



Universidade Federal do ABC

Análise de Dados Espaciais: Baseadas na Distância

Carolina Moutinho Duque de Pinho

Flávia da Fonseca Feitosa

Vitor Vieira Vasconcelos

Cartografia e Geoprocessamento para o Planejamento Territorial

Março de 2025
Universidade Federal do ABC

Análises Baseadas na Distância

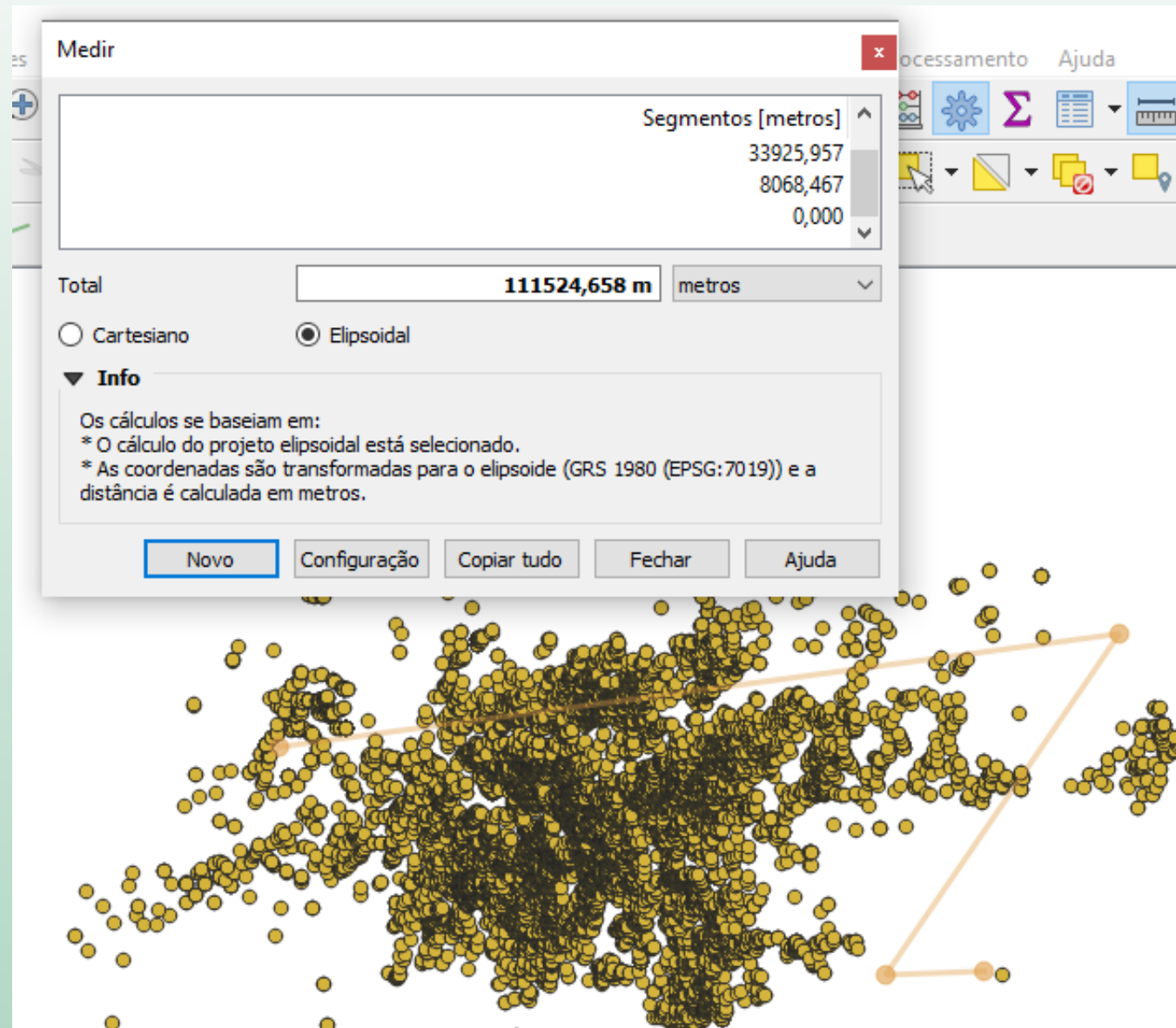
Envolvem a capacidade de calcular e manipular distâncias

1. **Medição de distância e comprimento**
2. **Geração de faixas de distância (buffer)**
3. **Estimativa da densidade**

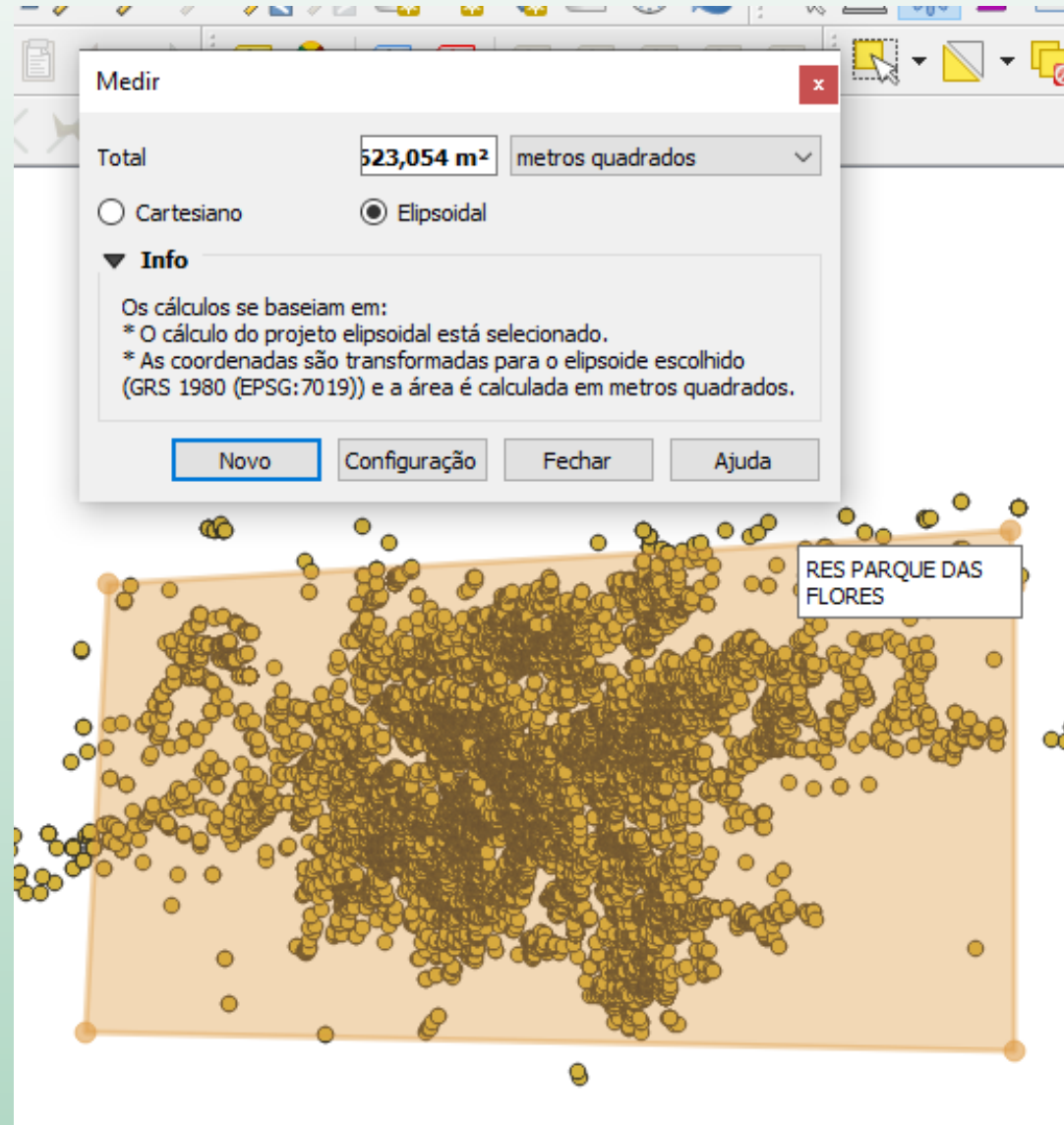
Importante:

Para análise de distância, é recomendado manter sempre em uma projeção projetada, em metros, tais como a UTM

Medição Distância e Comprimento



Medição Distância e Comprimento



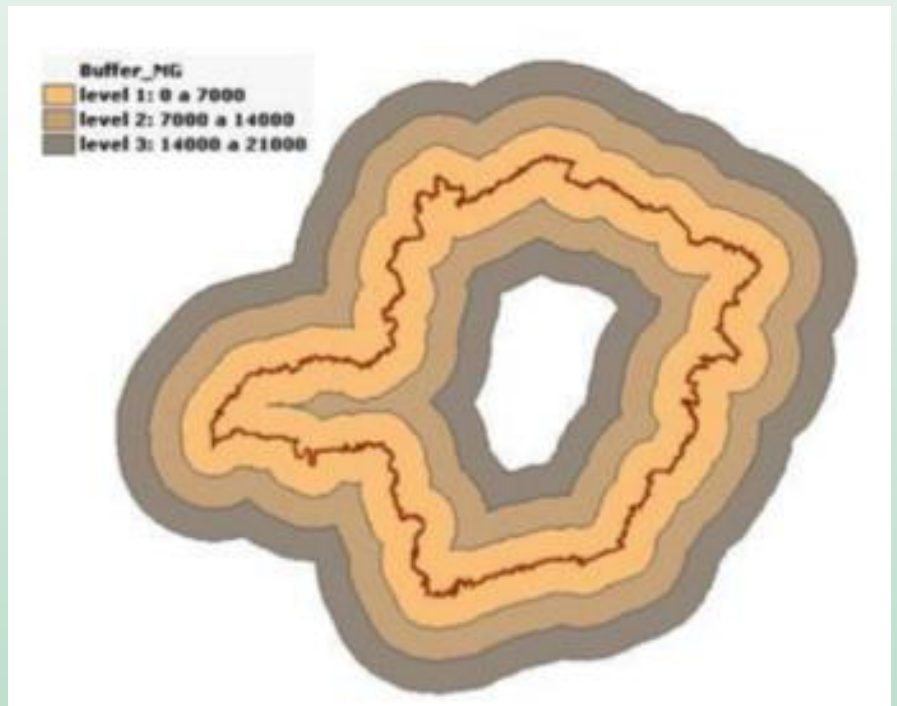
Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

Dado um conjunto de objetos, que pode incluir pontos, linhas ou áreas, uma operação de geração de faixas de distância constrói um ou mais novos objetos identificando áreas que estão a uma certa distância especificada dos objetos originais.

É possível tanto nos formatos matriciais quanto vetoriais.

Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

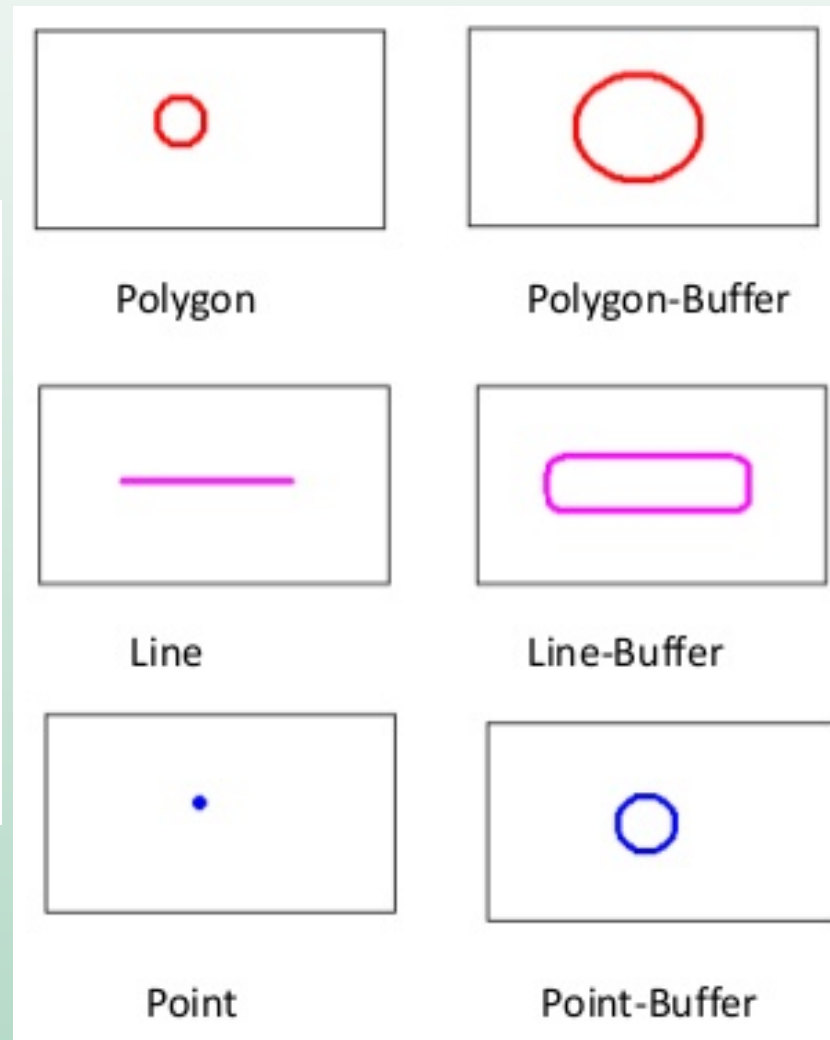
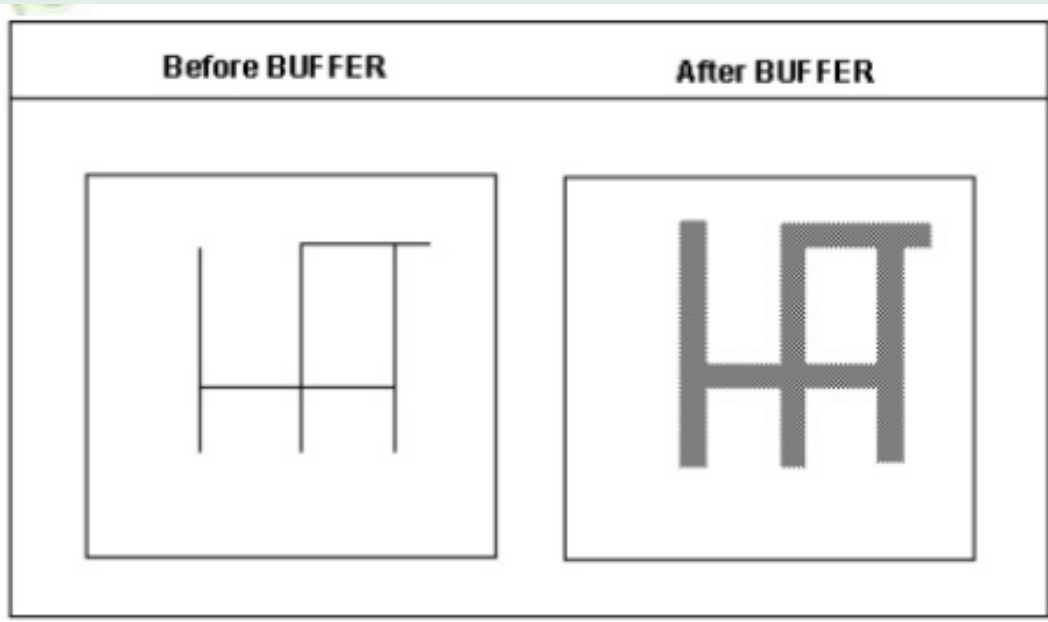
Cria uma zona ao redor de feições específicas com uma distância pré-determinada.



Exemplo:

Zona de influência ao longo de determinada rodovia ou ao redor de um conjunto de escolas.

Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)



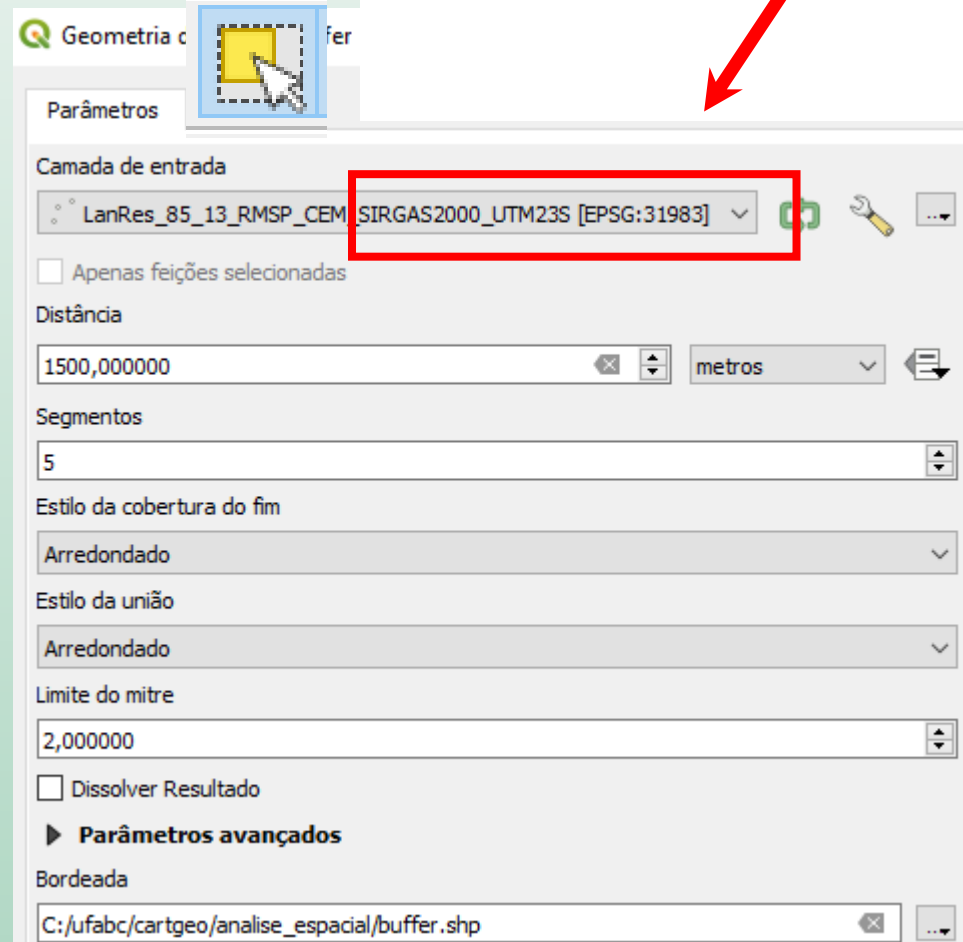
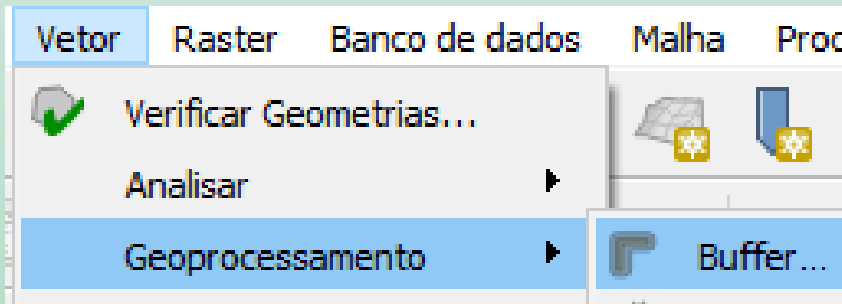
Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

Exercício: Gerar uma faixa de distância em torno de um determinado ponto (empreendimento residencial, escola, etc.)

Obs.: lembre-se de selecionar um ponto!

Vetor > Geoprocessamento > Buffer

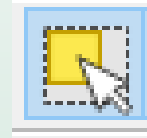
Para utilizar distâncias em metros, lembre-se que o dado deve apresentar coordenadas métricas



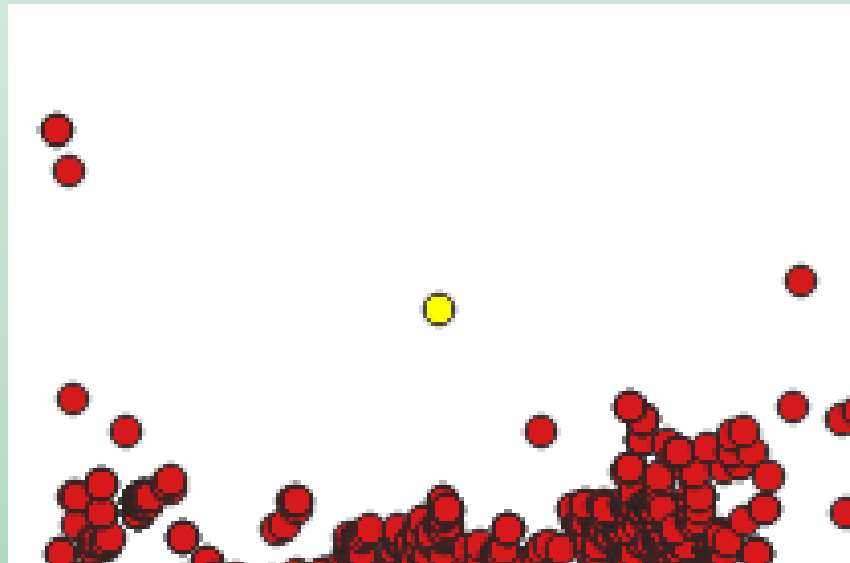
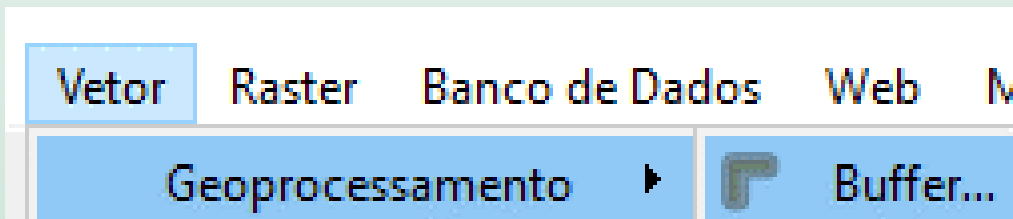
Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

Gerar uma faixa de distância em torno de um determinado ponto (empreendimento residencial, escola, etc.)

Obs.: lembre-se de selecionar um ponto!



Vetor > Geoprocessamento > Buffer



Buffer

Marcar:
“Apenas as
feições
selecionadas”

