nuvem de pontos.

Ir em propriedades, simbologia – graduado – valor – value ajustar o gradiente de cores e escolher no modo a quebra natural. OK.

Ir na caixa de ferramenta – reclassificar por tabela – inserir o heatmap em tabela de classificação adicionar 5 linhas e inserir os valores classificados pelo quebra natural.

Intervalo limite – mínimo \leq valor $<$ max

E executar – cria um raster novo – alterar a simbologia.

Mapas de calor (Kernel) Quebra natural

QGIS

Reclassificar por tabela

Parâmetros Log

Camada raster

Heatmap_7008 [EPSG:31472]

Número da banda

Banda 1 (Gray)

Tabela de reclassificação

Tabela fixa (0x3)

Parâmetros avançados

Saída sem valores de dados

-9999,000000

Intervalos limites

min < valor <= max

☐ Não usar dados quando...

Tipo de dado de saída

Float32

Raster reclassificado

[Salvar em arquivo temporário]

0%

Executar processo em Lote...

Executar Close Help

Reclassificar por tabela

Tabela fixa

| Mínimo | Máximo | Valor |
|--------|--------|-------|
| 7 | 48 | 1 |
| 48 | 68 | 2 |
| 68 | 90 | 3 |
| 90 | 121 | 4 |
| 121 | 162 | 5 |

Adicionar linha

Remover linha(s)