Distância:
1500 metros



Parâmetros Log

Camada de entrada

° LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPSG:3198] ↕ ↺ 🔧 ⋮

☒ Apenas feições selecionadas

Distância

1500,000000 × ⬆ ⬆ metros ↕ ⬅

Segmentos

5 ⬆ ⬆

Estilo da cobertura do fim

Arredondado ↕

Estilo da união

Arredondado ↕

Limite do mitre

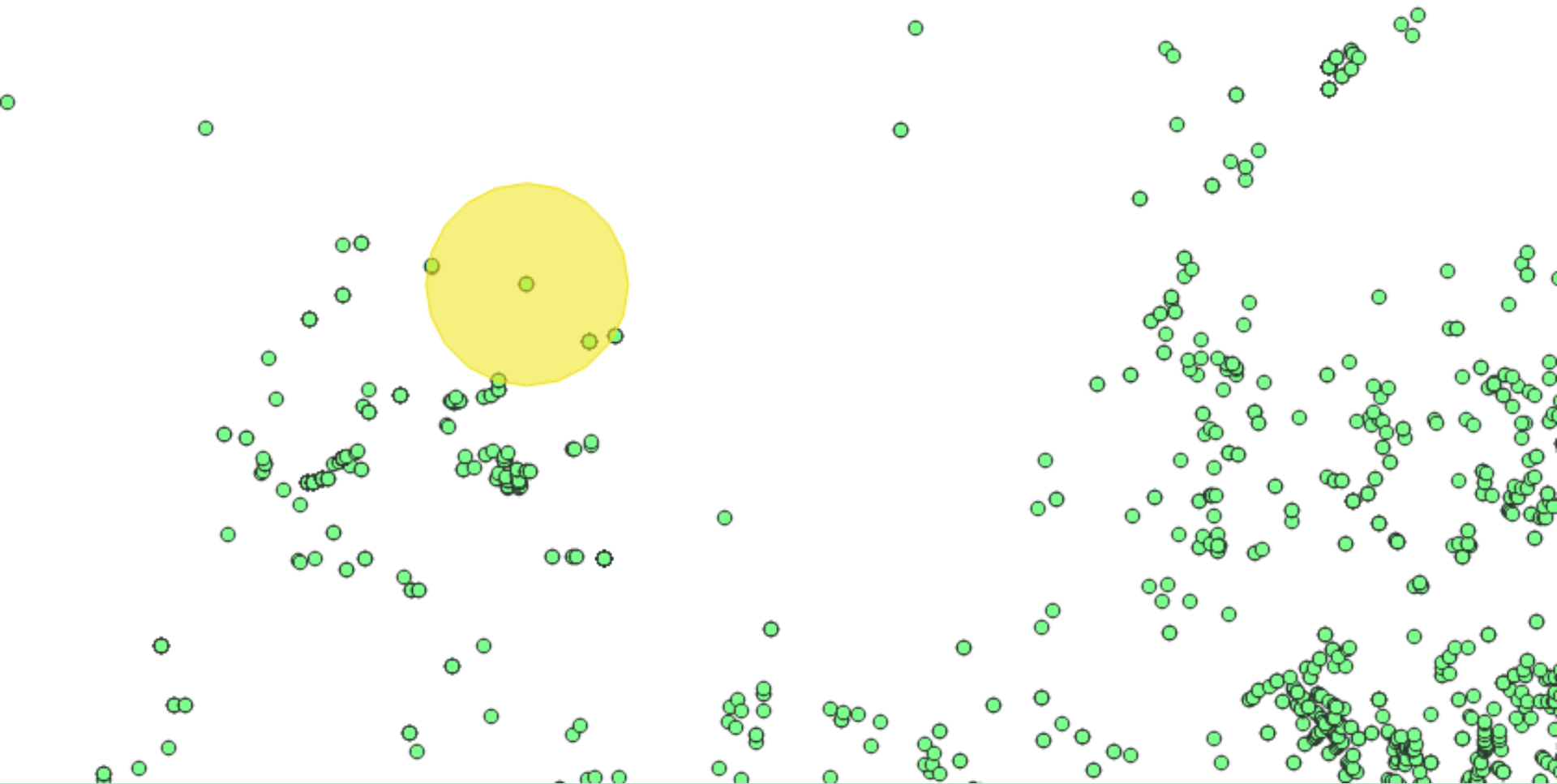
2,000000 ⬆ ⬆

☐ Dissolver Resultado

Bordeada

C:/ufabc/Dados_AnaliseEspacial/buffer.shp × ⋮

Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

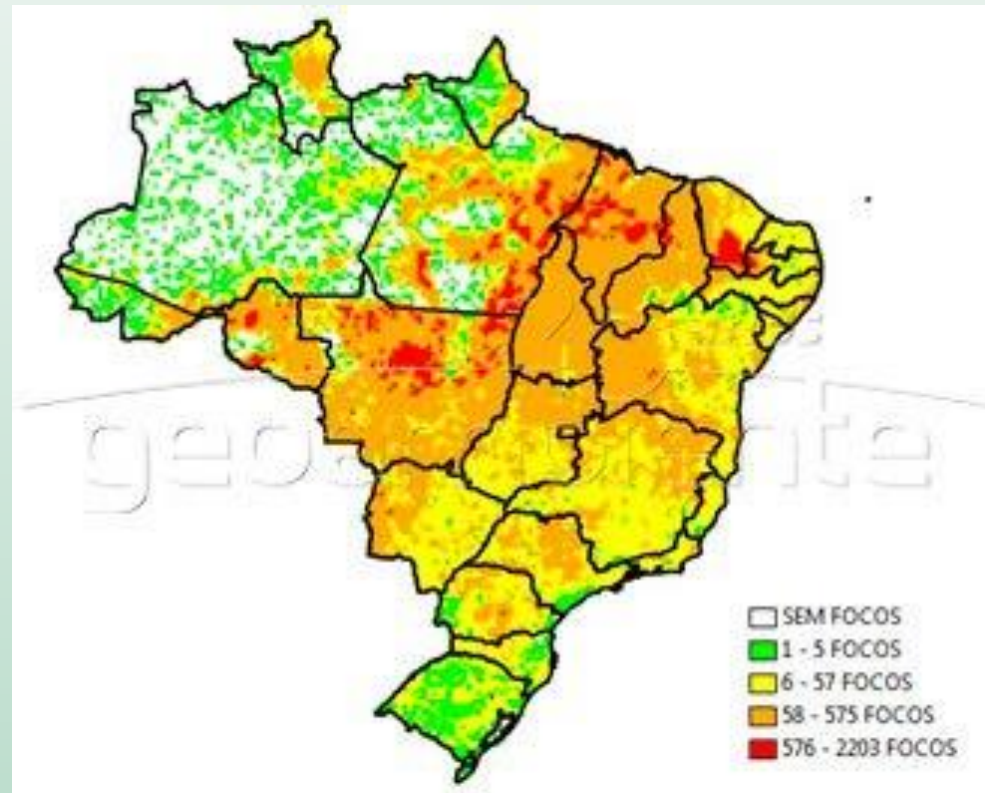


Estimativa de Densidade Kernel

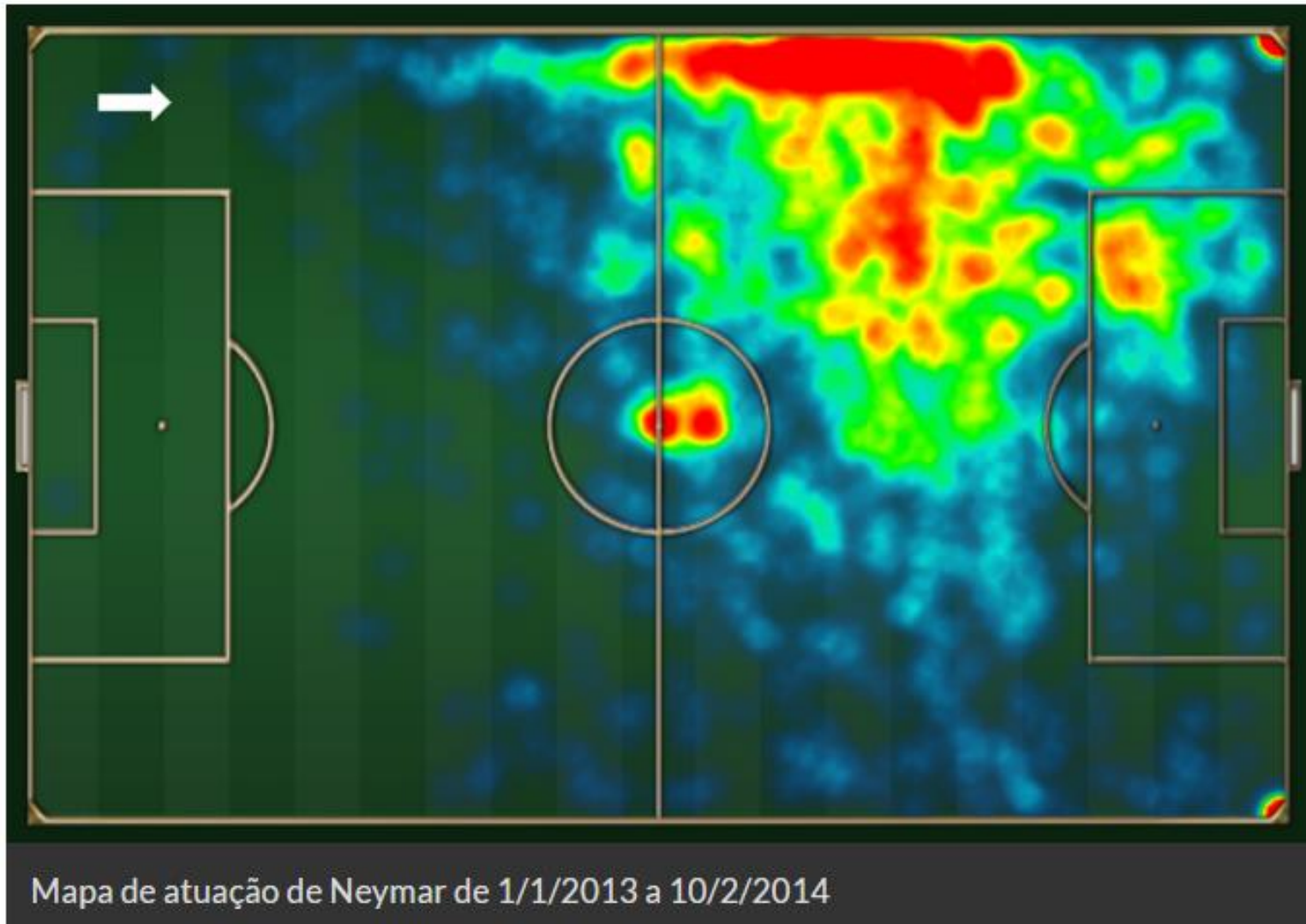
Mapa de Pontos de Focos de Queimada



Mapa de kernel de Focos de Queimada



Estimativa de Densidade Kernel

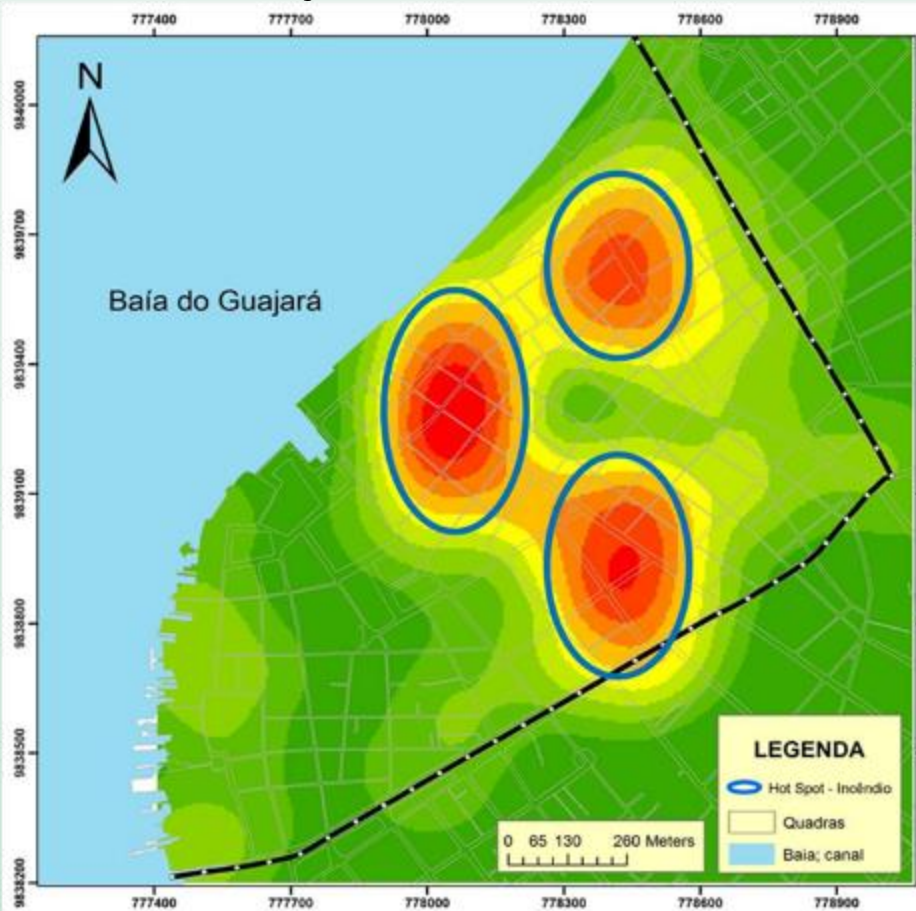


ODDI, G. 2014. Mapa de calor: como atuam os candidatos ao meio-campo ofensivo da seleção de Felipão. ESPN. Em: http://espn.uol.com.br/post/388493_mapa-de-calor-como-atuam-os-candidatos-ao-meio-campo-ofensivo-da-selecao-de-felipao

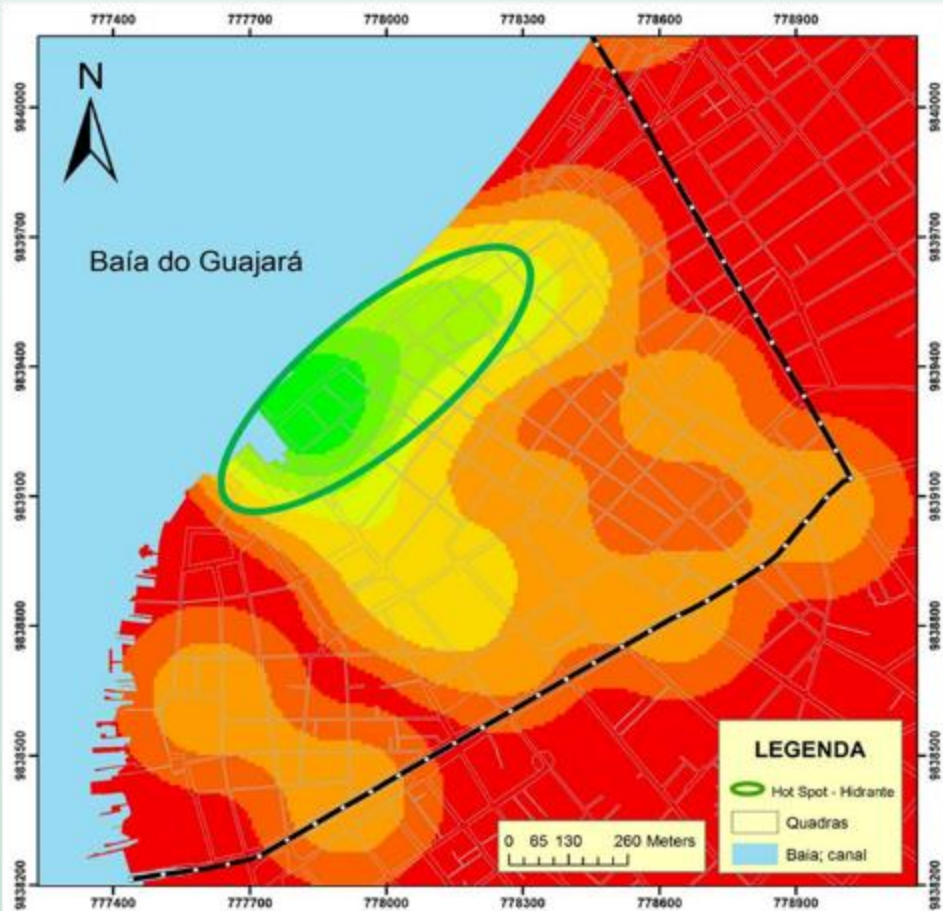
Estimativa de Densidade Kernel

Comparação de Zonas Quentes e Frias

Concentração de Incêndios urbanos

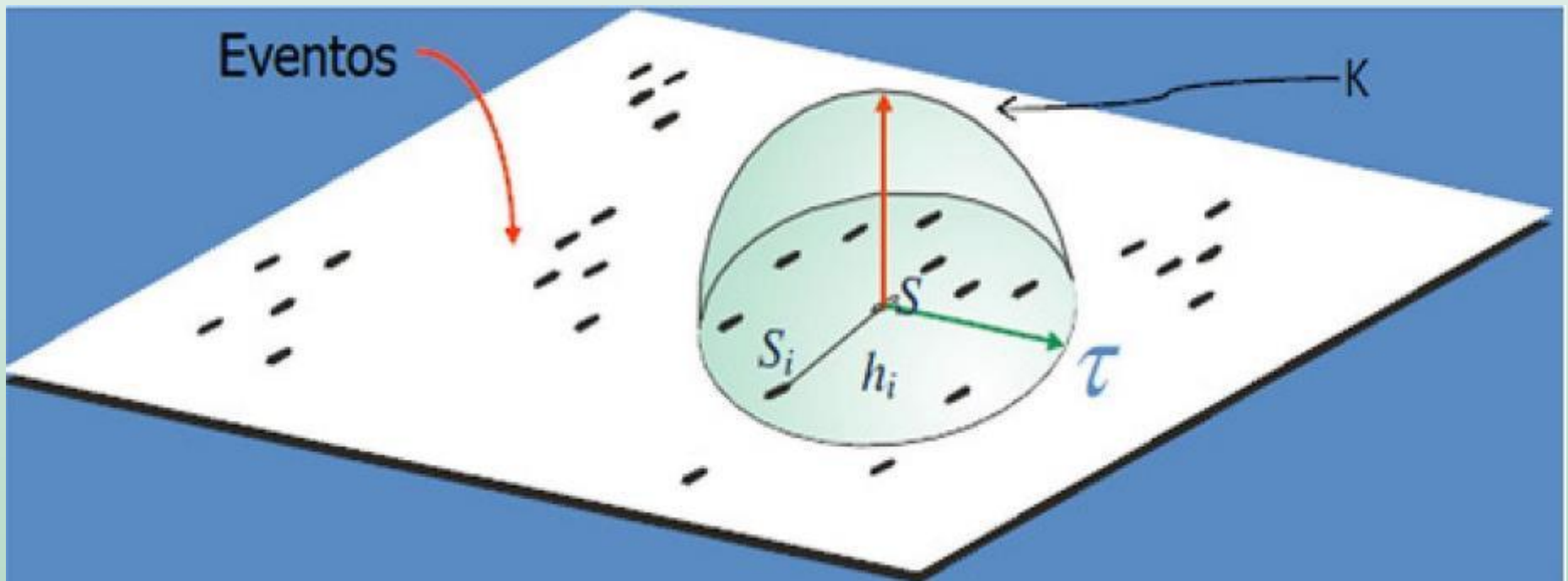


Concentração de Hidrantes

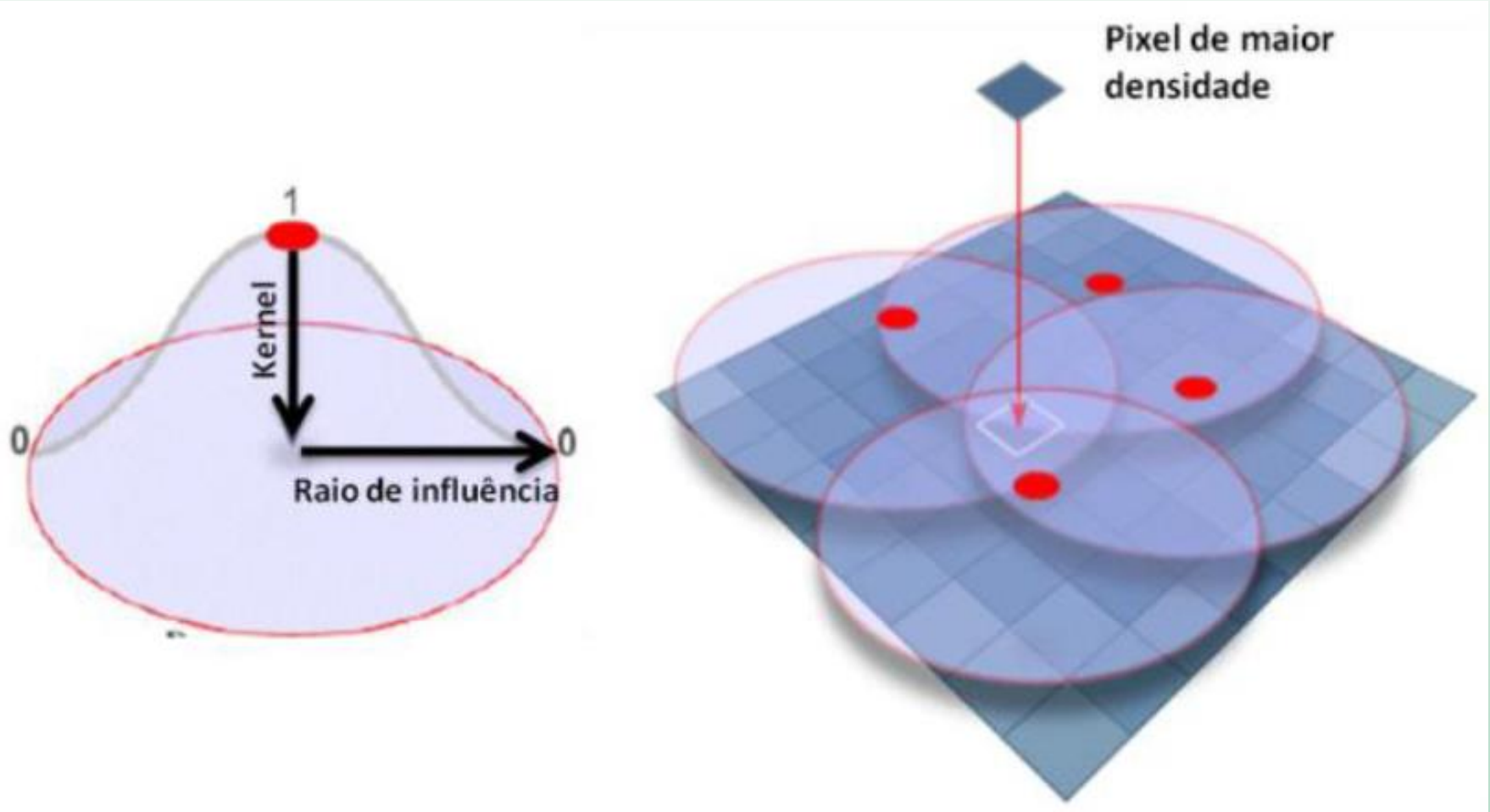


Estimativa de Densidade Kernel

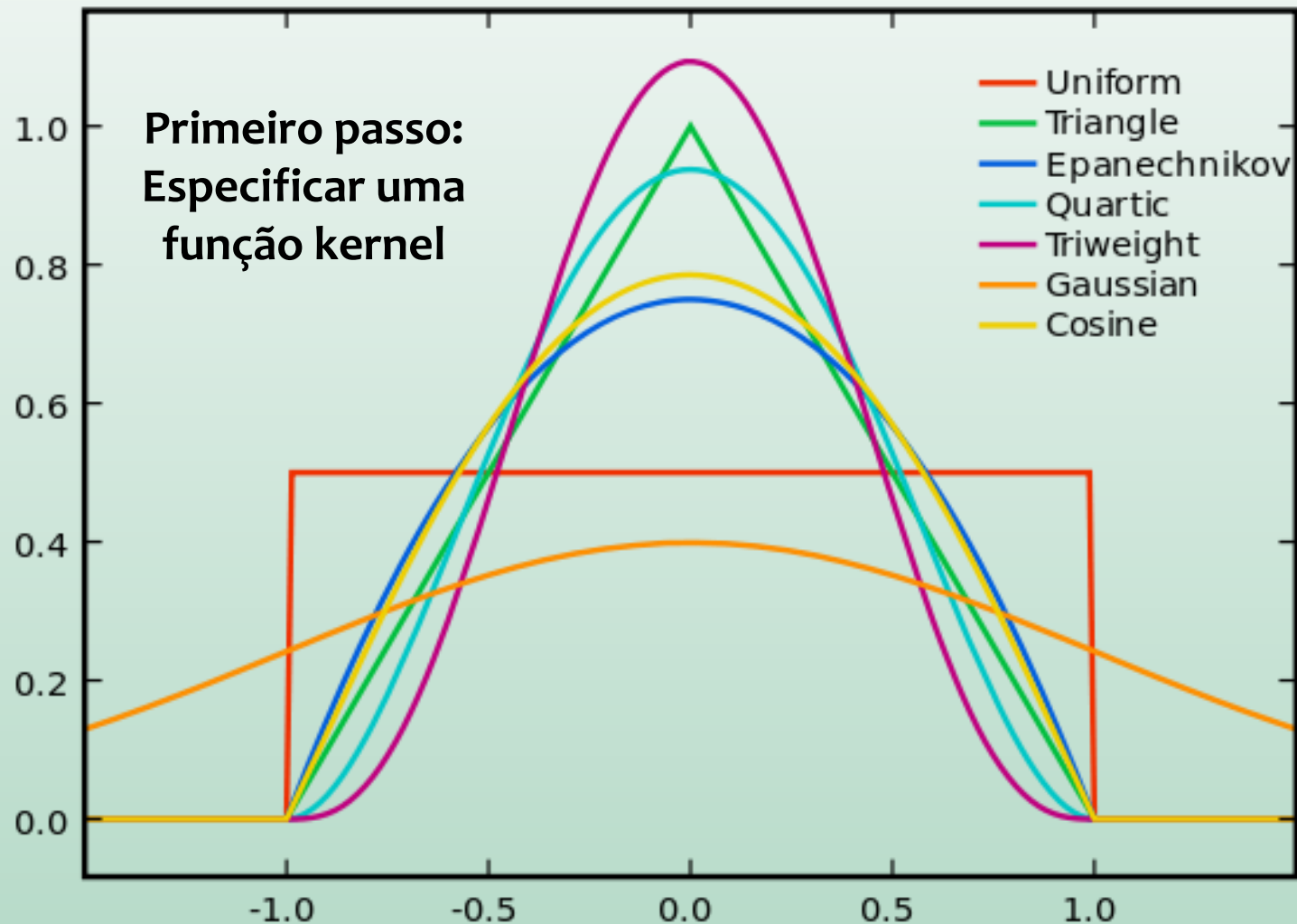
CONVOLUÇÃO: Uma função de ponderação é escolhida e aplicada às feições próximas



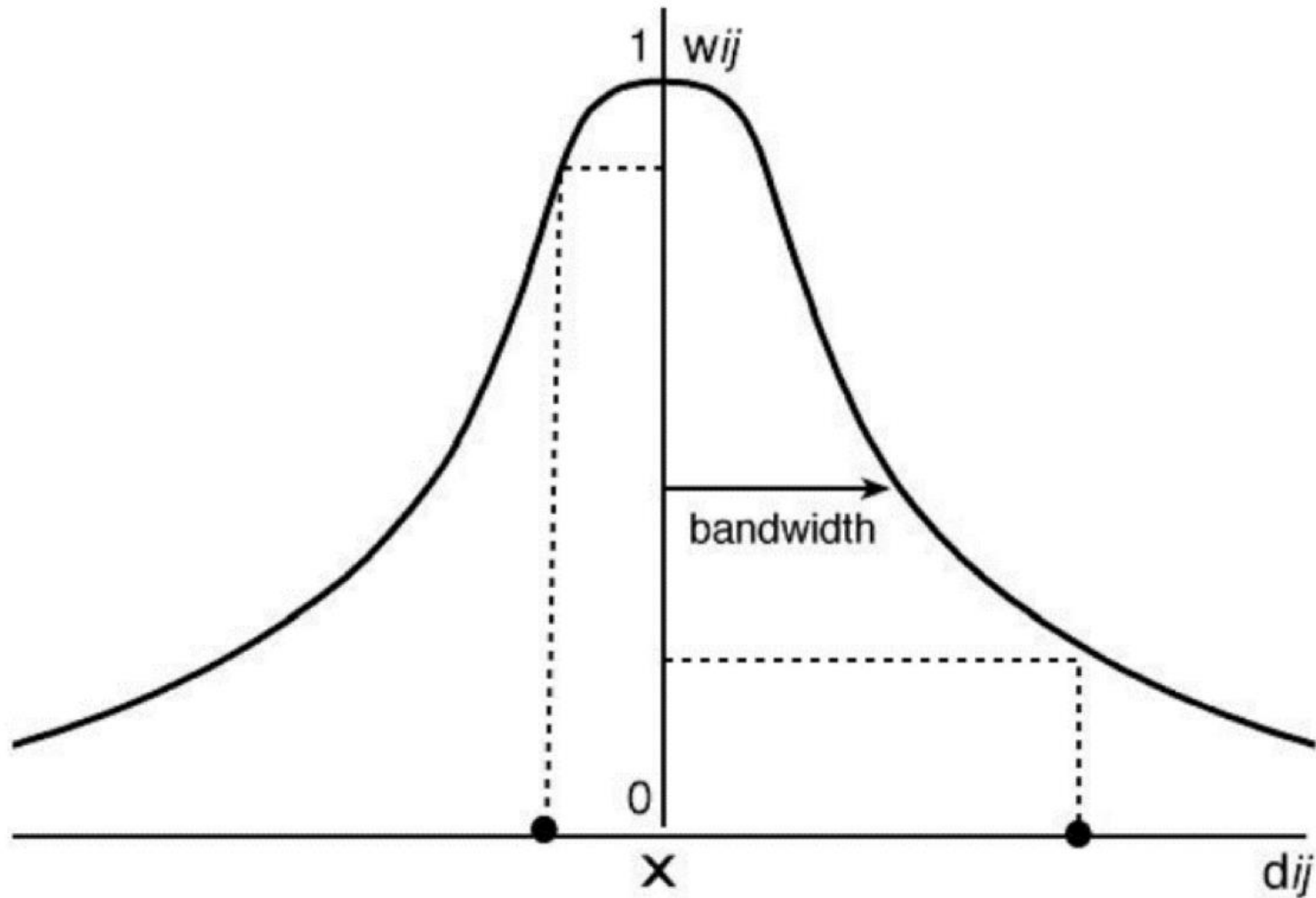
Estimativa de Densidade Kernel



Estimativa de Densidade Kernel



Estimativa de Densidade Kernel



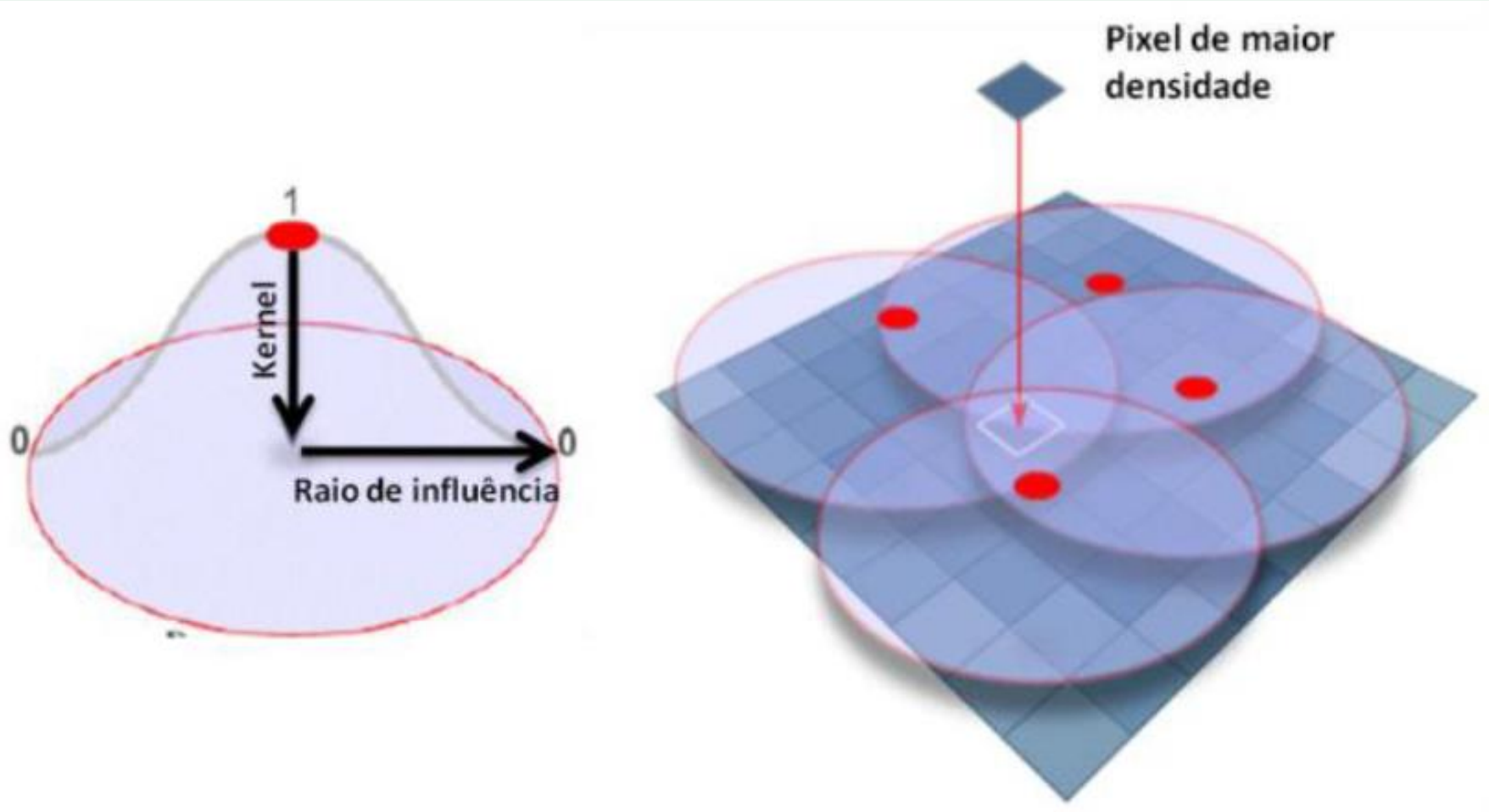
× Pixel do raster

w_{ij} peso do ponto para o pixel do raster

● Ponto

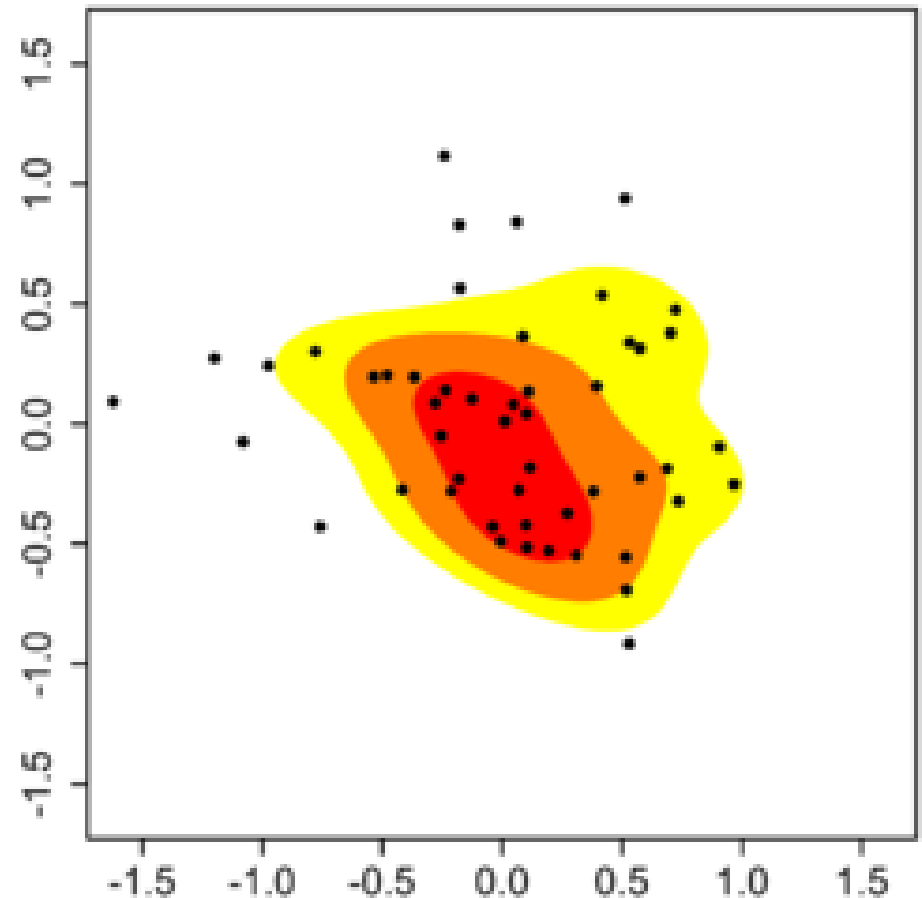
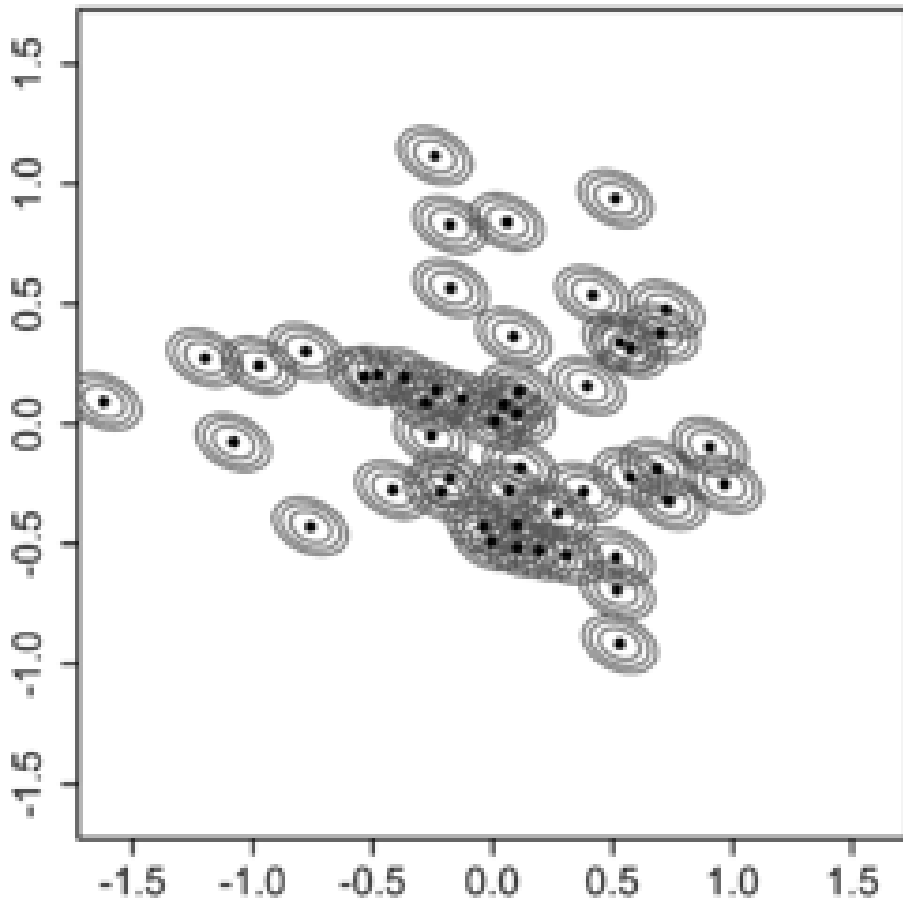
d_{ij} distância do do pixel do raster até o ponto

Estimativa de Densidade Kernel



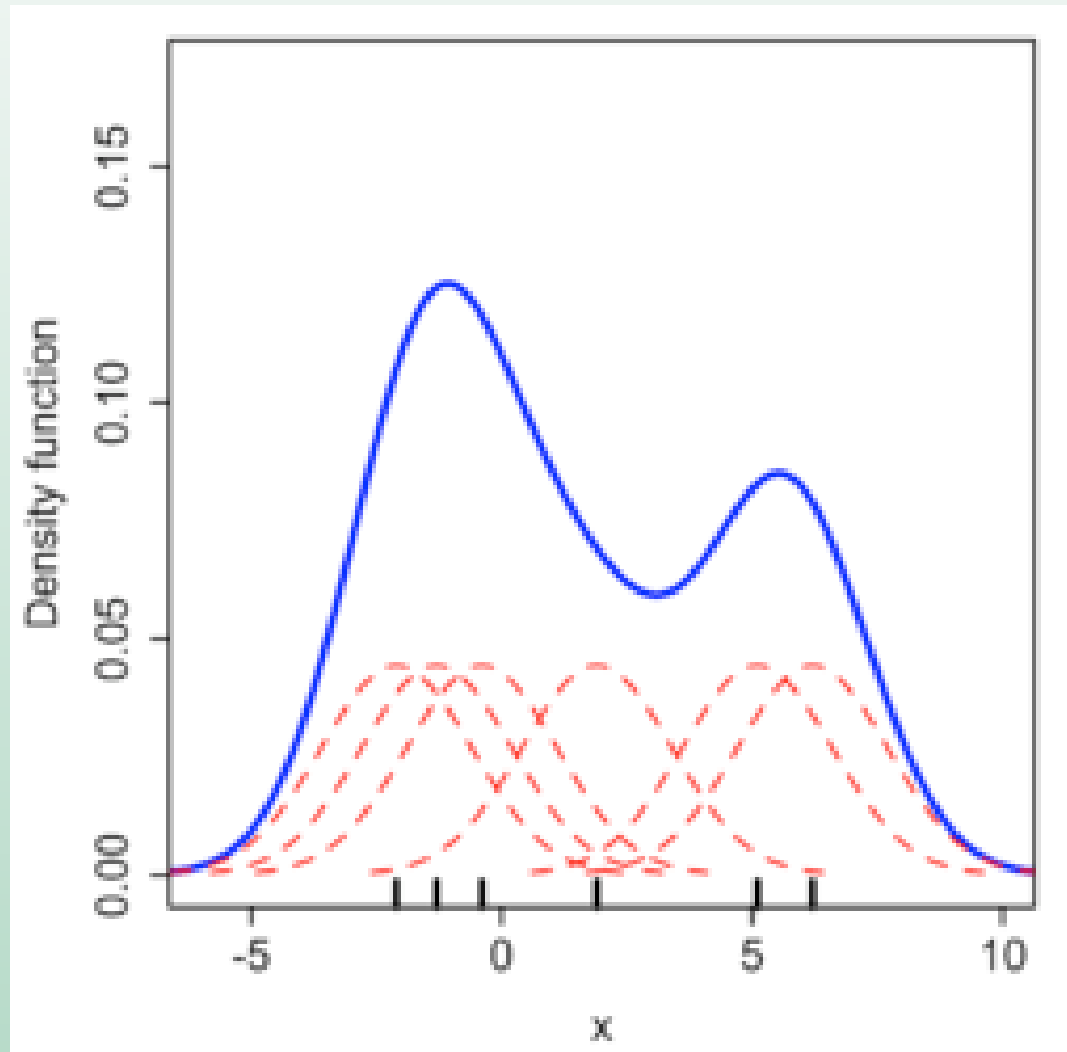
Estimativa de Densidade Kernel

Somando o kernel de cada ponto



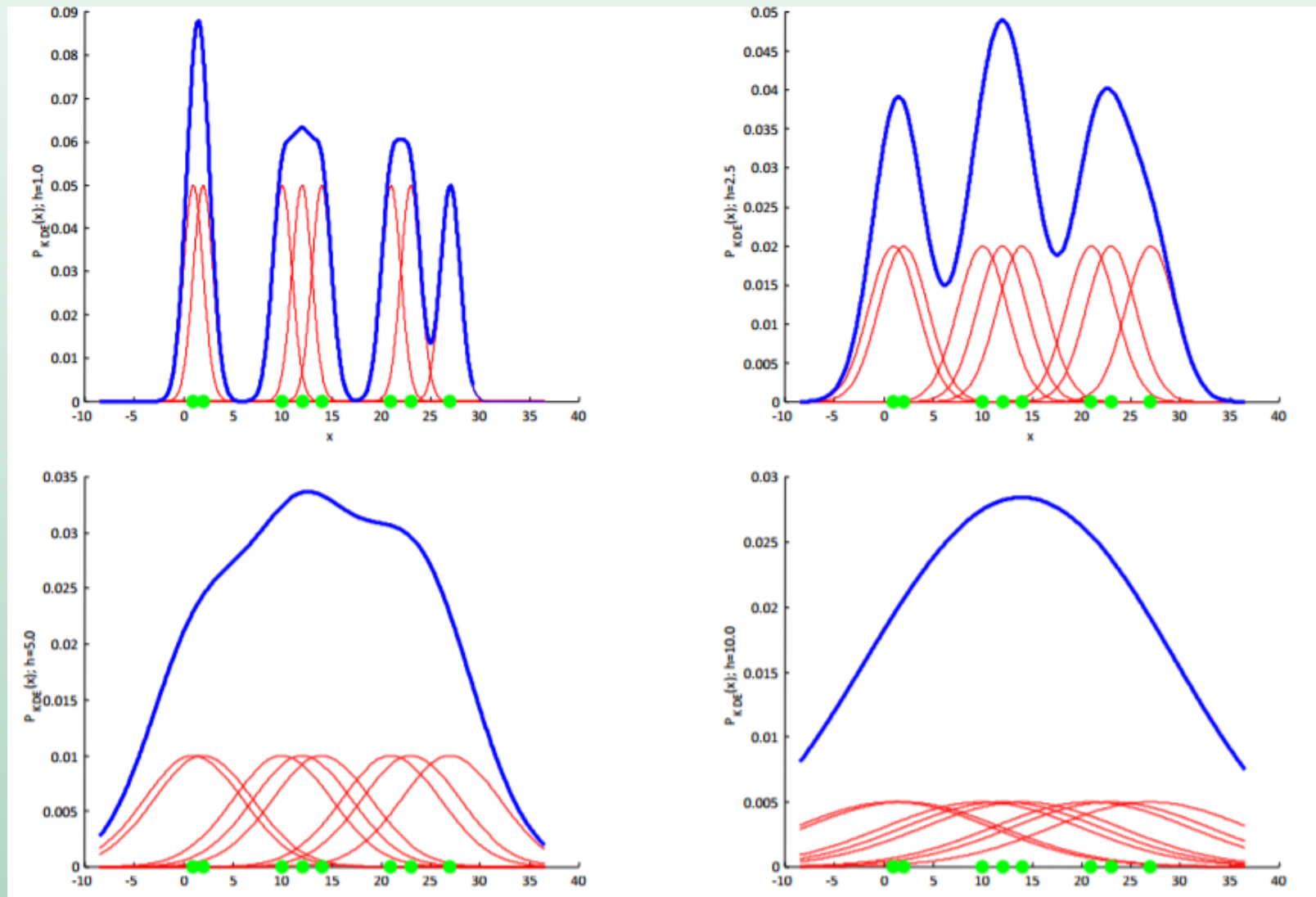
Estimativa de Densidade Kernel

Somando o kernel
de cada ponto

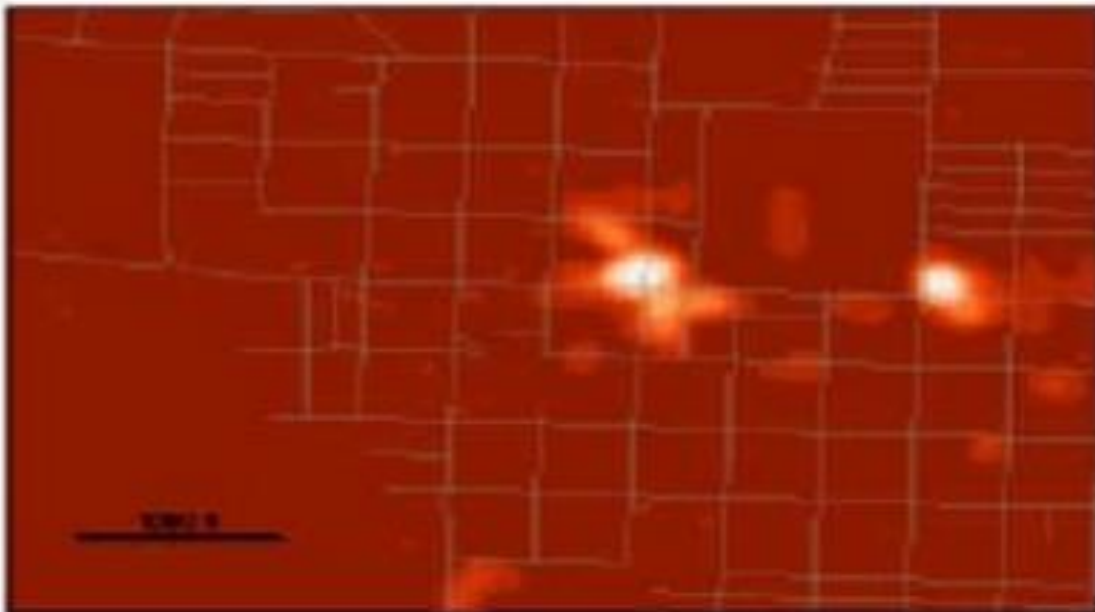


Estimativa de Densidade Kernel

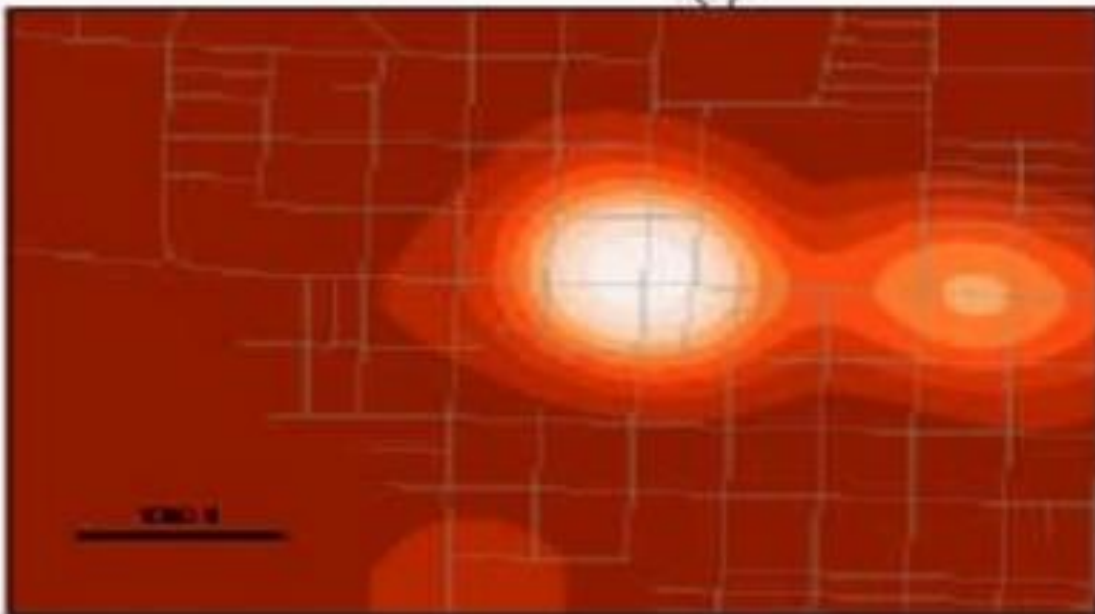
Alterando o Raio do Kernel



Diferentes Raios para o Kernel



Search radius = 200 feet



Search radius = 1000 feet

Estimativa de Densidade Kernel

Qual raio de Kernel escolher?

Transições graduais  Raios maiores

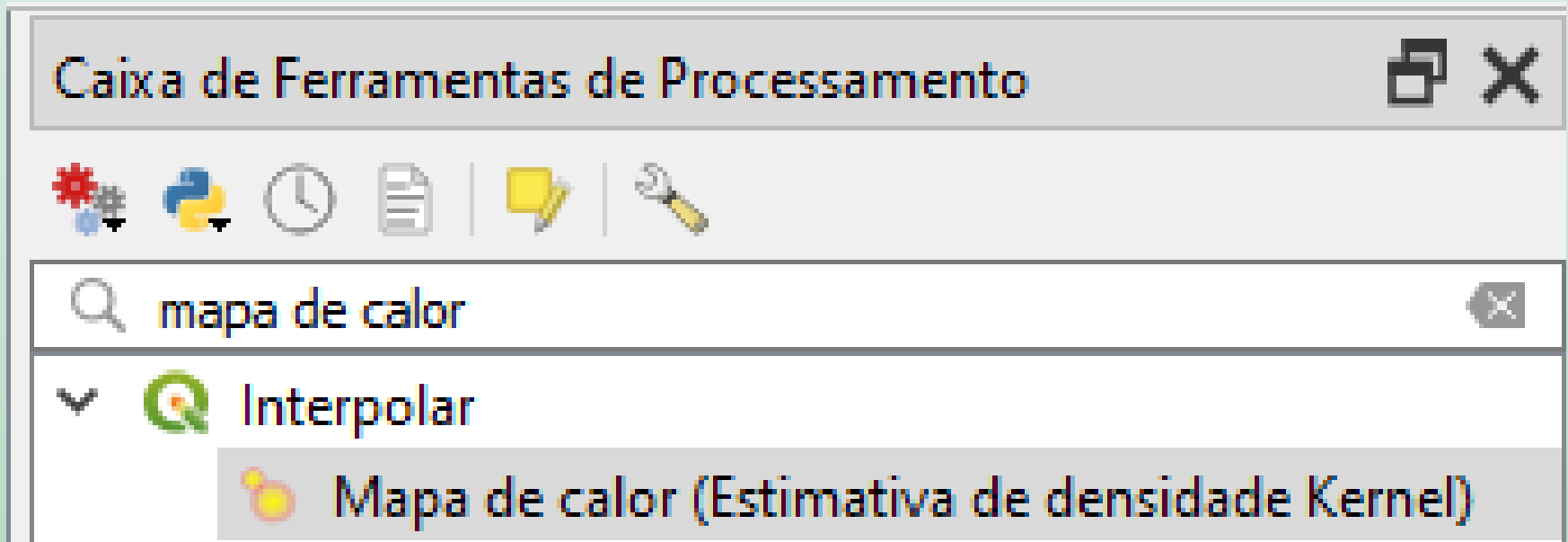
Pequenos agrupamentos  Raios menores

Kernel: Prática no QGIS

Estimar densidade de empreendimentos residenciais
na RMSP

Caixa de Ferramentas de Processamento >

Mapa de calor (estimative de densidade Kernel)



Para utilizar distâncias em metros, lembre-se que o dado deve apresentar coordenadas métricas



Mapa de calor (Estimativa de densidade Kernel)

Parâmetros

Log

Camada de pontos

° LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPSG:3198]



☐ Apenas feições selecionadas

Raio

3000,000000



metros



Output raster size

Linhas

381



Colunas

737



Tamanho do pixel X

150,000000



Tamanho do pixel Y

150,000000



► Parâmetros avançados

Heatmap

C:/ufabc/Dados_AnaliseEspacial/mapa_calor.tif



Kernel: Prática no QGIS

▼ **Parâmetros avançados**

Raio do campo [opcional]

Weight from field [opcional]

Kernel shape

Decay ratio (Triangular kernels only) [opcional]

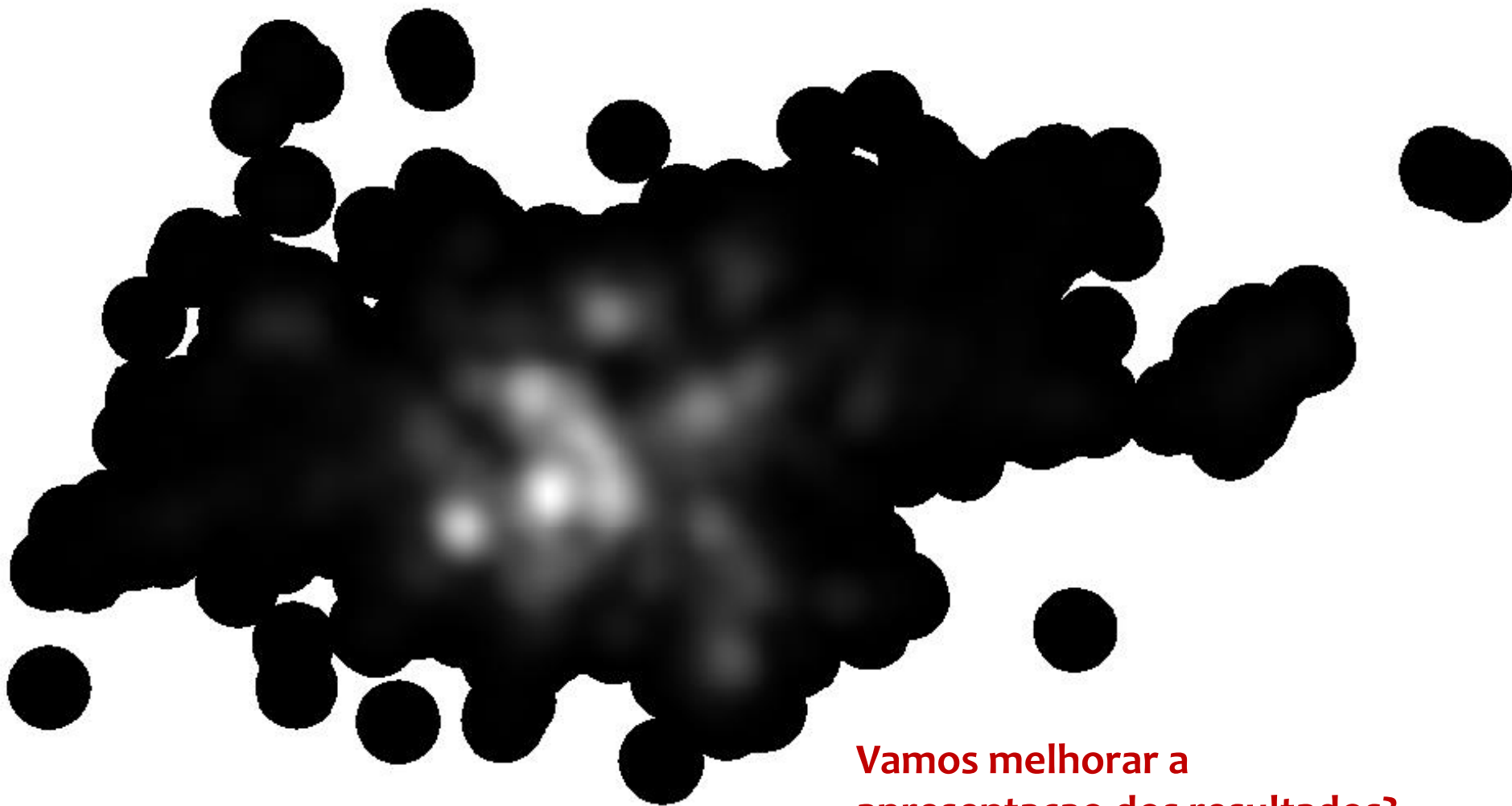
Output value scaling

Em “parâmetros avançados”- *advanced parameters*, é possível:
especificar a forma da função kernel - *kernel shape*;

Aplicar raios diferenciados às feições (por exemplo, pode-se atribuir um raio mais abrangente para um hospital do que para um posto de saúde) – *radius from field*;

dar um peso diferente às amostras de pontos- *weight from field* (por exemplo, pode-se ponderar escolas em função do número de matrículas)

QGIS: “Heat Maps”



Vamos melhorar a
apresentação dos resultados?



Informação



fonte



Simbologia



Transparência



Histograma



Renderização



Temporal



Pirâmides



Elevação



Metadados



Legenda



QGIS Server

Renderização da banda

Tipo de renderização

Banda simples falsa-cor

OCIS: "Heat Maps"

Banda

Banda 1 (Gray)

Mín

0

Máx

749,862915

Configurações de Valor Min / Max

Interpolar

Linear

Gradiente de cores



Sufixo da unidade rotulada

Precisão do rótulo

4

Valor	Cor	Rótulo
0		0,0000
187,4657288		187,4657
374,9314575		374,9315
562,3971863		562,3972
749,862915		749,8629

Modo

Contínuo

Classes

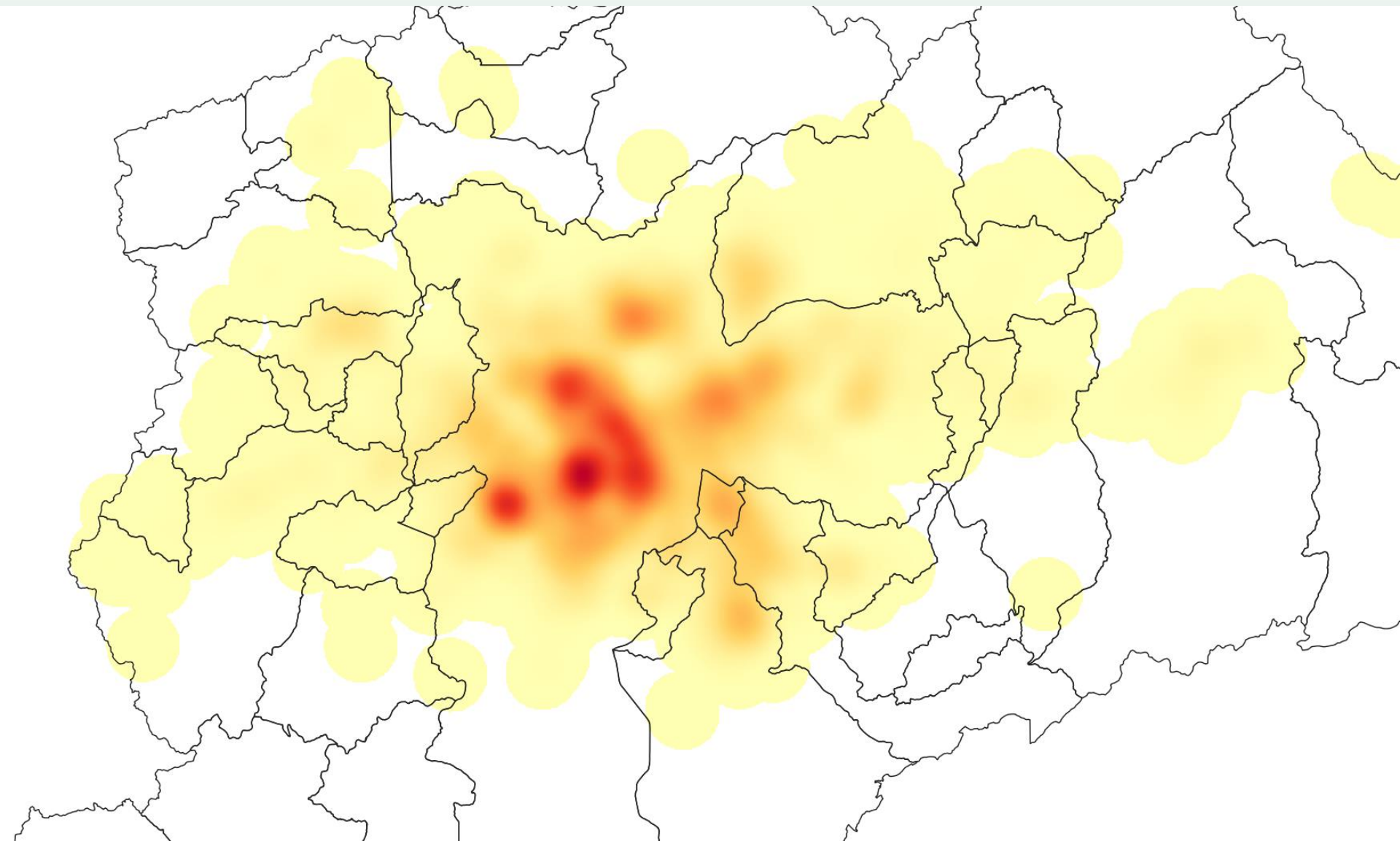
5

Classificar

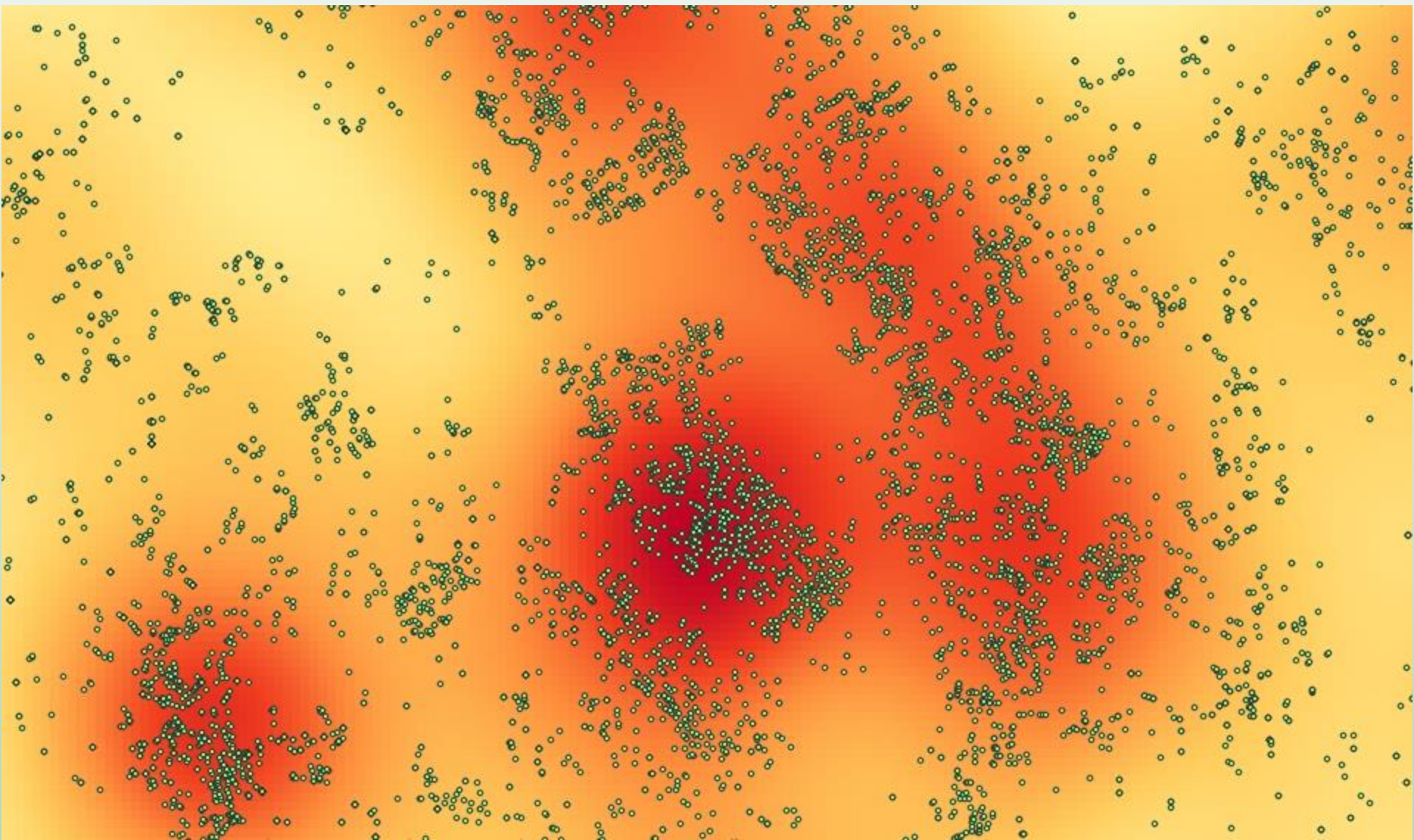


Configurações da Legenda...