Remover Tudo

OK

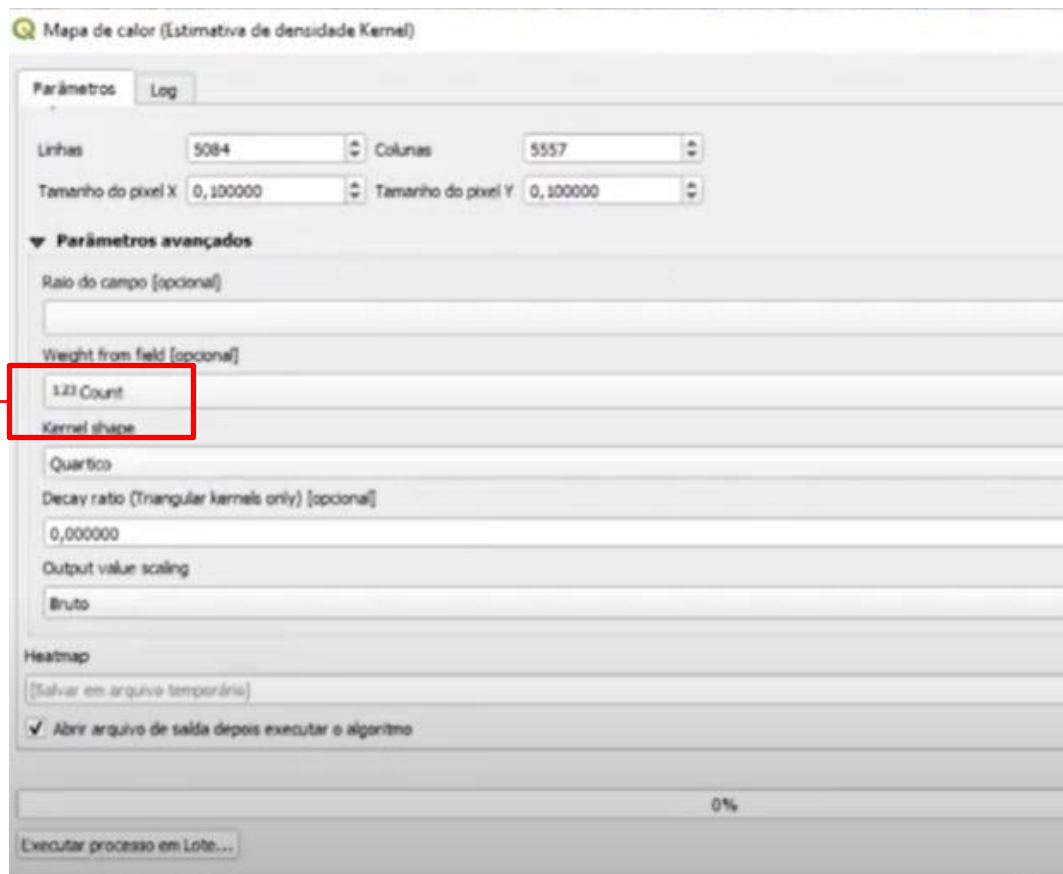
Cancel

Camadas

- ☒ distritos_polig
- ☐ Matriz de distância
- ☒ Pontos de vetor
- ☒ 7,01 - 47,28
- ☒ 47,28 - 67,6
- ☒ 67,6 - 90,07
- ☒ 90,07 - 120,49
- ☒ 120,49 - 161,48
- ☐ Heatmap_7008
- ☐ 7,01416683197021
- ☐ 45,6312229633331
- ☐ 84,248279094696
- ☐ 122,865335226059
- ☐ 161,482391357422
- ☒ moradias [1010]

Mapas de calor (Kernel) Quebra natural

Aqui é possível indicar uma coluna que tenha peso maior em função de algum parâmetros. No caso de cólera, é importante apontar os casos mas uma coluna com as morte foi importante para solucionar o caso.



Mapa de calor (Estimativa de densidade Kernel)

Parâmetros Log

Linhas 5084 Colunas 5557

Tamanho do pixel X 0,100000 Tamanho do pixel Y 0,100000

▼ Parâmetros avançados

Raio do campo [opcional]

Weight from field [opcional]

123 Count

Kernel shape

Quadrado

Decay ratio (Triangular kernels only) [opcional]

0,000000

Output value scaling

Bruto

Heatmap

[Salvar em arquivo temporário]

☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0%

Executar processo em Lote...

Contar pontos no polígono

Para apresentar de maneira rápida quantas feições estão vinculadas ao shape clicar no botão direito e no menu suspenso clicar em “mostrar contagem da feição”.

Para criar uma coluna na tabela de atributos do shape de polígono contendo a quantidade de pontos seguir:

No menu vetor – analisar – contar pontos no polígono

Contar pontos no polígono

Contar pontos no polígono

ParâmetrosLog

Polígonos

☐ Apenas feições selecionadas

Pontos

Centroides [EPSG:4674]

☐ Apenas feições selecionadas

Campo de peso [optional]

Campo da classe [optional]

Nome do campo do contar

NUMPOINTS

Contagem

[Criar camada temporaria]

☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

Esse algoritmo pega uma camada de pontos e uma camada de polígono e conta o número de pontos do primeiro em cada polígono do segundo.

Uma nova camada de polígonos é gerada, com exatamente o mesmo conteúdo que a camada de polígonos de entrada, mas contendo um campo adicional com a contagem de pontos correspondente a cada polígono.

Um campo de peso opcional pode ser usado para atribuir pesos a cada ponto. Se definido, a contagem gerada será a soma do campo de peso para cada ponto contido no polígono.

Como alternativa, um campo exclusivo de classe pode ser especificado. Se definido, os pontos são classificados com base no atributo selecionado e se vários pontos com o mesmo valor de atributo estiverem dentro do polígono, apenas um deles será contado. A contagem final do ponto em um polígono é, portanto, a contagem de diferentes classes encontradas nele.

O campo de ponderação e o campo de classe exclusivo não podem ser especificados. Se estiverem, o campo de ponderação terá precedência e o campo de classe exclusivo será ignorado.

0%Cancelar

Executar processo em Lote...ExecutarCloseHelp

Estudo Prático 4 - entregas

1. Apresente espacialmente os postos de saúde, UPAs, Policlínicas públicas localizados no seu município ou região de estudo.
2. Indique quantos setores censitários (número) são atendidos por cada unidade de saúde.
3. Apresente o setor mais afastado (considerando o centroide) e o mais próximo de uma unidade de saúde.
4. Obs: utilize as distâncias para esta representação de fluxo.
5. Elabore um mapa de calor e sinalize qual o raio utilizado para calcular a densidade.
6. Envie os arquivos com o seu nome juntamente com a planilha da geocodificação reversa atualizando as coordenadas a partir dos endereços utilizados.