QGIS: “Heat Maps”



QGIS: “Heat Maps”



Kernel: Prática no QGIS

*Estimar densidade de empreendimentos residenciais
na RMSP*

Atividade

Faça o mapa de kernel com outros raios, e compare
os resultados

Kernel ponderado

Raio: 3000 metros

Tamanho do pixel: 150 metros

Parâmetros avançados:

Weight from field:

TT_UNID

(unidades por empreendimento)

Mapa de calor (Estimativa de densidade Kernel)

Parâmetros Log

Camada de pontos

LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPSG:3198]   

☐ Apenas feições selecionadas

Raio

3000,000000   metros 

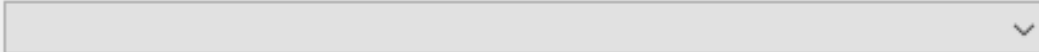
Output raster size

Linhas 381  Colunas 737 

Tamanho do pixel X 150,000000  Tamanho do pixel Y 150,000000 

▼ Parâmetros avançados

Raio do campo [opcional]



Weight from field [opcional]

123 TT_UNID 

Kernel shape

Quartico 

Decay ratio (Triangular kernels only) [opcional]

0,000000  

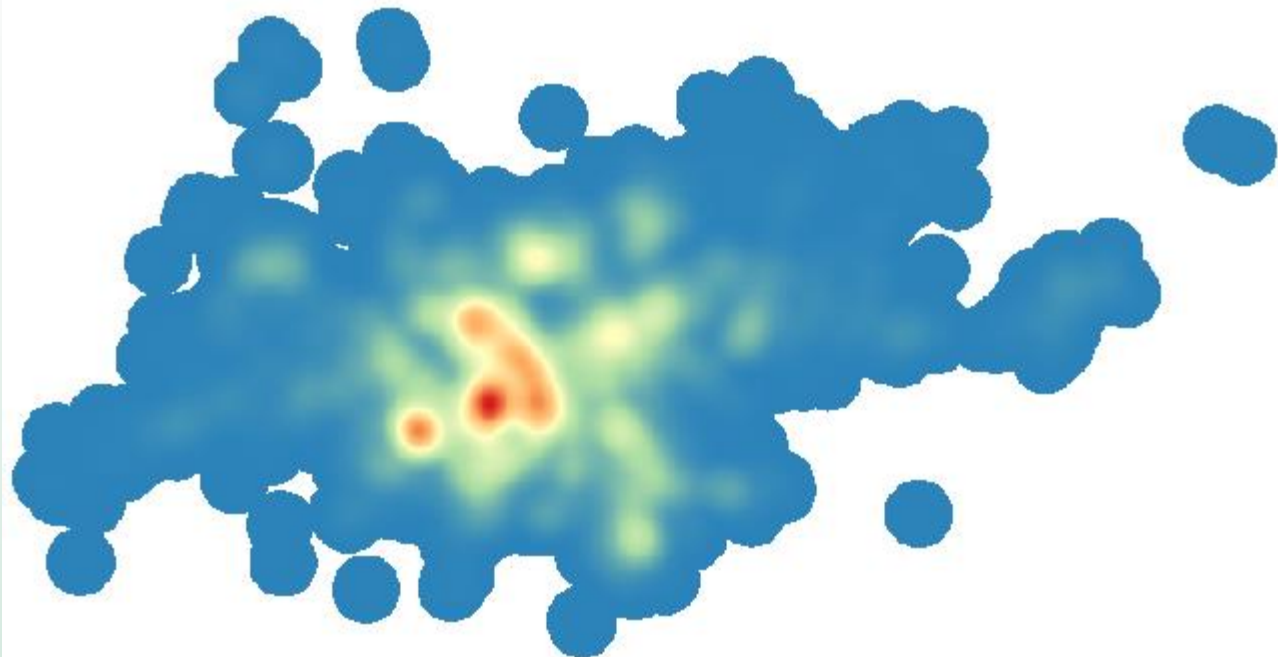
Output value scaling

Bruto 

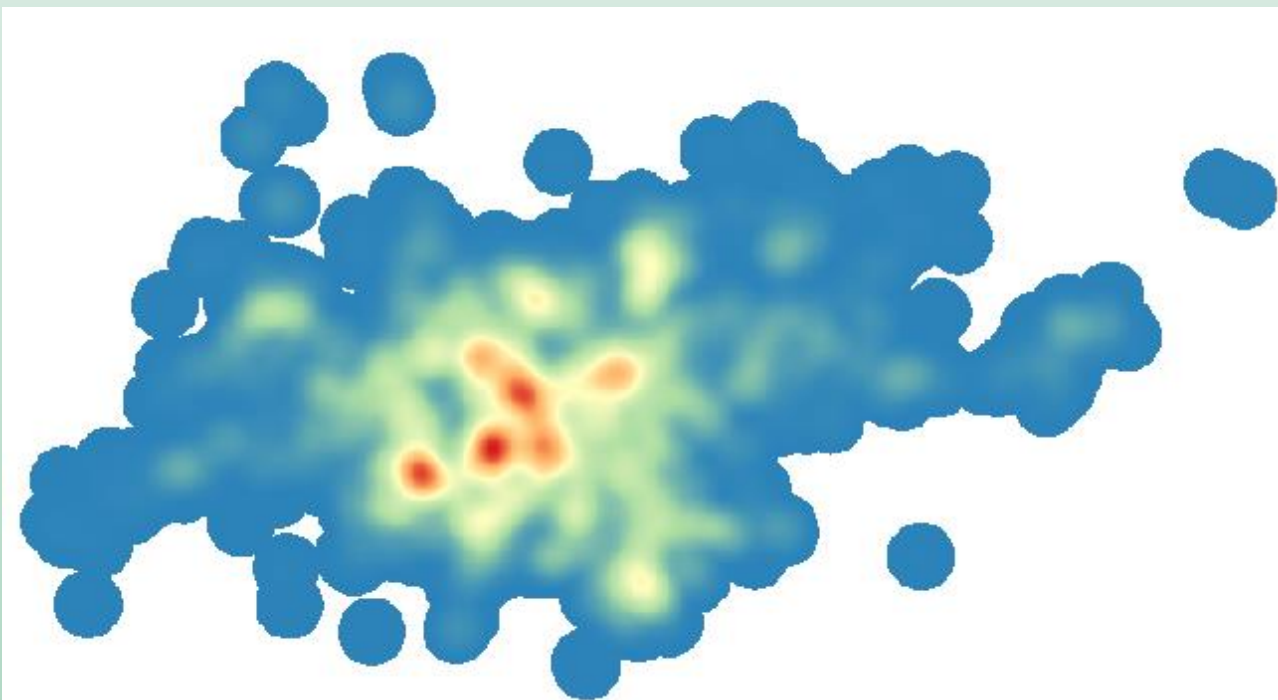
Heatmap

C:/ufabc/Dados_AnaliseEspacial/mapa_calor_3000_unidades.tif  

Kernel simples



Kernel ponderado



Mapa de Proximidade

- Distância a serviços urbanos

Crime Proximity to Existing Stations Washington, D.C., August 2009

Recommendations Based on Crime Distribution:

One New District Headquarters (Southeast)
Three New Substations (Northeast,
East Central and West Central)

Recommended Stations

- New District Headquarters
- New Substation

Police Stations

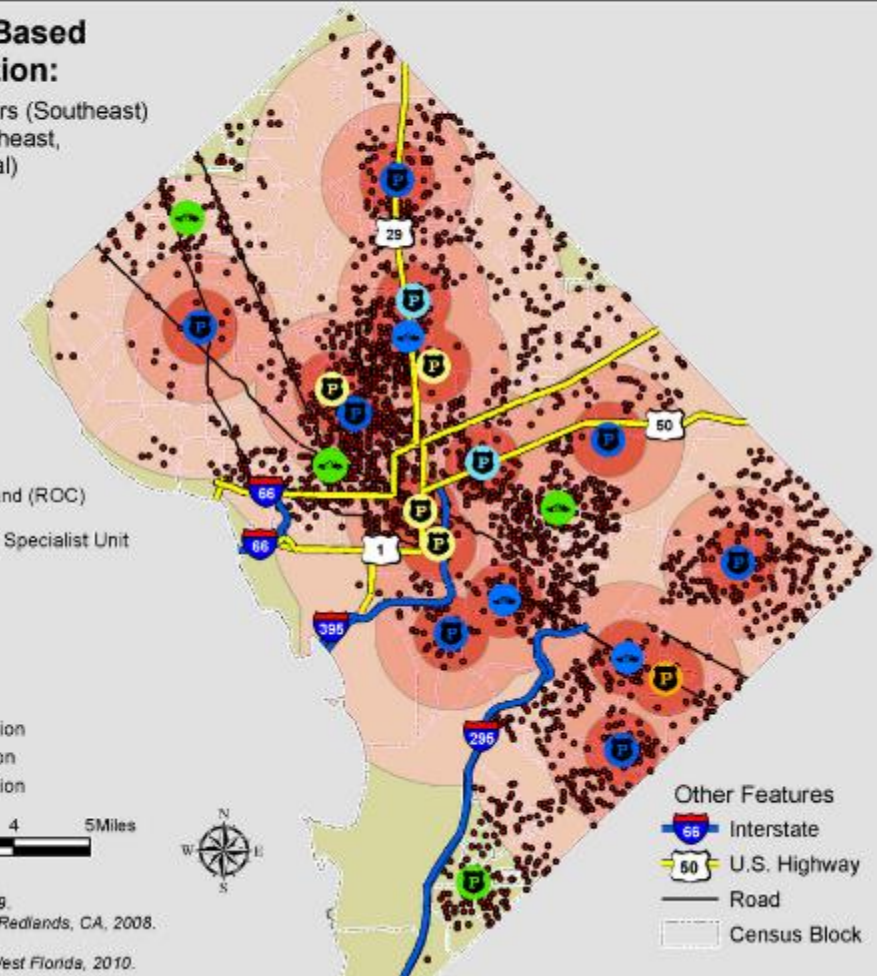
- District Headquarters
- Regional Operations Command (ROC)
- ROC - East & Family Liaison Specialist Unit
- Liaison Unit
- Substation

Crime Proximity to Stations

- Recorded Crime Incident
- 0.5 Miles from Nearest Station
- 1.0 Mile from Nearest Station
- 2.0 Miles from Nearest Station

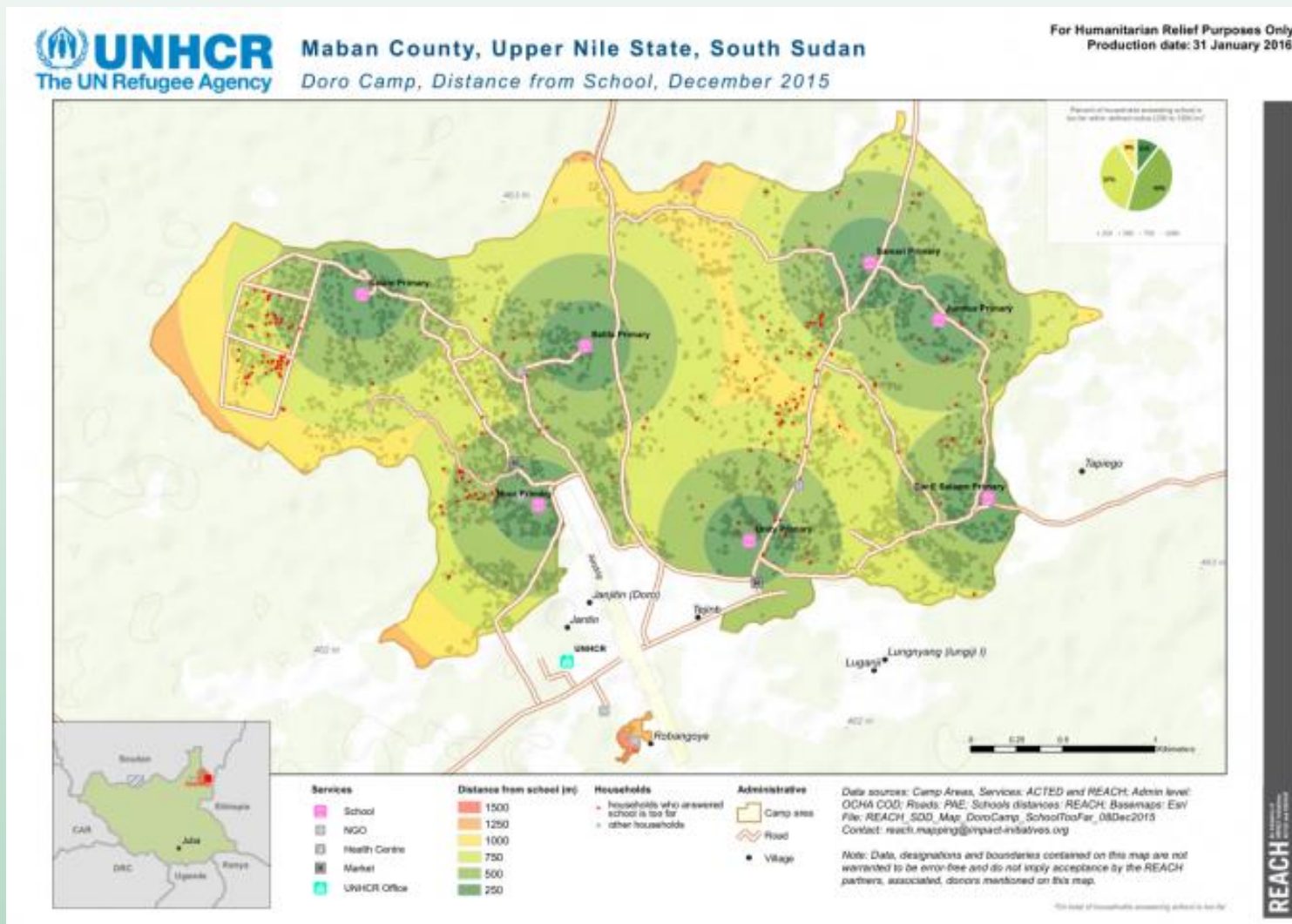
0 0.5 1 2 3 4 5 Miles
1:130,000

Data Sources: <http://data.dc.gov>, 2009.
Tele Atlas North America, Inc., ESRI, Redlands, CA, 2008.
U.S. Census, 2006. DC GIS, 2002
Map by: Sean Cupolo, University of West Florida, 2010.



Mapa de Proximidade

- Distância a serviços urbanos



UNICEF. 2015. Doro Camp, Distance from School. Em:

<http://reliefweb.int/map/south-sudan/south-sudan-maban-county-upper-nile-state-doro-camp-distance-school-december-2015>

Mapas de Proximidade

Modelagem de mudanças no uso do solo

Distância da Mancha Urbana



Distância da Malha Viária

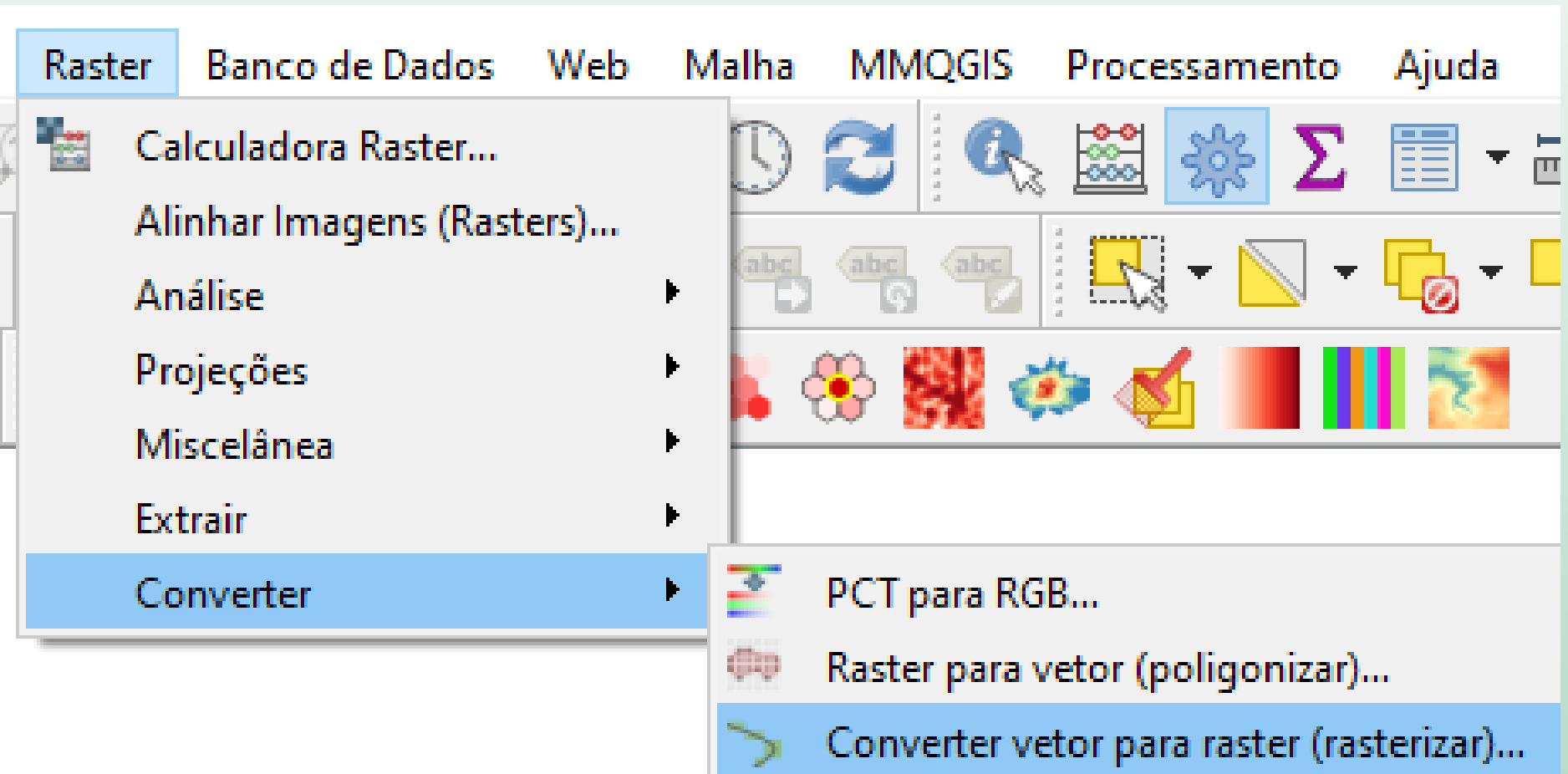


Mapa de Proximidade ou de Kernel?

- Visualmente semelhantes
 - Distância e densidade estão inversamente relacionadas
 - Ambas são adequados para análise exploratória
- Diferenças:

Mapa de Kernel	Mapa de Proximidade
Foco em densidade (ocorrência/km ²)	Foco em distância (km ²)
Mais flexibilidade (ajuste de kernel e raio)	Mais simples (menos suposições sobre o fenômeno)
Pode ser calibrada para previsões	Pode ser ajustada para barreiras e atrito

Converter lançamentos imobiliários para formato raster



Valor fixo para gravar:

1

Unidades de tamanho de
saída:

Unidades georreferenciadas

Resolução (horizontal e
vertical):

50

Conversão de vetor - Converter vetor para raster (rasterizar)

Parâmetros Log

Camada de entrada
LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPSG:3198]

☐ Apenas feições selecionadas

Campo a usar para o valor burn-in [opcional]

Valor fixo to burn [opcional]
1,000000

☐ Queimar valor extraído dos valores "Z" da feição [opcional]

Unidades de tamanho da saída
Unidades georreferenciadas

Resolução Horizontal/Largura
50,000000

Resolução Vertical/Altura
50,000000

extensão de saída [opcional]
Não definido

Assign a specified NoData value to output bands [opcional]
0,000000

► Parâmetros avançados

Rasterizado
C:/ufabc/cartgeo/analise_especial/rasterizado.tif



Raster

Banco de Dados

Web

Malha

MMQGIS

Processamento

Ajuda



Calculadora Raster...

Alinhar Imagens (Rasters)...

Análise

Projeções

Miscelânea

Extrair

Converter



Orientação...



Preencher semdados...



Grade (Média móvel)...



Grade (Dados métricos)...



Grade (Inverso da distância à potência)...



Grade (Vizinho mais próximo)...



Sombreamento...



Preto próximo...



Proximidade (distância raster)...

Parâmetros

Log

Camada de entrada

 Rasterizado [EPSG:31983]

Número da banda

Banda 1 (Gray)



Uma lista de valores de pixel na imagem de origem, a serem considerados pixels alvo [opcional]

1

Unidades de distância

Coordenadas georeferenciadas



A distância máxima a ser gerada [opcional]

0,000000



Valor a ser aplicado a todos os pixels que estão dentro de distância máxima aos pixels alvos [opcional]

0,000000



Valor nulo a ser usado pelo raster de proximidade de destino [opcional]

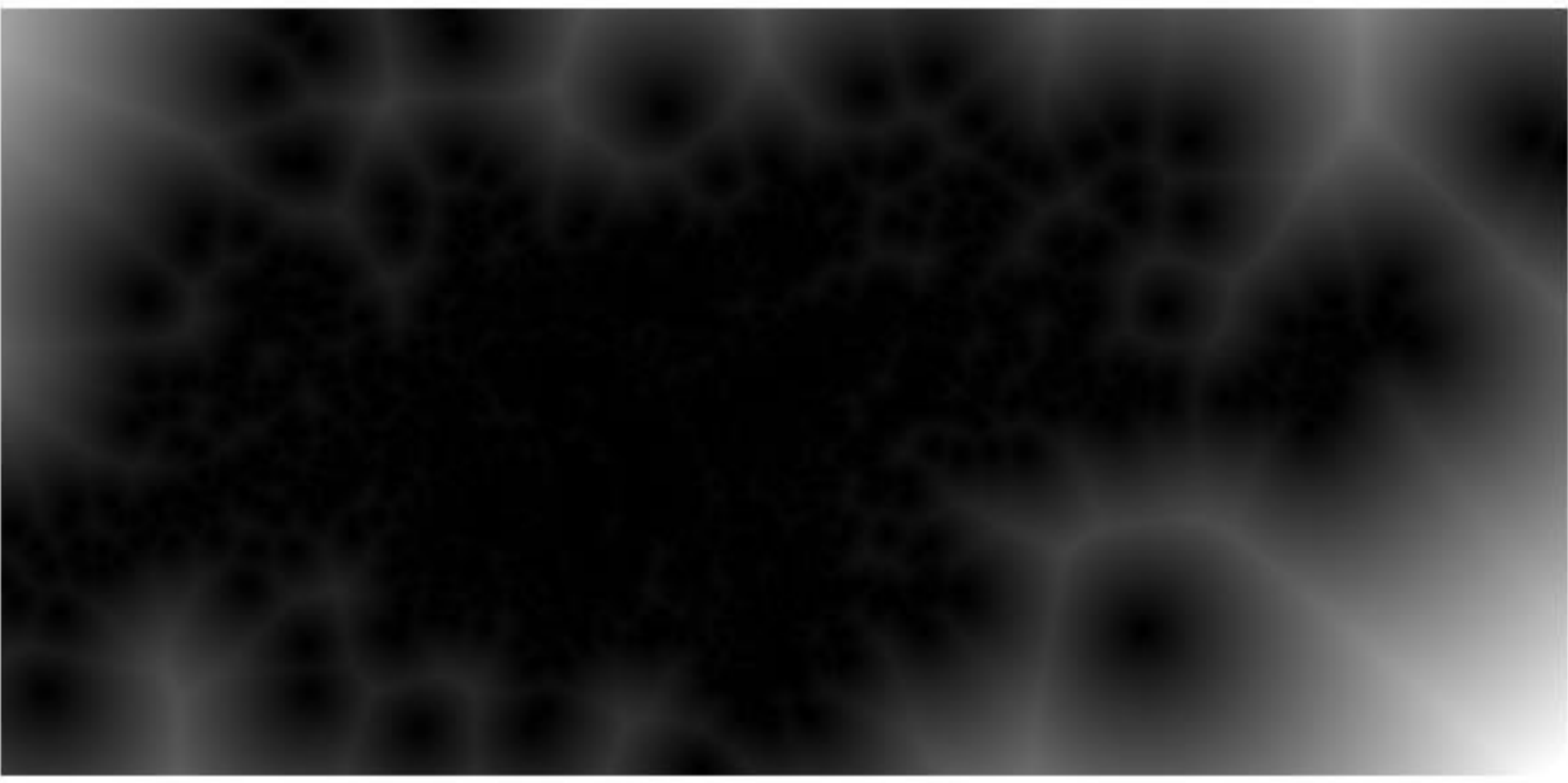
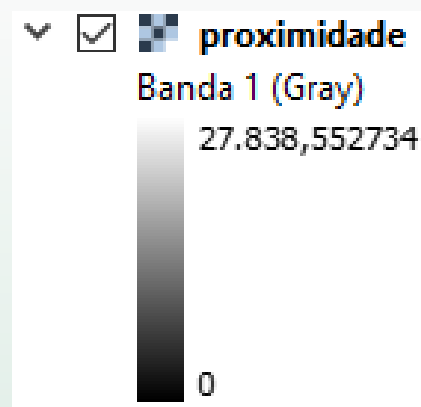
0,000000

**► Parâmetros avançados**

Mapa de proximidade

C:/ufabc/Dados_AnaliseEspacial/proximidade.tif







Informação



fonte



Simbologia



Transparência



Histograma



Renderização



Temporal



Pirâmides



Elevação



Metadados



Legenda



QGIS Server

Renderização da banda

Tipo de renderização **Banda simples falsa-cor**

Banda **Banda 1 (Gray)**

Mín **0** Máx

27838,5527344

Configurações de Valor Min / Max

Interpolar **Linear**

Gradiente de cores

Sufixo da unidade rotulada

Precisão do rótulo **4**

Valor	Cor	Rótulo
0		0,0000
6959,6381836		6959,6382
13919,27636...		13919,2764
20878,91455...		20878,9146
27838,55273...		27838,5527

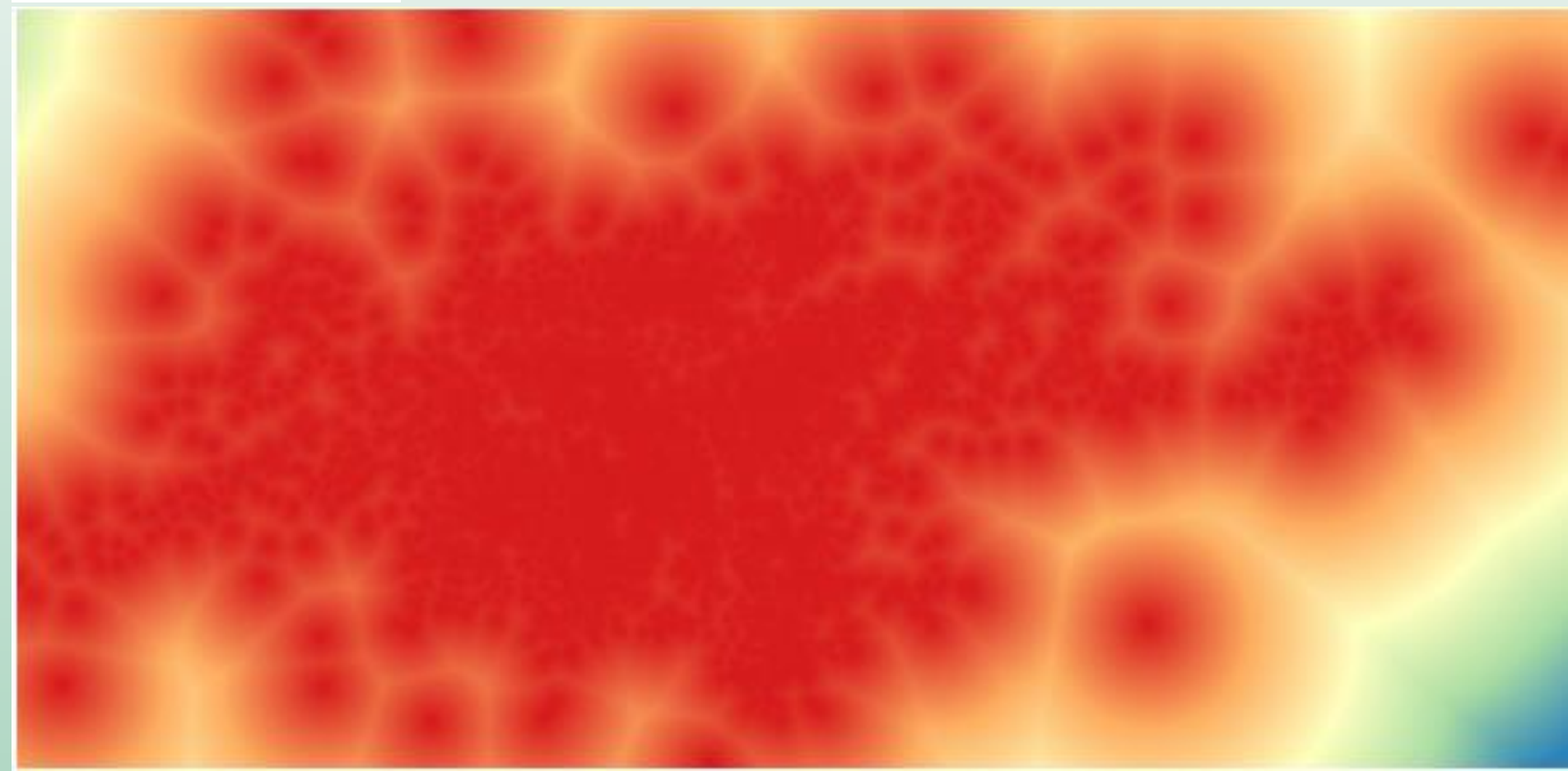
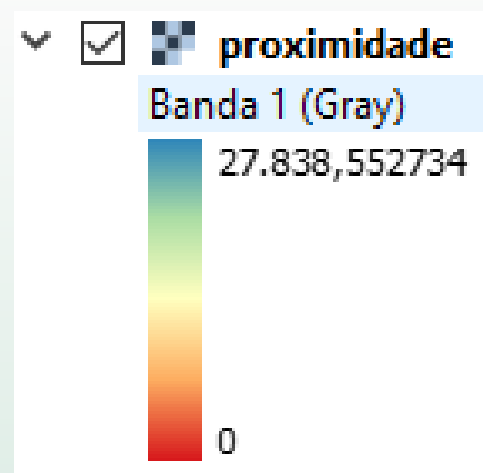
Modo **Contínuo**

Classes **5**

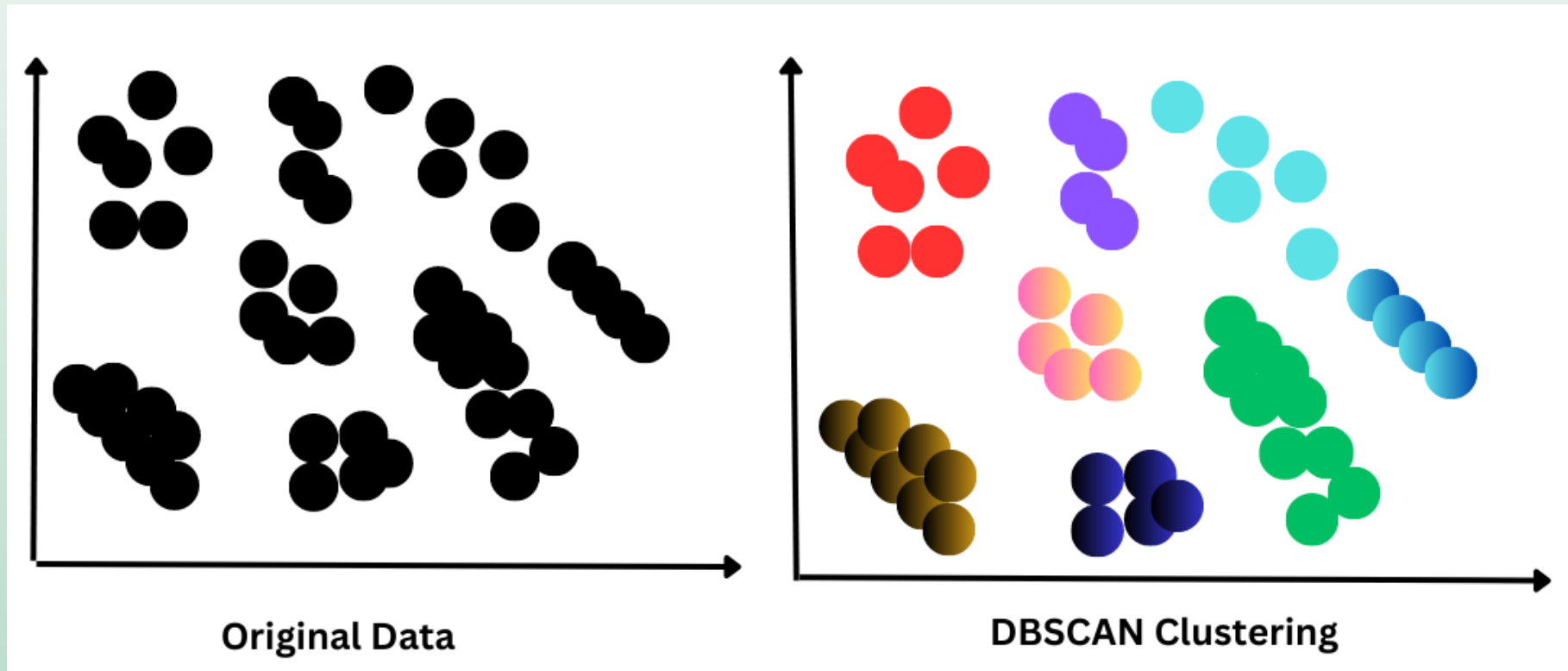
Classificar



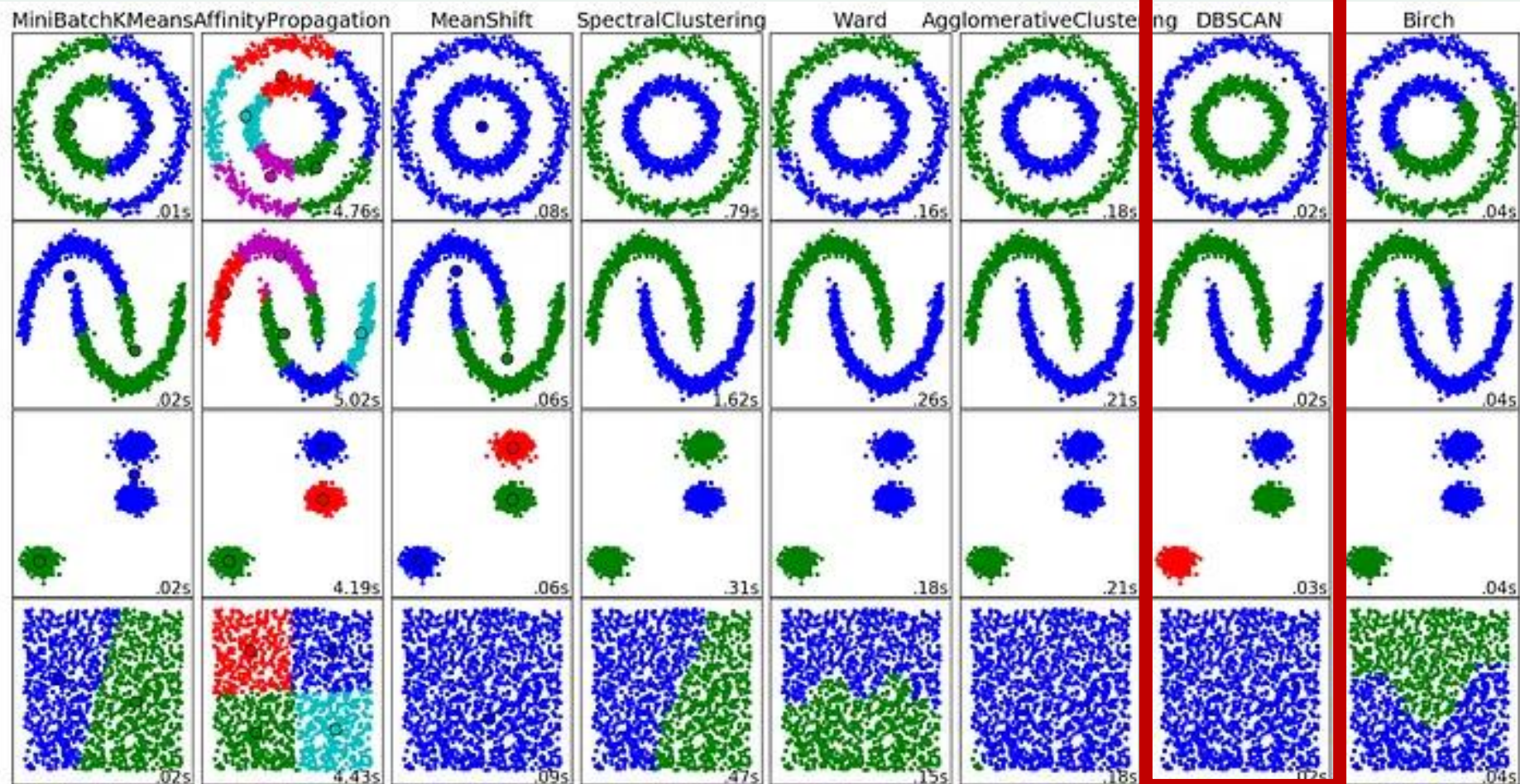
Configurações da Legenda...



Análise de agrupamentos pontuais



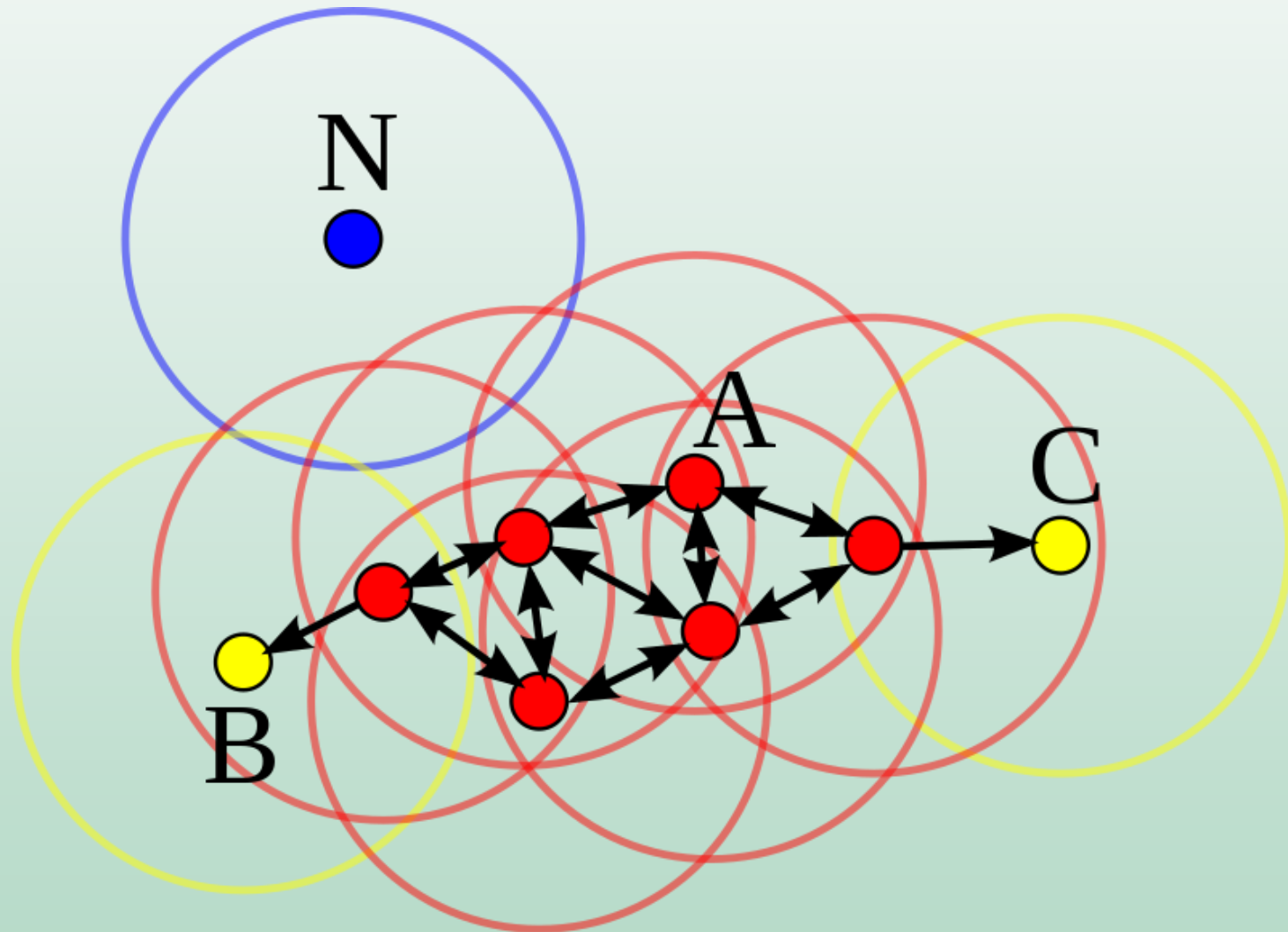
Análise de Agrupamentos Pontuais

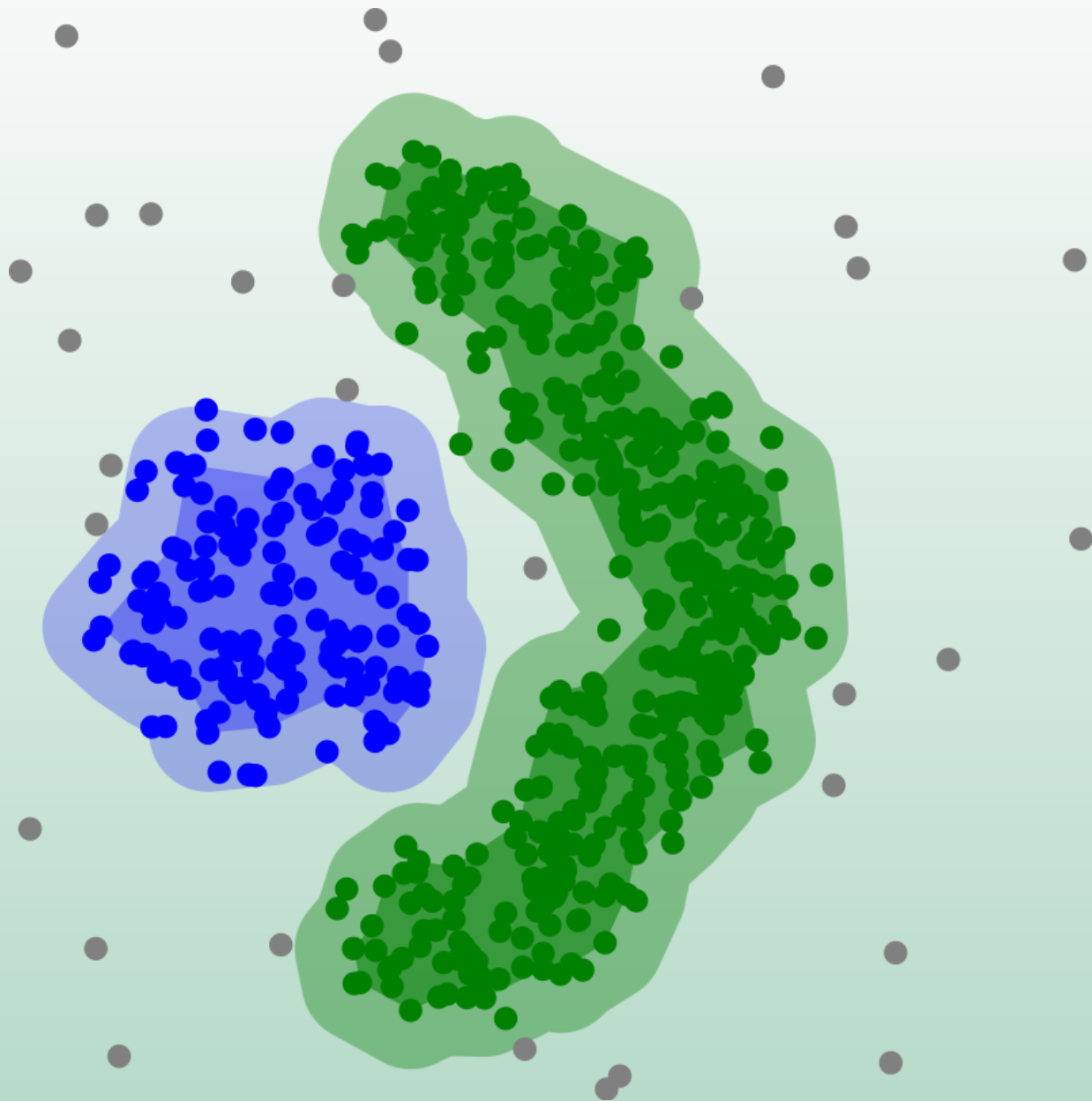


K-means

DBSCAN

DBSCAN – Pontos a um certa distância entre si





Agrupamento DBSCAN

Parâmetros

Log

Camada de entrada

 LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPSG:3198]



☐ Apenas feições selecionadas

Tamanho mínimo de grupo

5

Máxima distância entre pontos agrupados

500,000000



metros

▼ Parâmetros avançados

☒ Tratar os pontos das bordas como ruído (DBSCAN*) [opcional]

Nome do campo do agrupamento

CLUSTER_ID

Nome do campo do tamanho do grupo

CLUSTER_SIZE

Agrupados

C:/ufabc/Dados_AnaliseEspacial/agrupamento_scan_50p.shp



Tamanho mínimo
de grupo:

5

Máxima distância:
500 metros

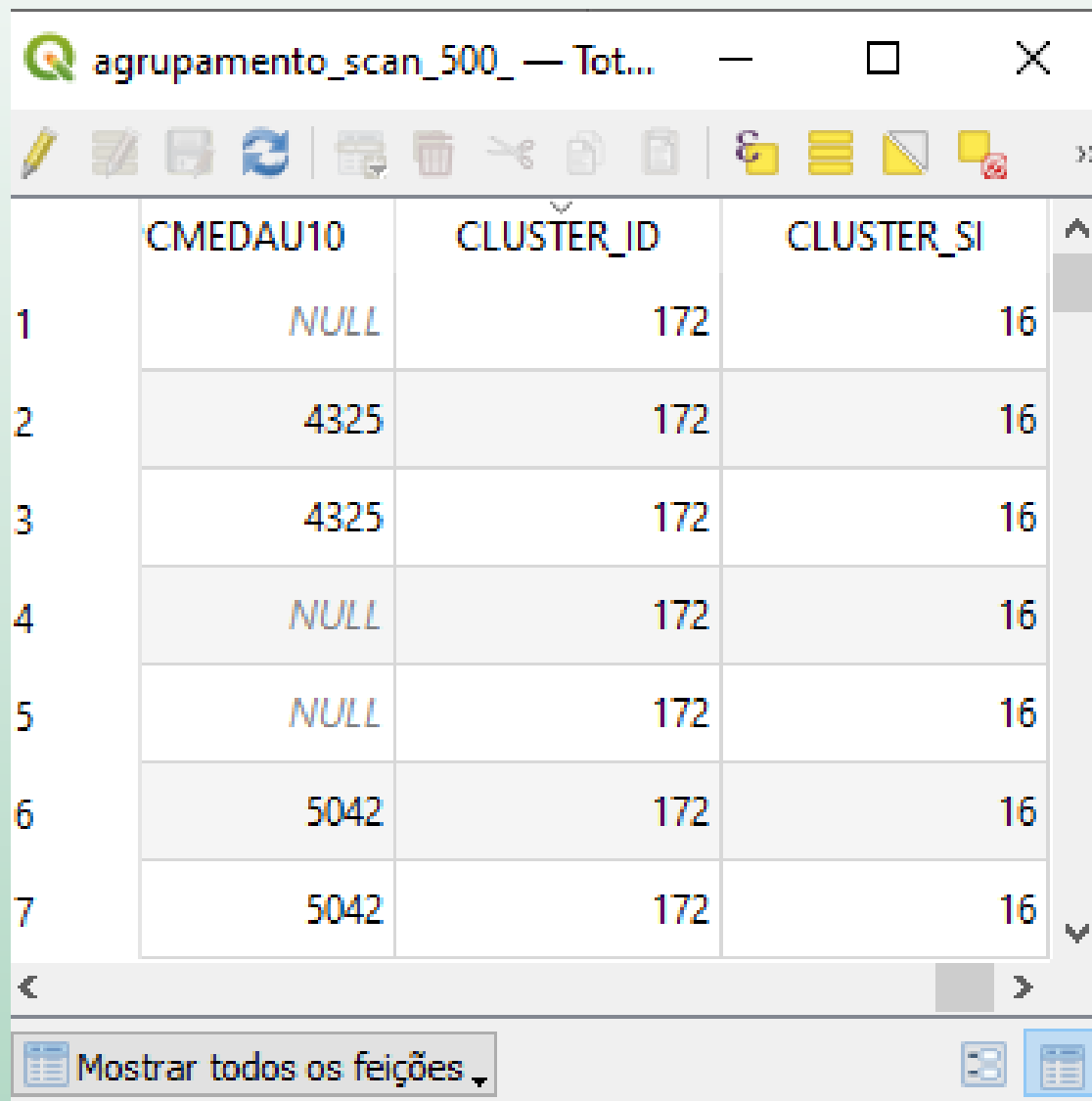
Tabela de atributos da camada gerada

- Cluster ID:

Número do grupo

- Cluster Si

Número de pontos no grupo



	CMEDAU10	CLUSTER_ID	CLUSTER_SI
1	NULL	172	16
2	4325	172	16
3	4325	172	16
4	NULL	172	16
5	NULL	172	16
6	5042	172	16
7	5042	172	16



Categorizado



Informação



fonte



Simbologia



Rótulos



Máscaras



Visualização 3D



Diagramas



Campos



Formulário de Atributos

Valor

123 CLUSTER_ID

Símbolo



Gradiente de cores

Random colors

Símbolo

Valor

Legenda



167

167



168

168



169

169



170

170



171

171



172

172



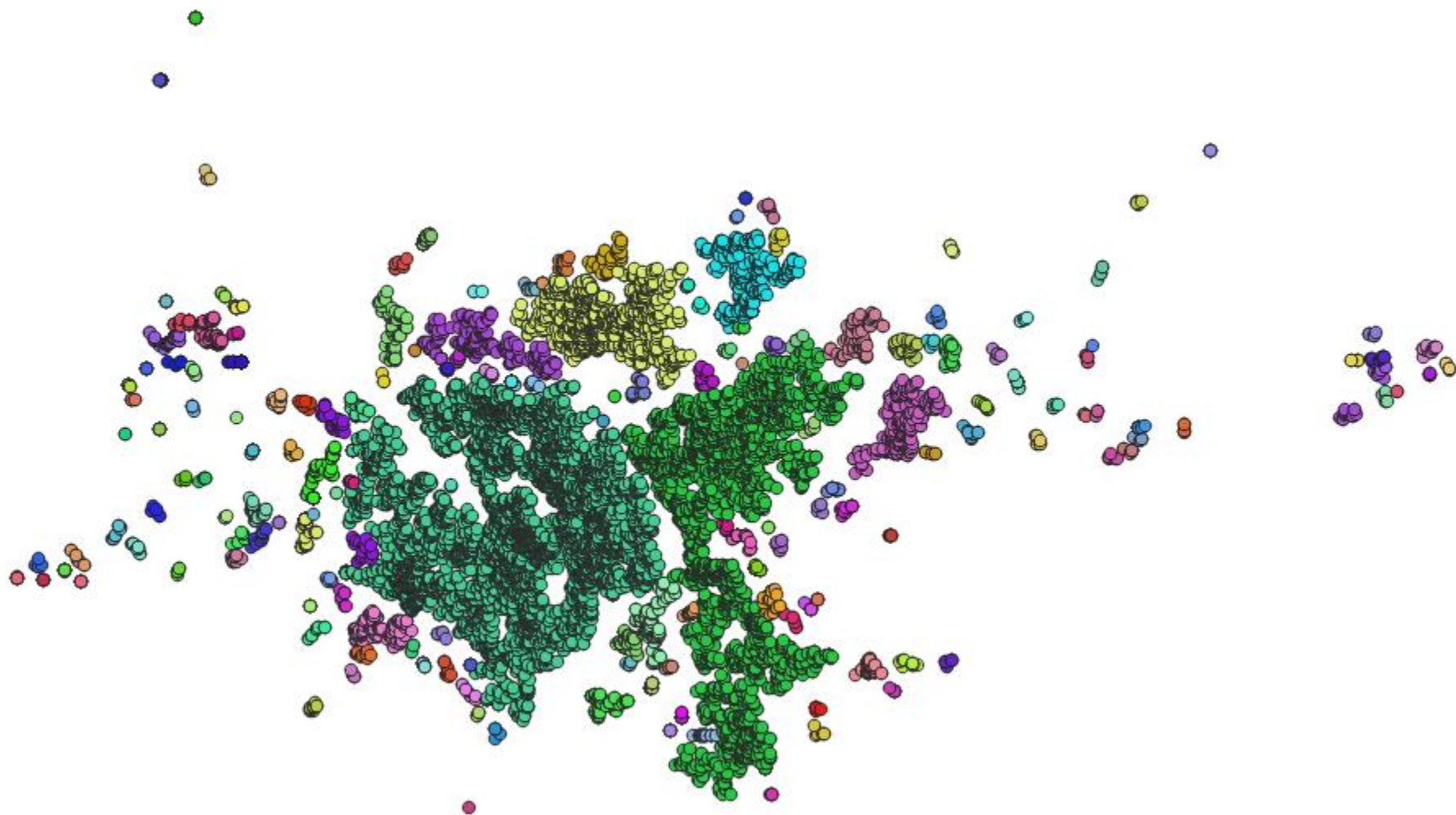
todos os outros valores

Classificar



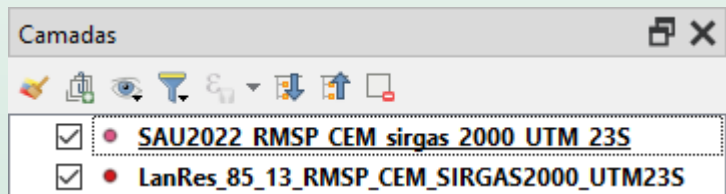
Excluir Tudo

Desmarcar os pontos sem grupos



Distância entre pontos de origem e destino

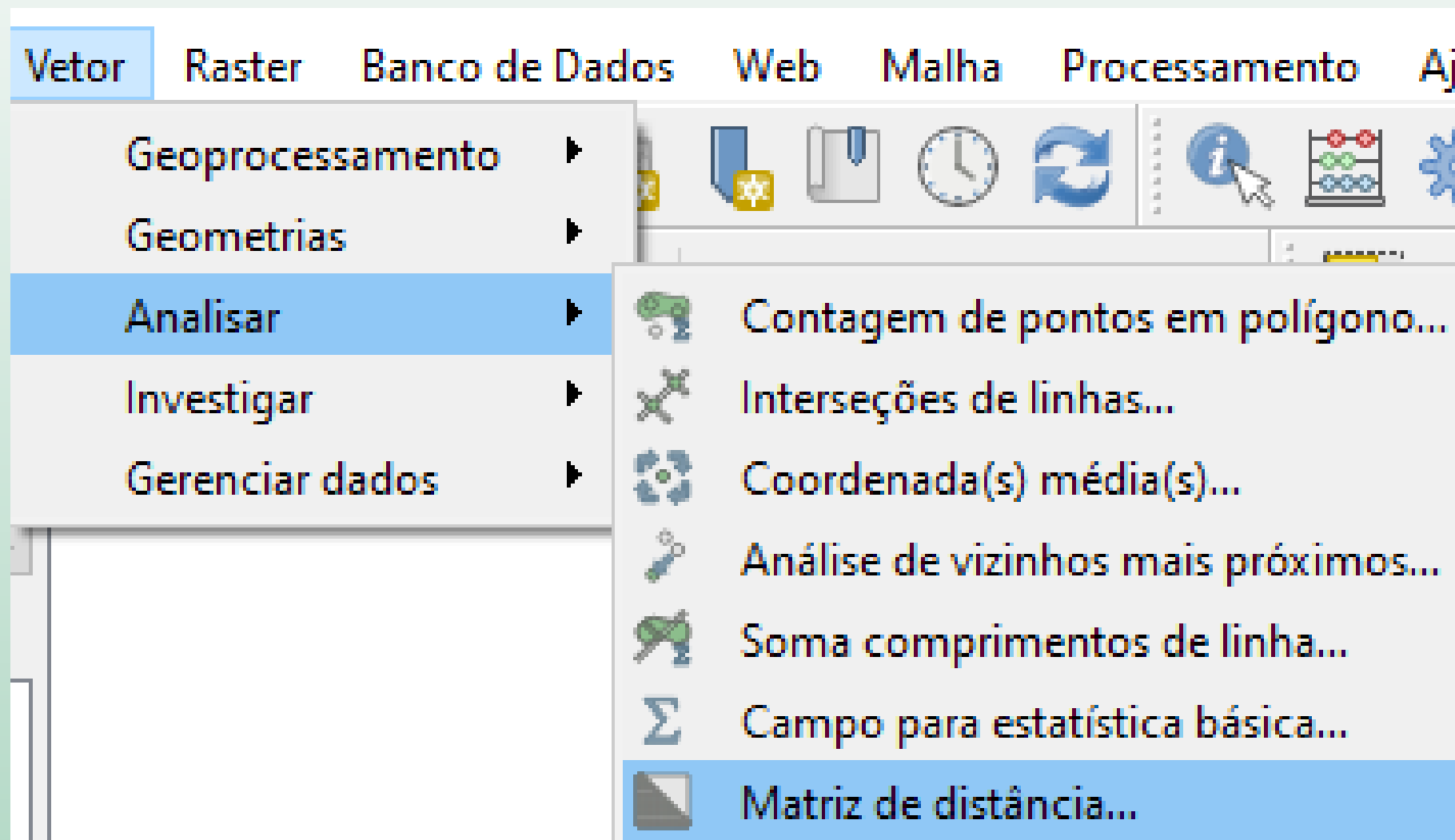
- Abrir a camada de Equipamentos de Saúde:
SAU2022_RMSP_CEM_sirgas_2000_UTM_23S.shp



Qual é a distância mínima de cada empreendimento imobiliário até o equipamento de saúde mais próximo?



Distância entre pontos de origem e destino



Distância entre pontos de origem e destino

- Origem:
Lançamentos
imobiliários
(LanRes)
- Alvo
Equipamentos
de saúde
(SAU)
- Pontos
próximos (K):
1

Matriz de distância

Parâmetros

Log

Entrar com camada de ponto

° ° LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S_ [EPSG:319







☐ Apenas feições selecionadas

Entrar com o campo de identificação exclusivo

123 ID



Local da camada de ponto alvo

° ° SAU2022_RMSP_CEM_sirgas_2000_UTM_23S [EPSG:31983]







☐ Apenas feições selecionadas

Campo exclusivo de identificação alvo

123 ID



Tipo de matriz de saída

Matriz de distância Linear (N*k x 3)



Use apenas pontos próximos do alvo (k)

1





Matriz de distância

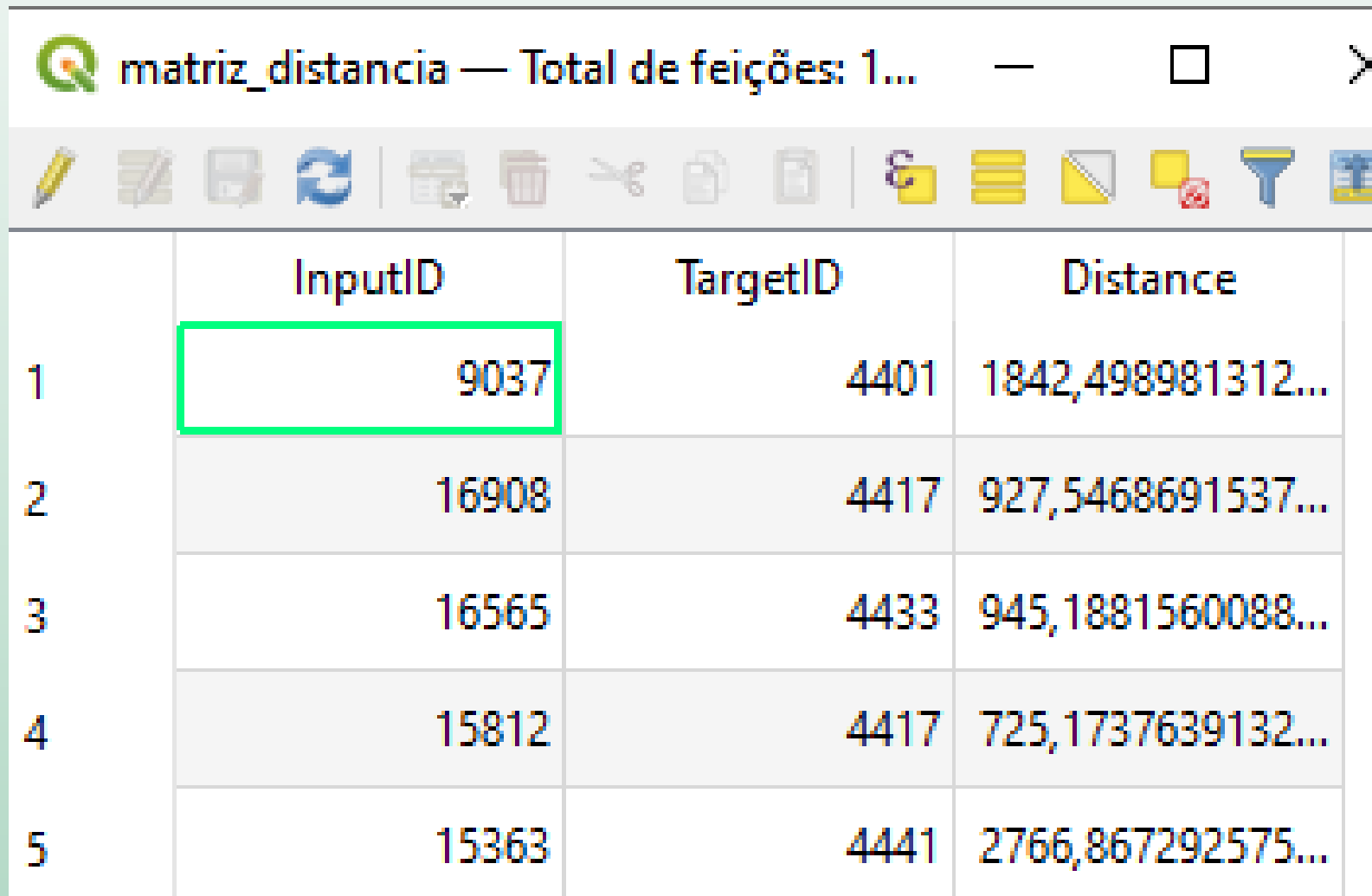
C:/ufabc/Dados_AnaliseEspacial/matriz_distancia.shp





Distância entre pontos de origem e destino

- Abrir a tabela de atributos da camada resultante



The screenshot shows the QGIS interface with a table titled 'matriz_distancia' containing 1 feature. The table has four columns: 'InputID', 'TargetID', and 'Distance'. The first row is highlighted with a green border, showing InputID 9037, TargetID 4401, and Distance 1842,498981312... The other rows show InputID 16908, 16565, 15812, and 15363, all with TargetID 4417 and various distance values.

	InputID	TargetID	Distance
1	9037	4401	1842,498981312...
2	16908	4417	927,5468691537...
3	16565	4433	945,1881560088...
4	15812	4417	725,1737639132...
5	15363	4441	2766,867292575...

- Propriedades -> Simbologia -> Categorizado
- Modo: Intervalo igual

Propriedades da camada — matriz_distancia — Simbologia

Graduado

Informação

fonte

Simbologia

Rótulos

Máscaras

Visualização 3D

Diagramas

Campos

Formulário de Atributos

Unões

Armazenamento Auxiliar

Ações

Valor

1.2 Distance

Simbolo

Formato da legenda

%1 - %2

precisão

Aparar

Método

Cor

Gradiente de cores

Classes

Histograma

Simbolo	Valores	Legenda
☒ ○	7,19 - 773,92	7 - 774
☒ ●	773,92 - 1540,66	774 - 1541
☒ ●	1540,66 - 2307,39	1541 - 2307
☒ ●	2307,39 - 3074,12	2307 - 3074
☒ ●	3074,12 - 3840,86	3074 - 3841

Modo

Intervalo igual

Classes

5

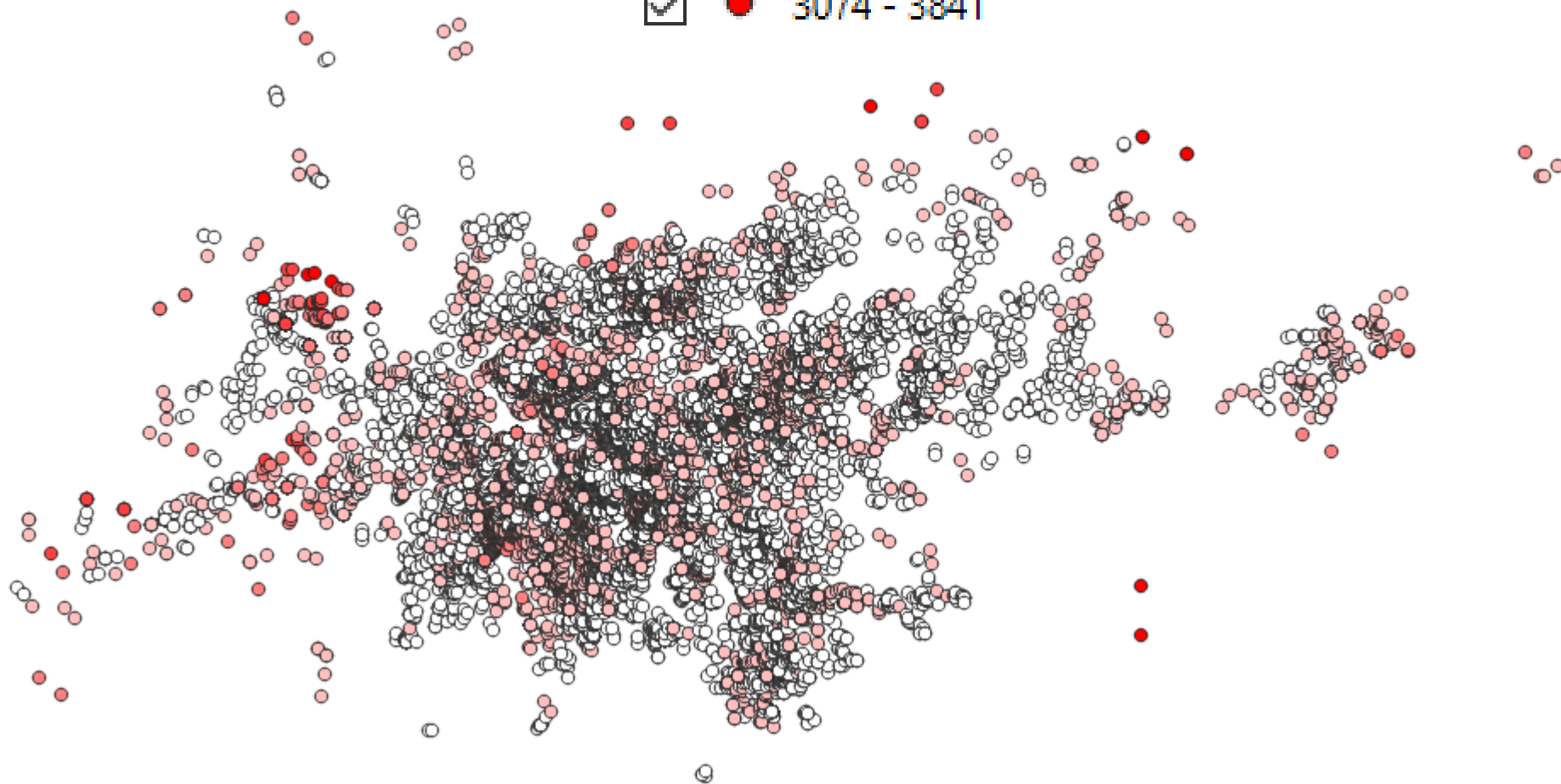
☐ Classificação simétrica

Classificar

Excluir Tudo

Avançado

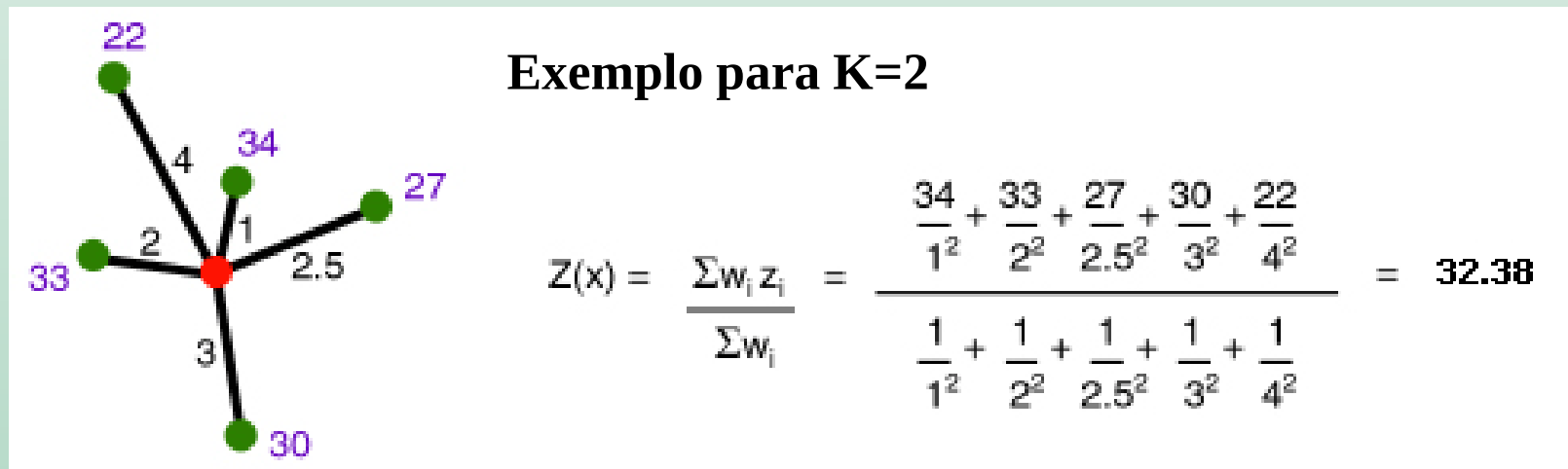
- ▼ ☒  matriz_distancia
- ☒ ○ 7 - 774
 - ☒ ● 774 - 1541
 - ☒ ● 1541 - 2307
 - ☒ ● 2307 - 3074
 - ☒ ● 3074 - 3841



Interpolação Inverso da Distância

$$w_{ij} = 1/d_{ij}^k$$

- w_{ij} peso da amostra j no ponto i da grade
- k é o expoente da distância,
- d_{ij} é o valor de distância da amostra j ao ponto i da grade



Interpolação

Peso da distância:

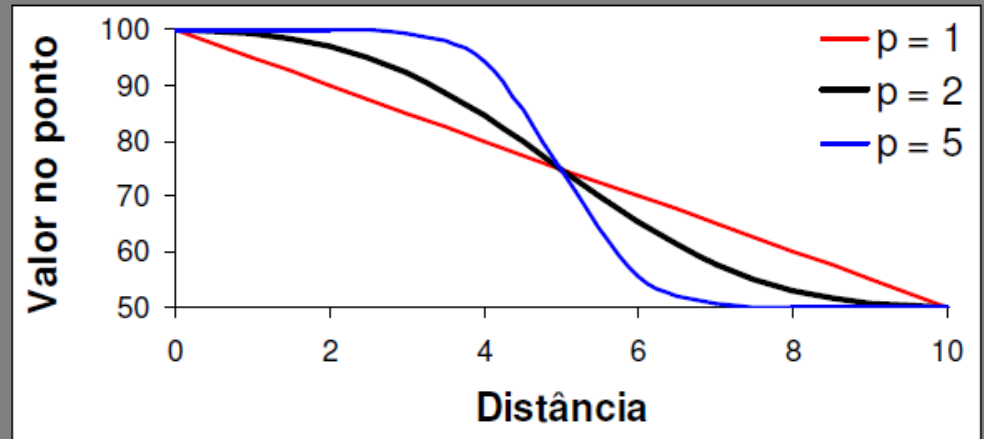
$$\frac{1}{d^p}$$

Expoente	Peso da distância
$p = 1$	$1 / d$
$p = 2$	$1 / d^2$
$p = 5$	$1 / d^5$

Interpolação IDW entre dois pontos conhecidos

Ponto A = 100

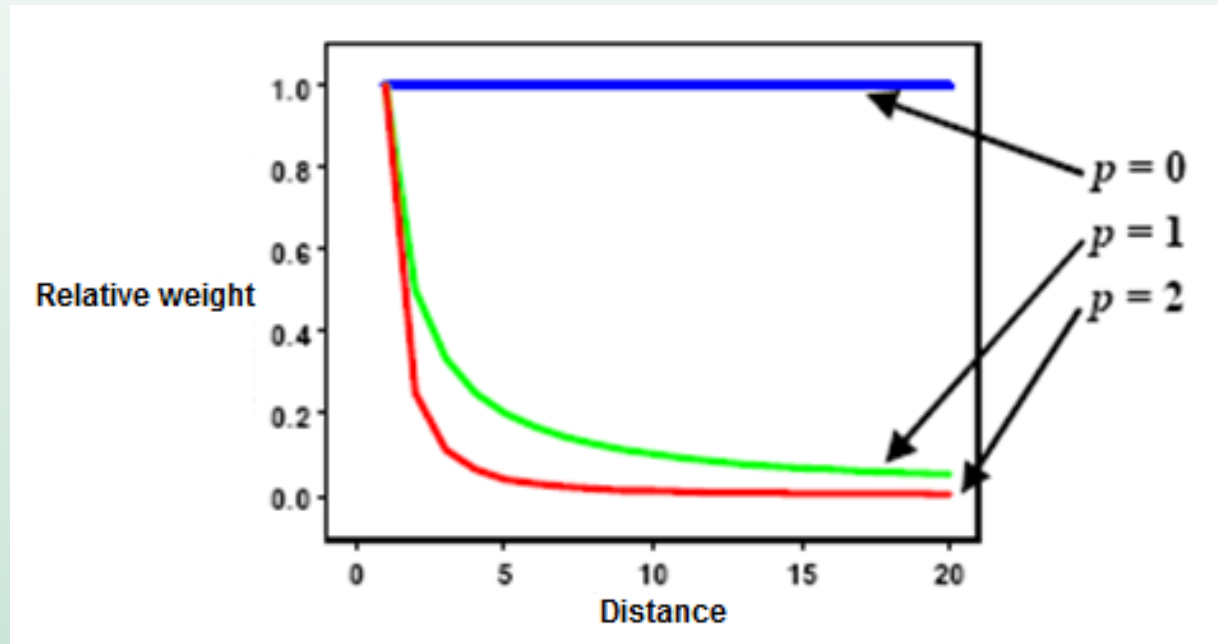
Ponto B = 50



Efeito do expoente:

- 0: resultado análogo a vizinhos naturais ou médias móveis
 - Baixos (0-2): destacam anomalias locais
- 2: inverso do quadrado da distância, o mais usado
 - Altos: (3-5): suavizam anomalias locais
 - ≥ 10 : estimativas poligonais (planas)

Interpolação

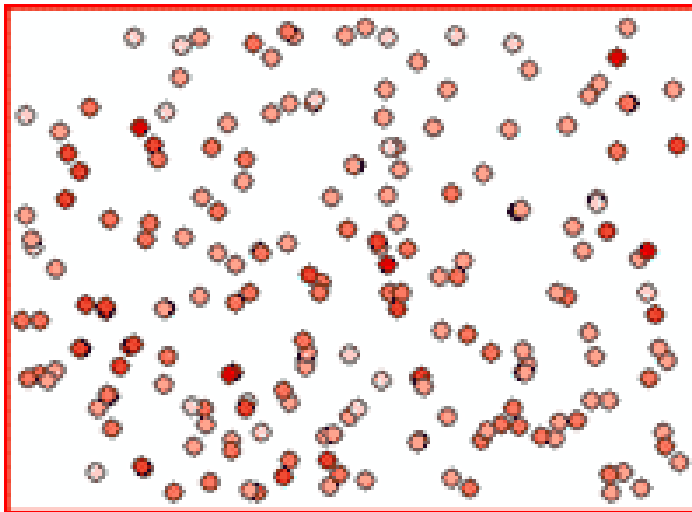


Efeito do expoente:

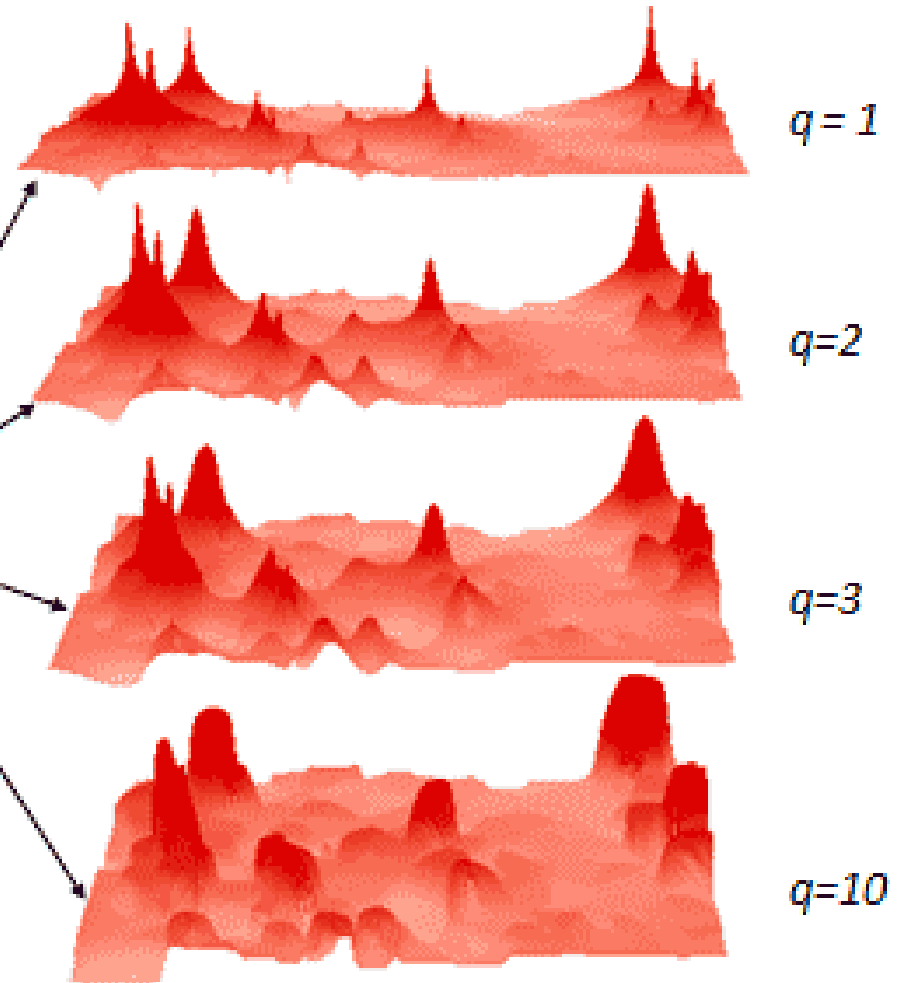
- 0: resultado análogo a vizinhos naturais ou médias móveis
 - Baixos (0-2): destacam anomalias locais
- 2: inverso do quadrado da distância, o mais usado
 - Altos: (3-5): suavizam anomalias locais
 - ≥ 10 : estimativas poligonais (planas)

Interpolação

*Gold concentrations at locations
in western PA*

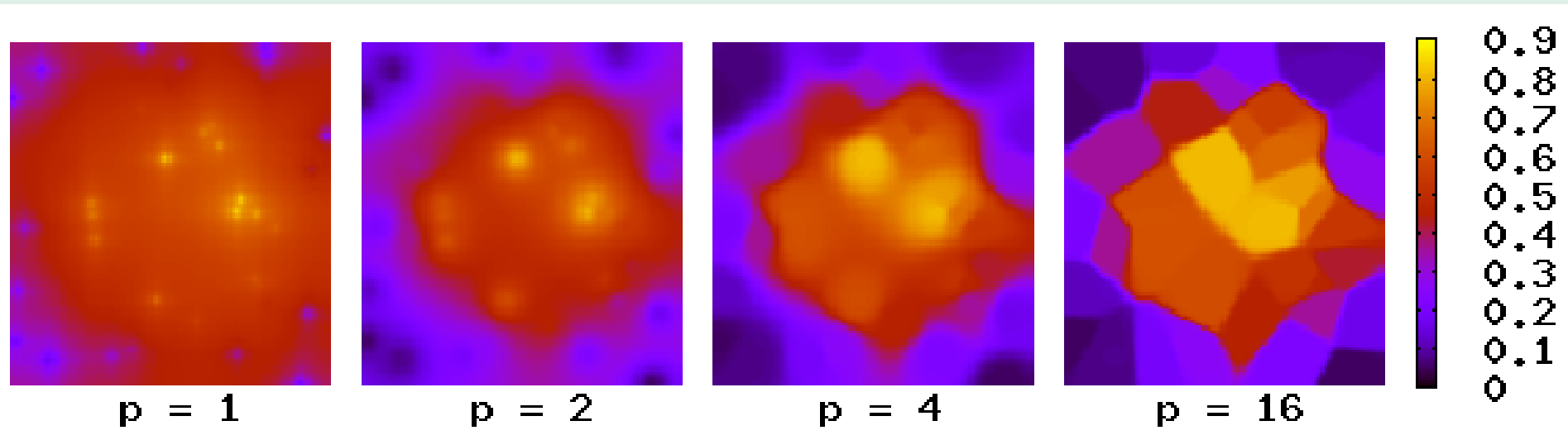


*The Geostatistical Analyst of ArcGIS is
able to tell you the optimal value of q
by seeing which one yields the
minimum RMSE. (Here, it is $q=1$).*



Interpolação

- Diferentes expoentes para a ponderação de inverso da distância



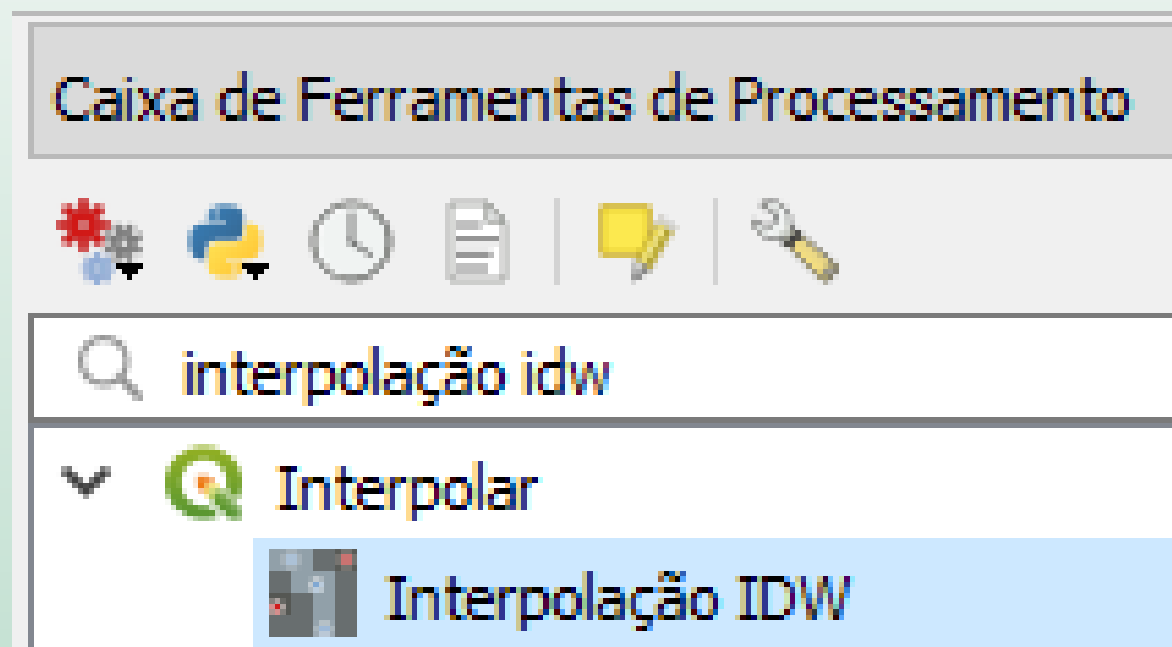
Interpolação

Inverso da Distância

Características:

- Destaca anomalias locais -> gera efeito mira (olho de búfalo)
 - Deve-se justificar se o fenômeno modelado possui esse efeito (exemplo: pontos de contaminação)
- Valores sempre entre o máximo e o mínimo das amostras

Interpolação pelo Inverso da Distância



Interpolação pelo Inverso da Distância

Atributo:
PC_AT_ATU

Coeficiente P:
2

Extensão:
tamanho da camada LanRES

Tamanho de pixel:
50

Parâmetros Log

Camada(s) de entrada

Camada vetorial LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS200

Atributo de interpolação 1.2 PC_AT_ATU

☐ Usar Coordenada Z para interpolação



Camada vetorial	Atributo	Tipo
LanRes_85_...	PC_AT_ATU	Pontos

Distância para coeficiente P

2,000000

Extensão

631.2666,395033.9402,7369530.5806,7420463.4238 [EPSG:31983]

Tamanho do raster de saída

Linhas 171 Colunas 349

Tamanho do pixel X 300,000000 Tamanho do pixel Y 300,000000

Interpolado

C:/ufabc/cartgeo/analise_especial/idw_2.tif

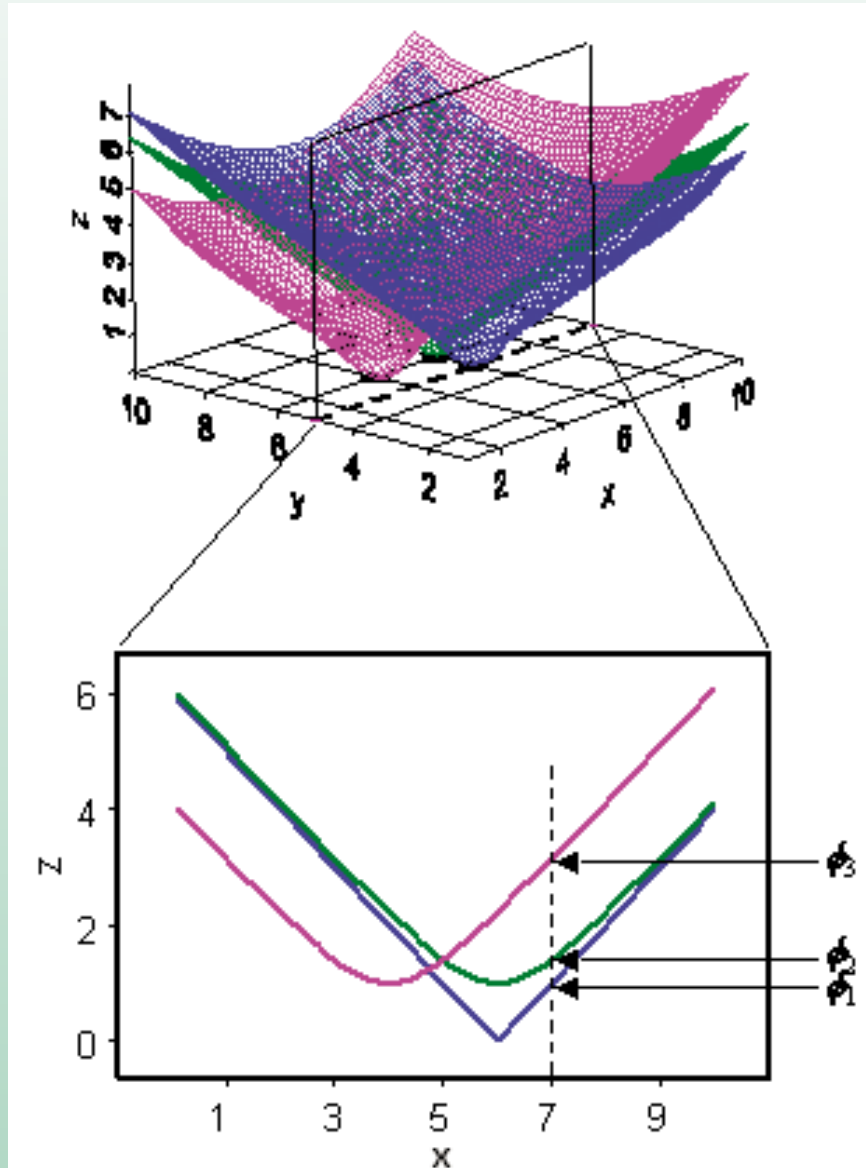
Interpolação pelo Inverso da Distância

Faça a interpolação pelo inverso da distância com os coeficientes 0, 1, 4 e 10

Interpolação

Spline

Agrupa superfícies por polinômios ajustados para diversos grupos vizinhos de pontos

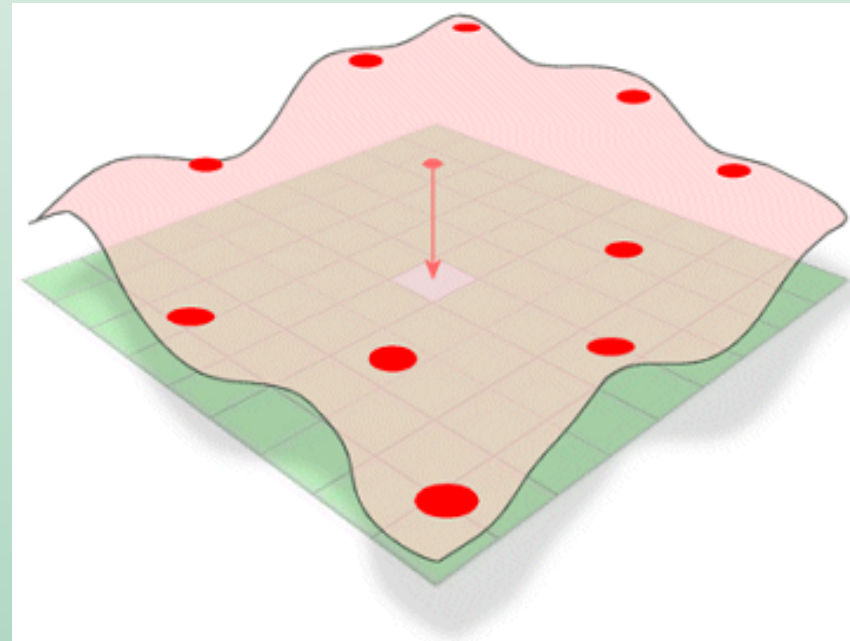
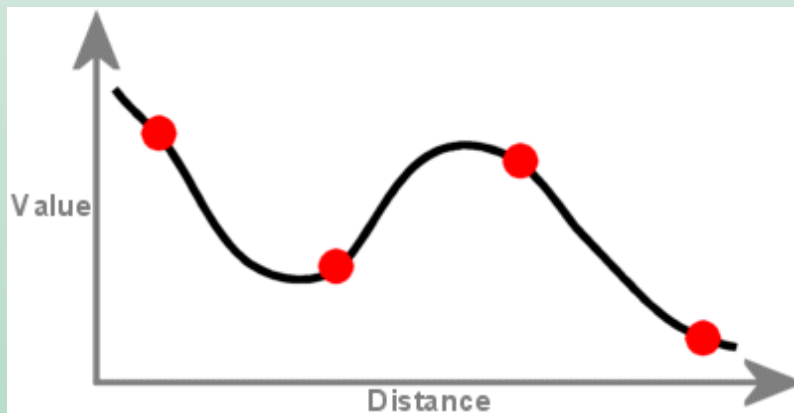


Interpolação

Spline

Imagine uma capa de borracha (elástica) sendo colocada sobre os pontos amostrados

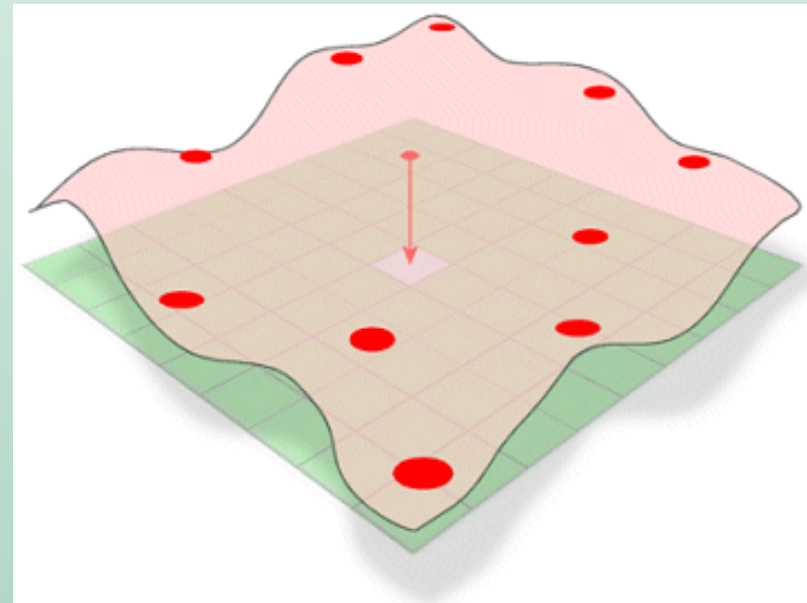
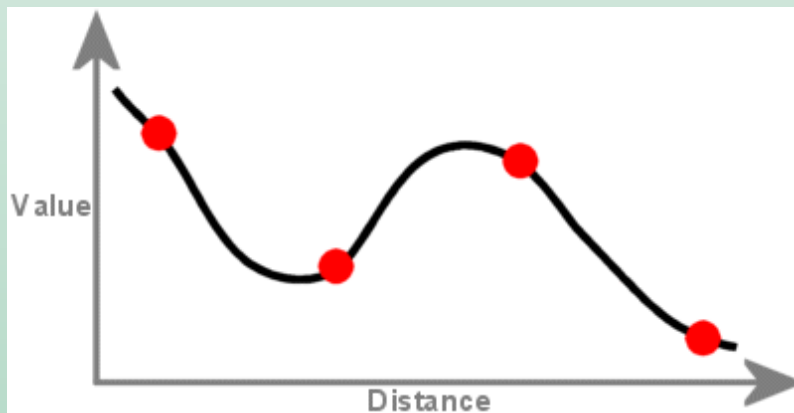
- Pode-se ajustar um coeficiente de “elasticidade”
- Pode-se calibrar esse coeficiente por validação cruzada
 - Regularized Spline and Radial Basis Function



Interpolação

Spline

- Interpolador exato
- Gera valores acima ou abaixo dos amostrados (topos e vales)
 - Curvas suaves
 - Não adequado para dados com variações bruscas



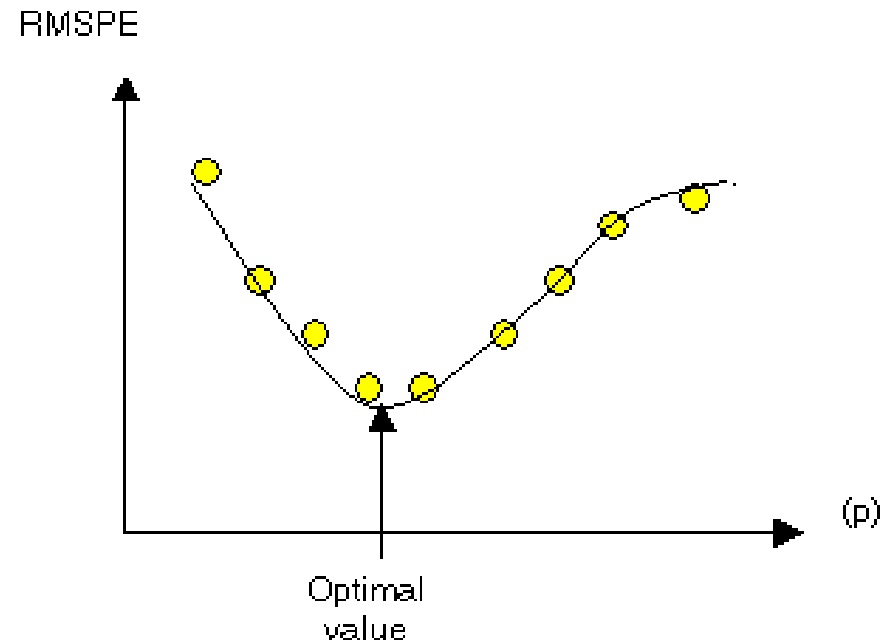
Interpolação

Coefficiente de suavidade mais adequada pode ser calibrado por validação cruzada

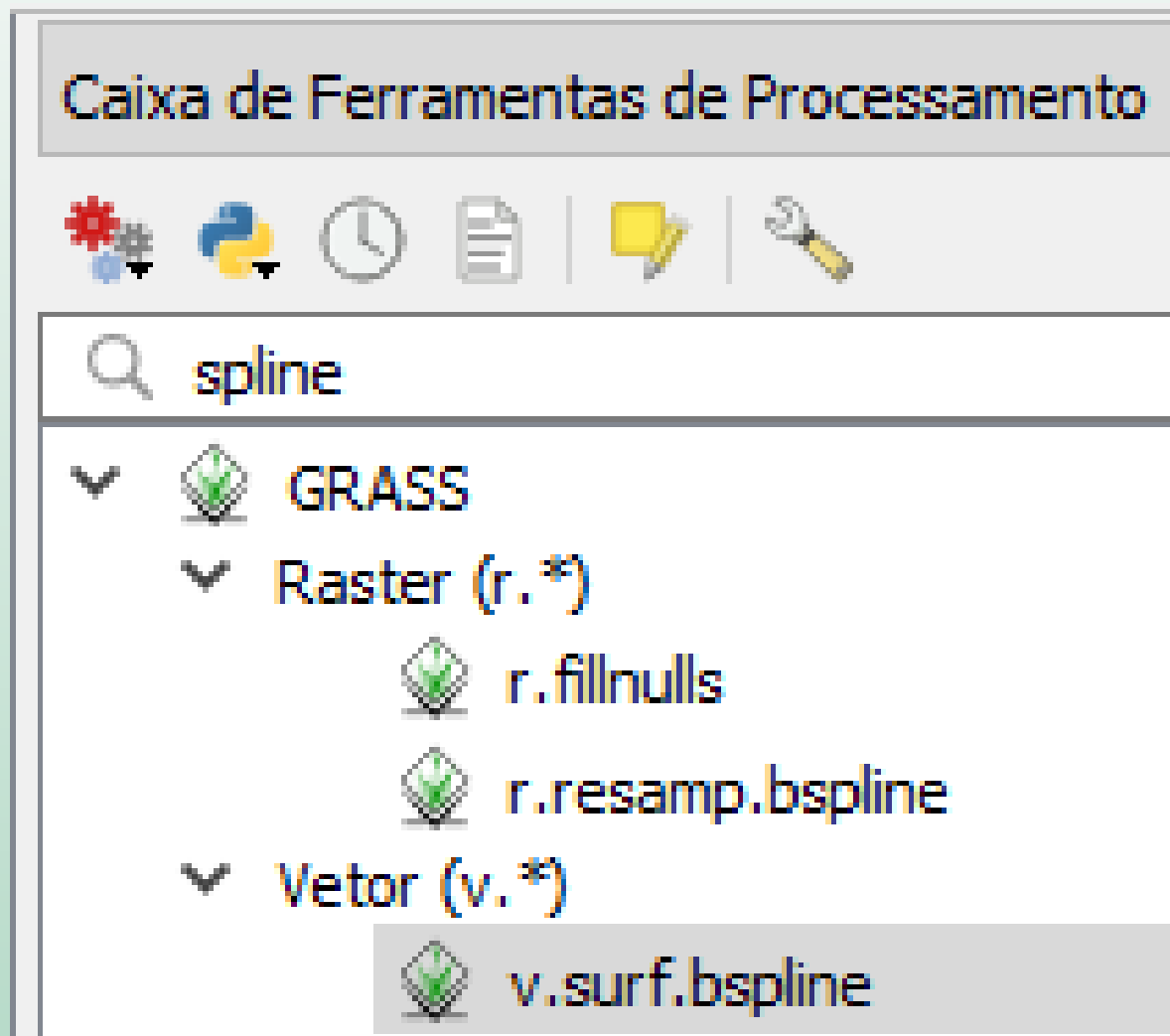
Etapas da Validação Cruzada:

1. Retira 1 dos pontos
2. Usa os demais pontos para estimar o valor no local do ponto retirado
3. Compara com o valor do ponto retirado
4. Repete para todos os pontos e todos os coeficientes
5. O coeficiente que produzir o menor erro geral é escolhido

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}}$$



Interpolação por Spline





Parâmetros

Log

Camada de ponto de entrada

° ° LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPSG:31983]



☐ Apenas feições selecionadas

Coluna da tabela de atributos com valores para interpolar [opcional]

1.2 PC_AU_ATU

Camada de pontos esparsos [opcional]



☐ Apenas feições selecionadas

Comprimento de cada etapa do spline na direção leste-oeste [opcional]

300,000000



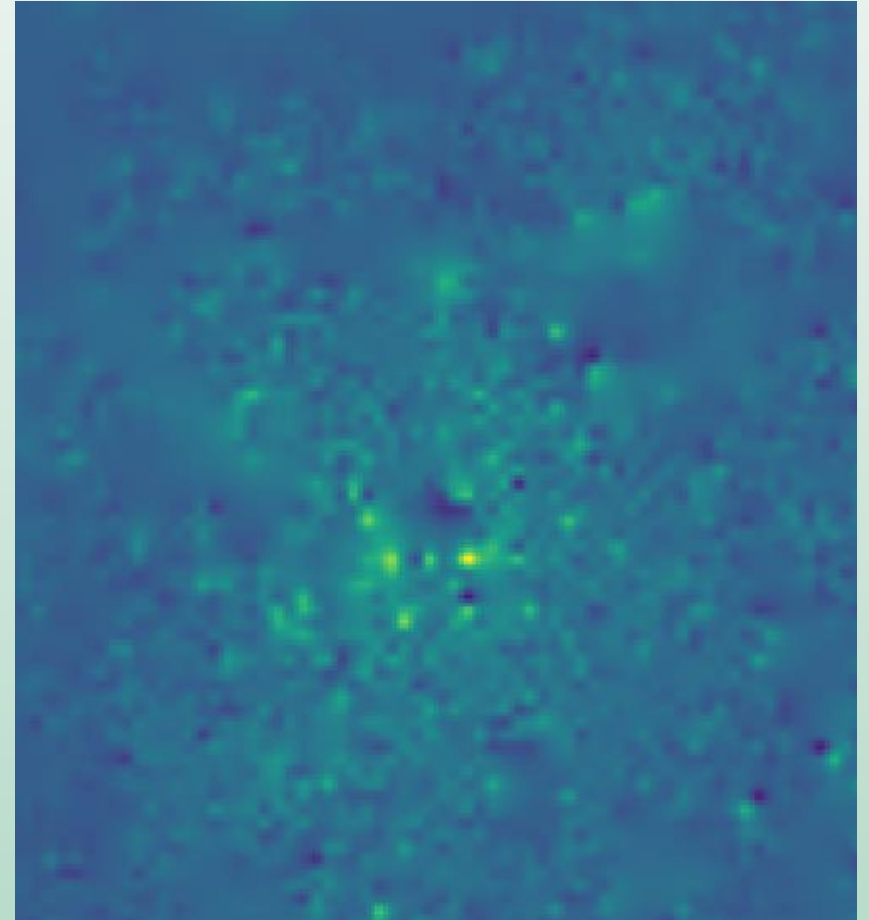
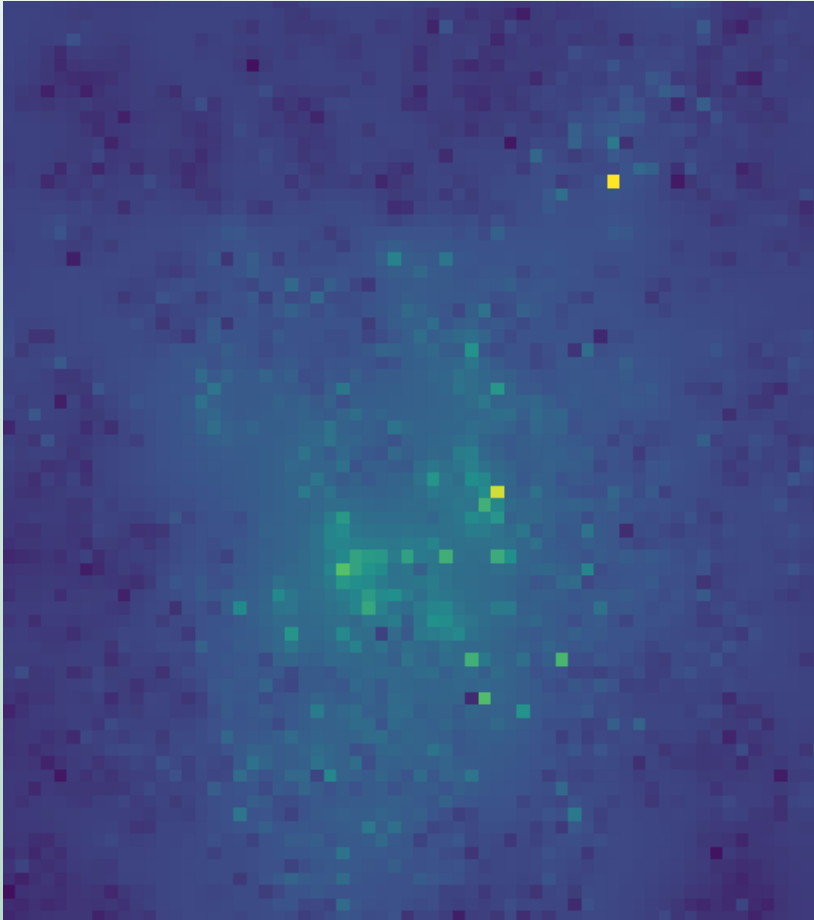
Comprimento de cada etapa do spline na direção norte-sul [opcional]

300,000000



Inverso da Distância vs

Spline



Usar mapa de Kernel ou Interpolação?

Base de pontos	Mapa de Kernel	Interpolação
Vazão extraída por poços	Impacto no aquífero	Melhor lugar para furar poços
Atendimentos por hospital	Densidade de casos por região	Porte dos hospitais
Precipitação	X	Precipitação média
Valor roubado por assalto	Maior prejuízo por área	Melhor faturamento por assalto
Área queimada por incêndio	Regiões mais danificadas	Regiões onde incêndios se espalham mais facilmente

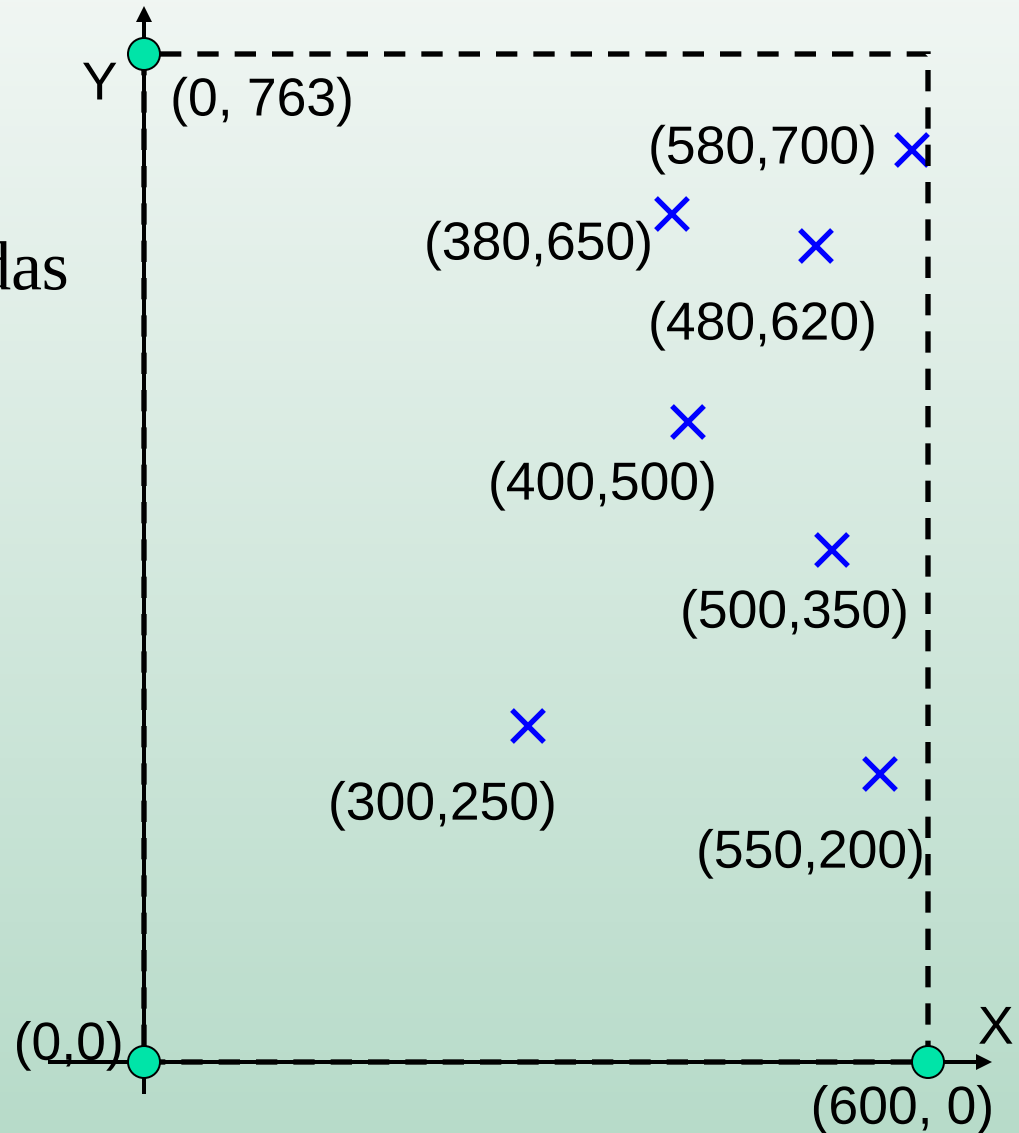
Estatística de eventos pontuais

- Incêndios florestais em 2003 em San Diego
 - Perguntas
 - Onde é a localização media dos incêndios?
 - Quão dispersos eles são?
 - Onde você colocaria uma estação de bombeiros?



O que podemos fazer?

- Preparação
- Plotar as coordenadas de cada incêndio florestal



Centro médio

- Calcular o centro médio

- Centro médio de X:

$$\bar{X}_C = \frac{\sum x}{n}$$

- Centro médio de Y:

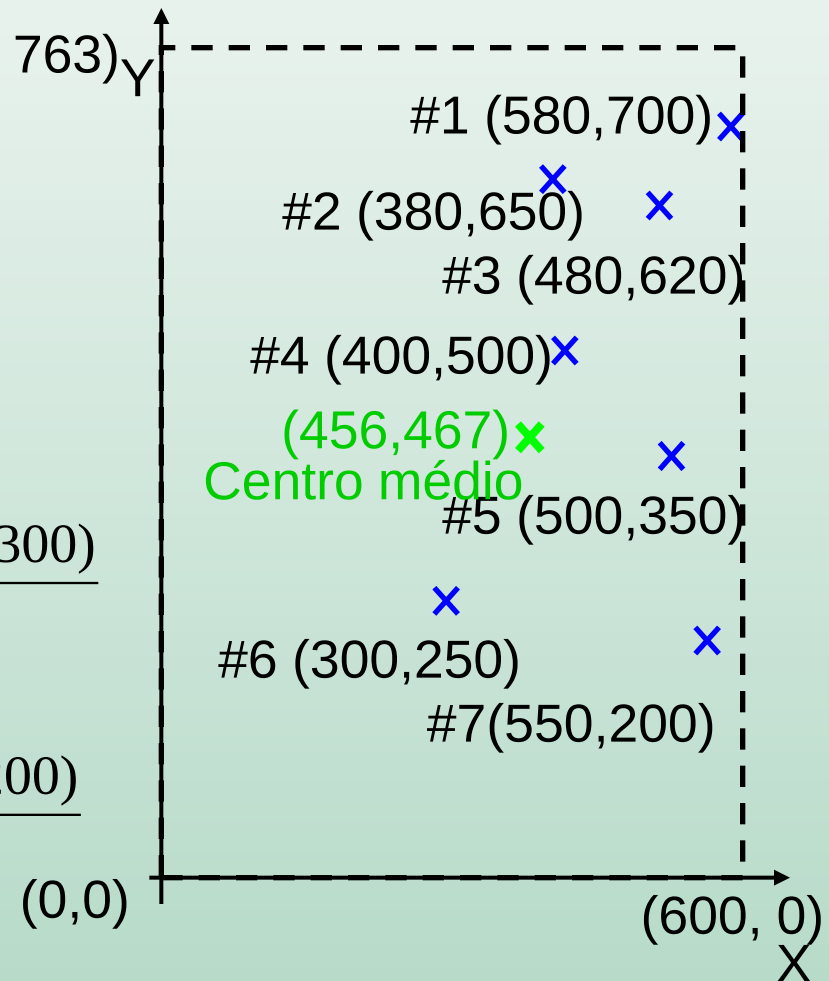
$$\bar{Y}_C = \frac{\sum y}{n}$$

$$\bar{X}_C = \frac{(580 + 380 + 480 + 400 + 500 + 550 + 300)}{7}$$

$$= 455,71$$

$$\bar{Y}_C = \frac{(700 + 650 + 620 + 500 + 350 + 250 + 200)}{7}$$

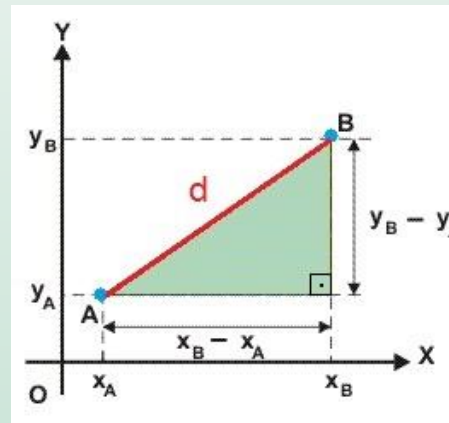
$$= 467,14$$



Distância Padrão

□ A distância padrão mede dispersão

- Distância média ao centro médio
- Similar ao desvio padrão
- Fórmula



Teorema de Pitágoras

hipotenusa² = cateto² + cateto²

$$d_{AB}^2 = (X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2$$

Fórmula da distância entre dois pontos

$$d_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

matematikanakabeca

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_c)^2 + \sum (Y_i - \bar{Y}_c)^2}{n}}$$

← Definição

$$S_D = \sqrt{\left(\frac{\sum X_i^2}{n} - \bar{X}_c^2\right) + \left(\frac{\sum Y_i^2}{n} - \bar{Y}_c^2\right)}$$

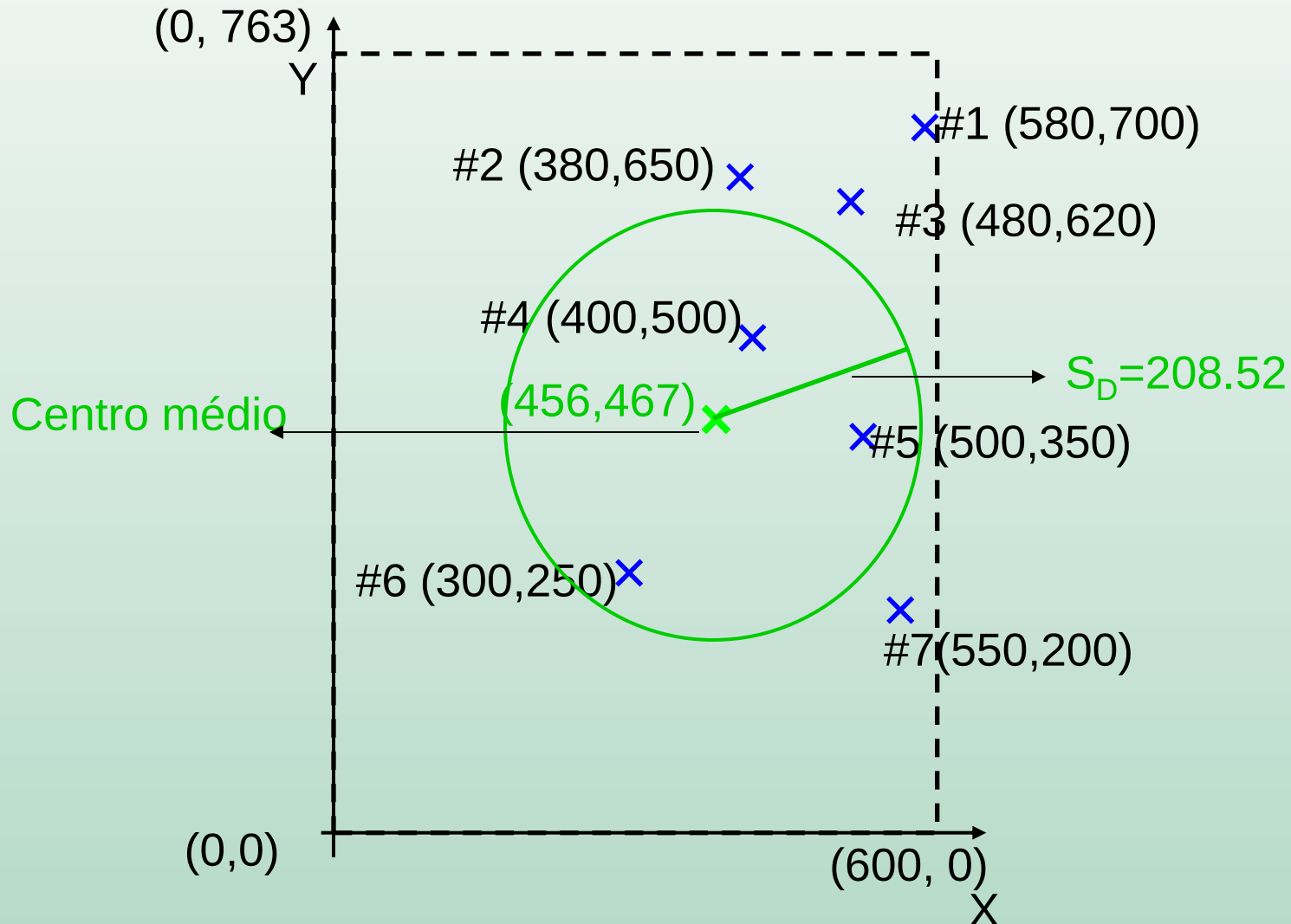
← Computação

Distância Padrão

Incêndios	X	X ²	Y	Y ²
#1	580	336400	700	490000
#2	380	144400	650	422500
#3	480	230400	620	384400
#4	400	160000	500	250000
#5	500	250000	350	122500
#6	300	90000	250	62500
#7	550	302500	200	40000
	Soma de X ²	1513700	Soma de Y ²	1771900
	$\bar{X}_C = 455.71$		$\bar{Y}_C = 467.14$	

$$\begin{aligned}
 S_D &= \sqrt{\left(\frac{\sum X_i^2}{n} - \bar{X}_c^2\right) + \left(\frac{\sum Y_i^2}{n} - \bar{Y}_c^2\right)} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{1513700}{7} - 455.71^2\right) + \left(\frac{1771900}{7} - 467.14^2\right)} = 208.52
 \end{aligned}$$

Distância Padrão



Centro médio e distância padrão ponderados

- E se os incêndios de maior área tivessem maior influência no centro médio?

$$\bar{X}_{wc} = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f_i} \quad \bar{Y}_{wc} = \frac{\sum f_i Y_i}{\sum f_i}$$

$$S_{WD} = \sqrt{\frac{\sum f_i (X_i - \bar{X}_{wc})^2 + \sum f_i (Y_i - \bar{Y}_{wc})^2}{\sum f_i}} \quad \leftarrow \text{Definição}$$

$$S_{WD} = \sqrt{\left(\frac{\sum f_i X_i^2}{\sum f_i} - \bar{X}_{wc}^2\right) + \left(\frac{\sum f_i Y_i^2}{\sum f_i} - \bar{Y}_{wc}^2\right)} \quad \leftarrow \text{Computação}$$

Centro Médio Ponderado

- E se os incêndios de maior área tivessem maior influência no centro médio?

Incêndio	f(Area)	X_i	$f_i X_i$ (Area*X)	Y_i	$f_i Y_i$ (Area*Y)
#1	5	580	2900	700	3500
#2	20	380	7600	650	13000
#3	5	480	2400	620	3100
#4	10	400	4000	500	5000
#5	20	500	10000	350	7000
#6	1	300	300	250	250
#7	25	550	13750	200	5000
$\sum f_i$	86	$\sum f_i X_i$	40950	$\sum f_i Y_i$	36850

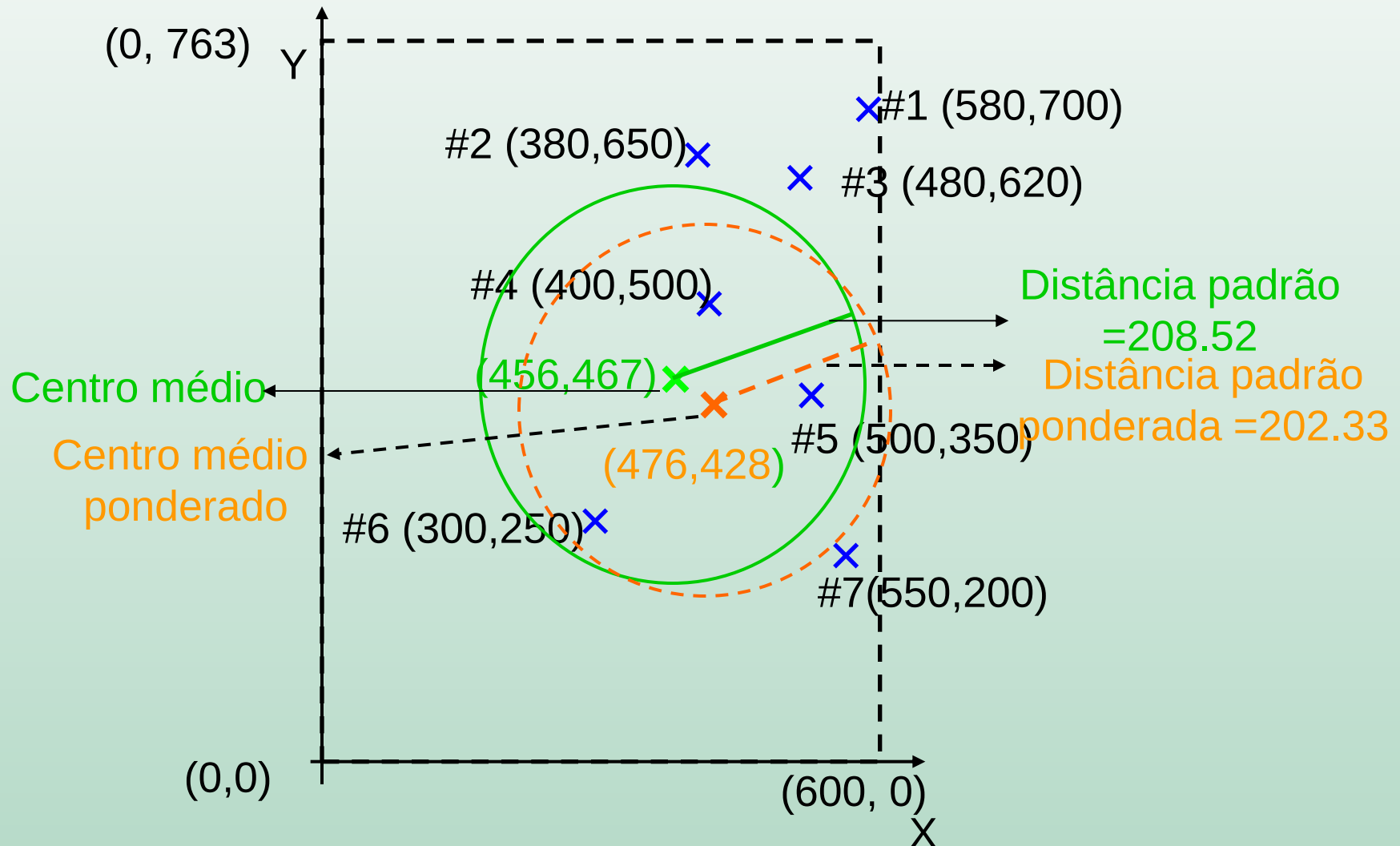
$$\bar{X}_{wc} = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f_i} = \frac{40950}{86} = 476.16 \quad \bar{Y}_{wc} = \frac{\sum f_i Y_i}{\sum f_i} = \frac{36850}{86} = 428.49$$

Distância Ponderada

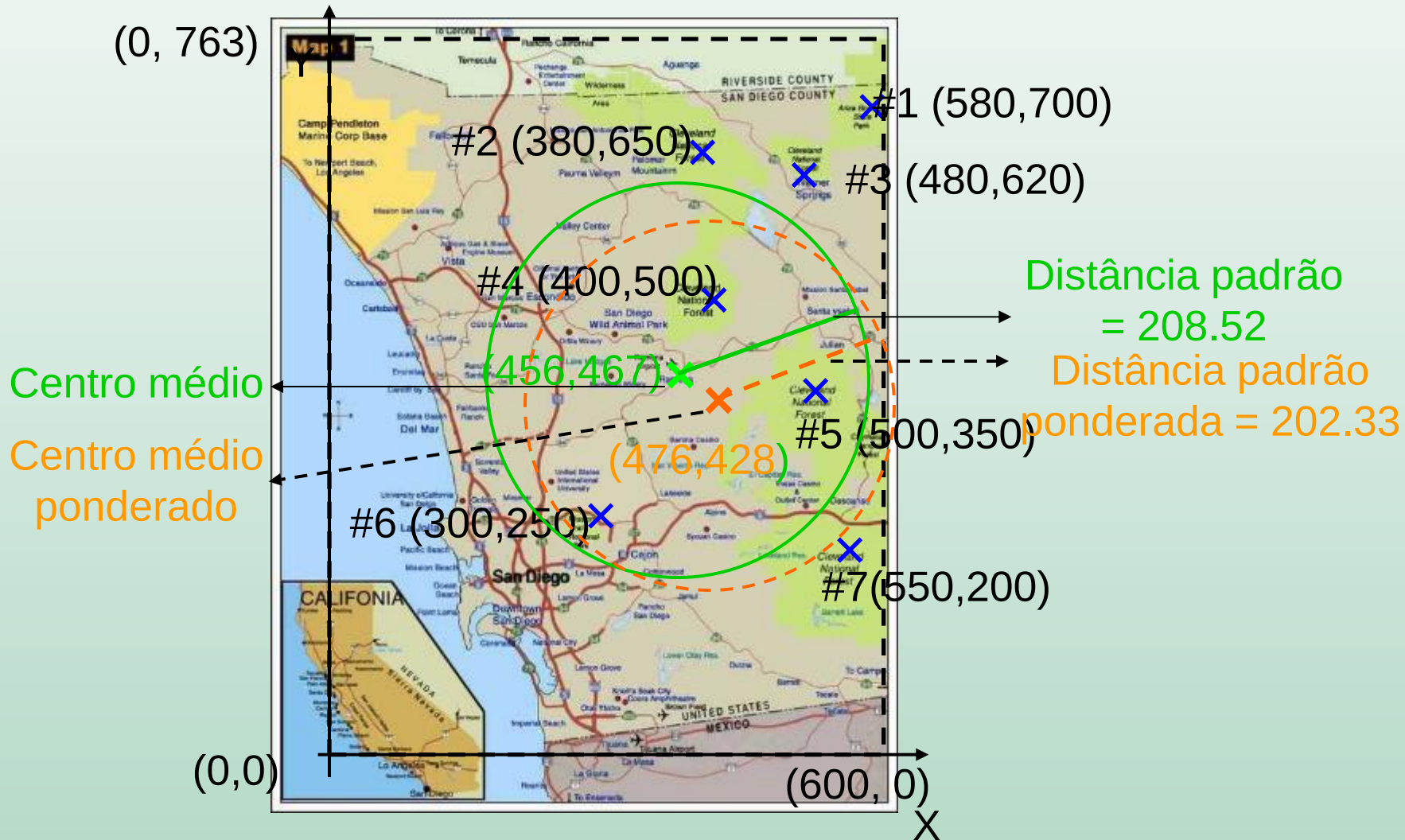
Incêndios	$f_i(\text{Area})$	X_i	X_i^2	$f_i X_i^2$	Y_i	Y_i^2	$f_i Y_i^2$
#1	5	580	336400	1682000	700	490000	2450000
#2	20	380	144400	2888000	650	422500	8450000
#3	5	480	230400	1152000	620	384400	1922000
#4	10	400	160000	1600000	500	250000	2500000
#5	20	500	250000	5000000	350	122500	2450000
#6	1	300	90000	90000	250	62500	62500
#7	25	550	302500	7562500	200	40000	1000000
$\sum f_i$	86		$\sum f_i X_i^2$	19974500		$\sum f_i Y_i^2$	18834500

$$\begin{aligned}
 S_{WD} &= \sqrt{\left(\frac{\sum f_i X_i^2}{\sum f_i} - \bar{X}_{wc}^2\right) + \left(\frac{\sum f_i Y_i^2}{\sum f_i} - \bar{Y}_{wc}^2\right)} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{19974500}{86} - 476.16^2\right) + \left(\frac{18834500}{86} - 428.49^2\right)} = 202.33_{86}
 \end{aligned}$$

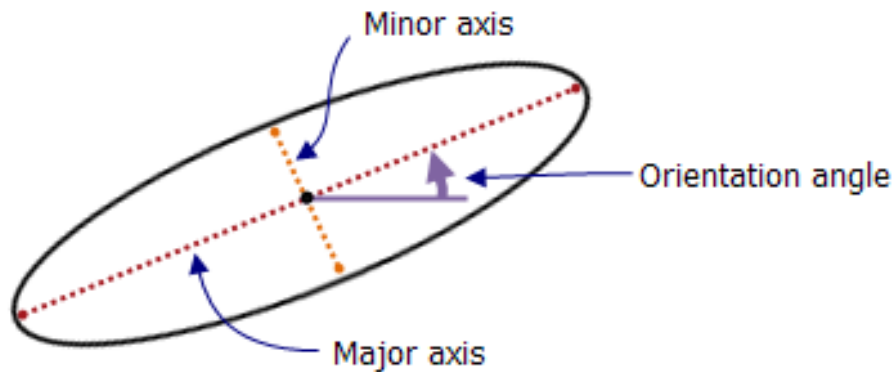
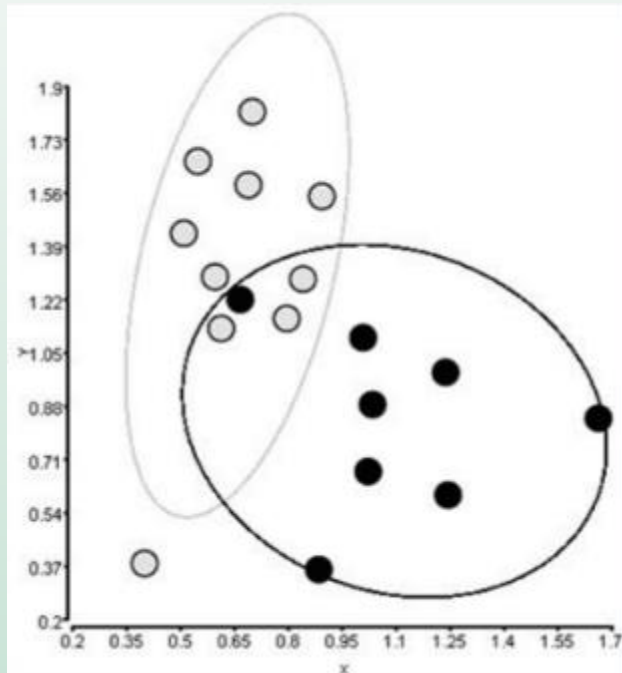
Distância Ponderada



Análise Final



Elipse de Distância Padrão



Patterns of Gun Related Homicides & Street Robbery Attempts in St. Louis, MO

- Ellipses Represent 1 Standard Deviation

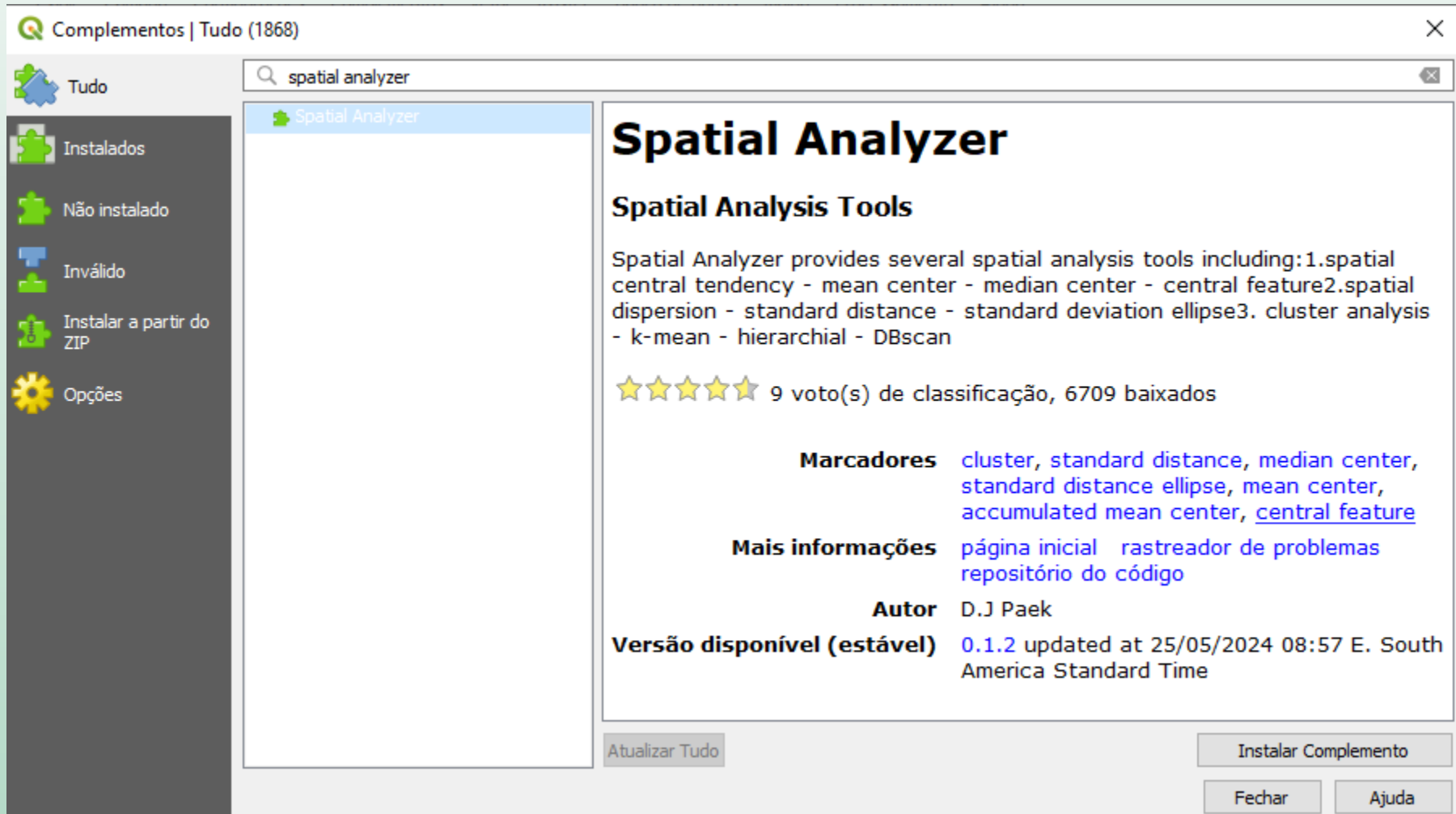
Crime Data

- Gun Related Homicides
- Street Robbery Attempts
- Gun Related Homicides Ellipse
- Street Robbery Attempts Ellipse



Instalar o complemento Spatial Analysis

Menu Complementos -> Gerenciar e Instalar Complementos



The screenshot shows the QGIS 'Complementos | Tudo (1868)' window. The left sidebar contains a list of filter buttons: 'Tudo' (selected), 'Instalados', 'Não instalado', 'Inválido', 'Instalar a partir do ZIP', and 'Opções'. The main area displays the search results for 'spatial analyzer', with 'Spatial Analyzer' selected. The details for the 'Spatial Analyzer' plugin are shown on the right.

Spatial Analyzer

Spatial Analysis Tools

Spatial Analyzer provides several spatial analysis tools including: 1. spatial central tendency - mean center - median center - central feature 2. spatial dispersion - standard distance - standard deviation ellipse 3. cluster analysis - k-mean - hierarchial - DBscan

★★★★★ 9 voto(s) de classificação, 6709 baixados

Marcadores [cluster](#), [standard distance](#), [median center](#), [standard distance ellipse](#), [mean center](#), [accumulated mean center](#), [central feature](#)

Mais informações [página inicial](#) [rastreador de problemas](#) [repositório do código](#)

Autor D.J Paek

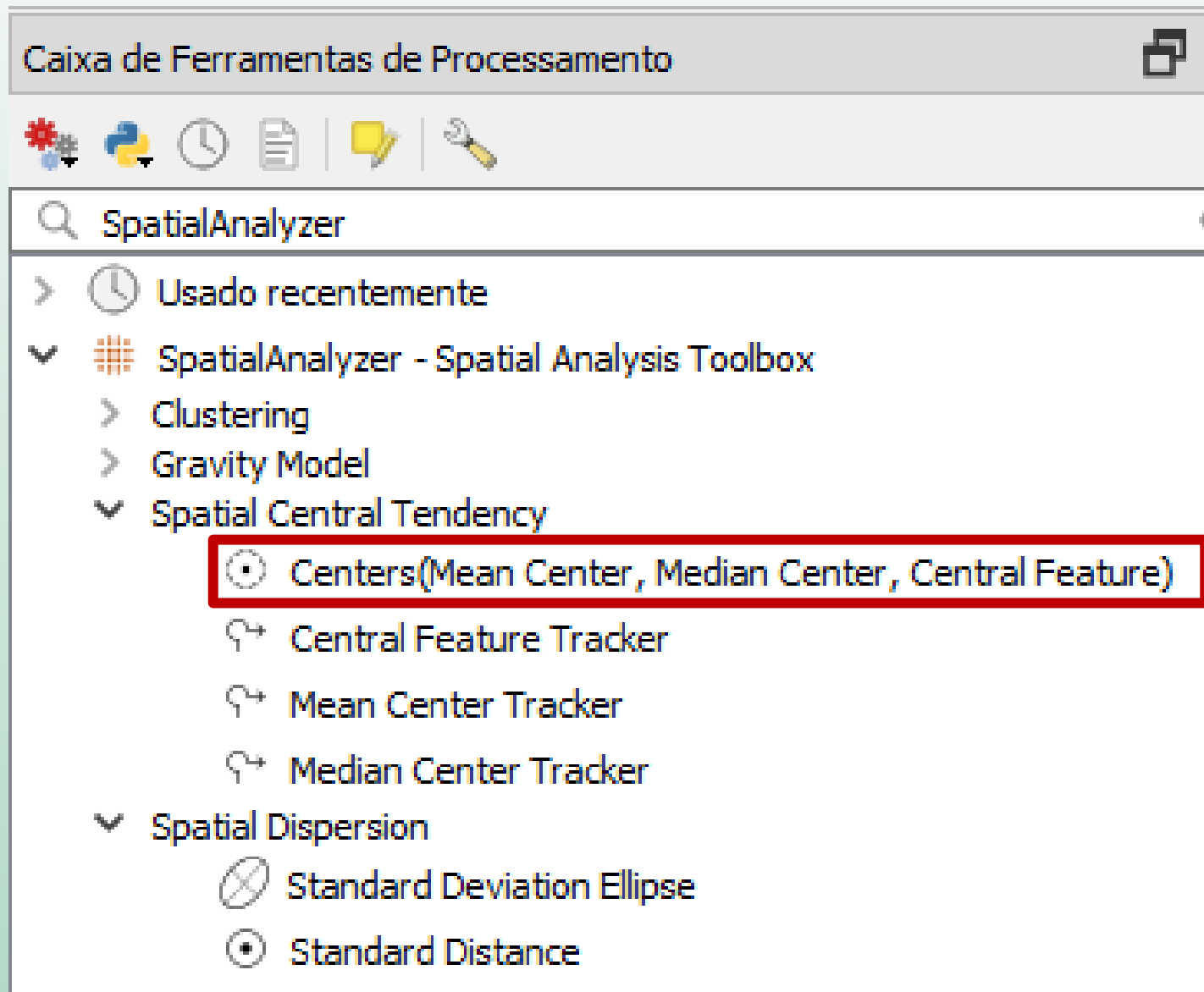
Versão disponível (estável) **0.1.2** updated at 25/05/2024 08:57 E. South America Standard Time

Atualizar Tudo

Instalar Complemento

Fechar Ajuda

Caixa de Ferramentas do QGis





Parâmetros

Log

Point Layer

 LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPS ▼]



☐ Apenas feições selecionadas

Group Field [opcional]

Weight Field [opcional]

☒ Mean Center

☐ Median Center

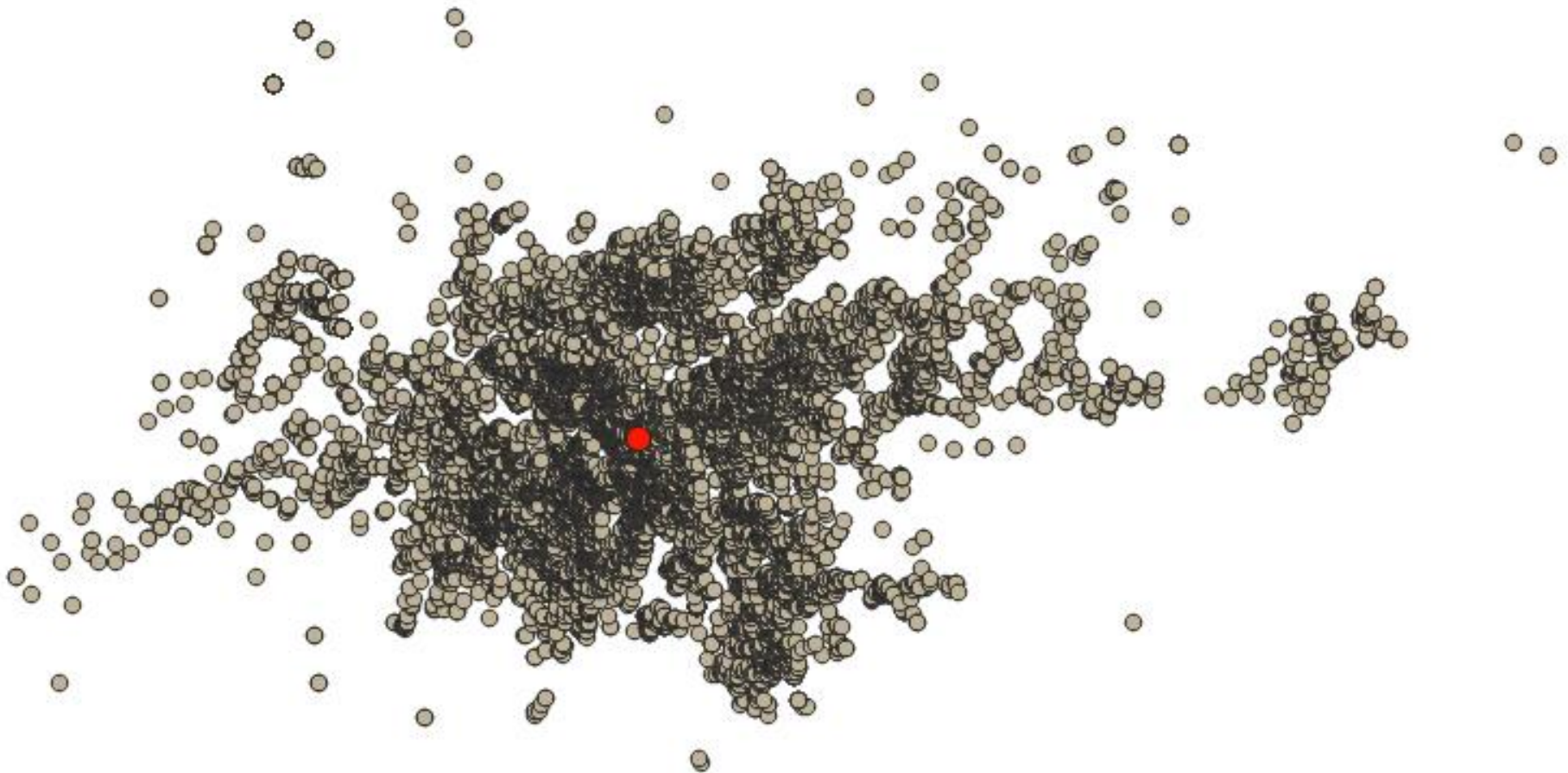
☐ Central Feature

Distance Metric(Only for Central Feature)

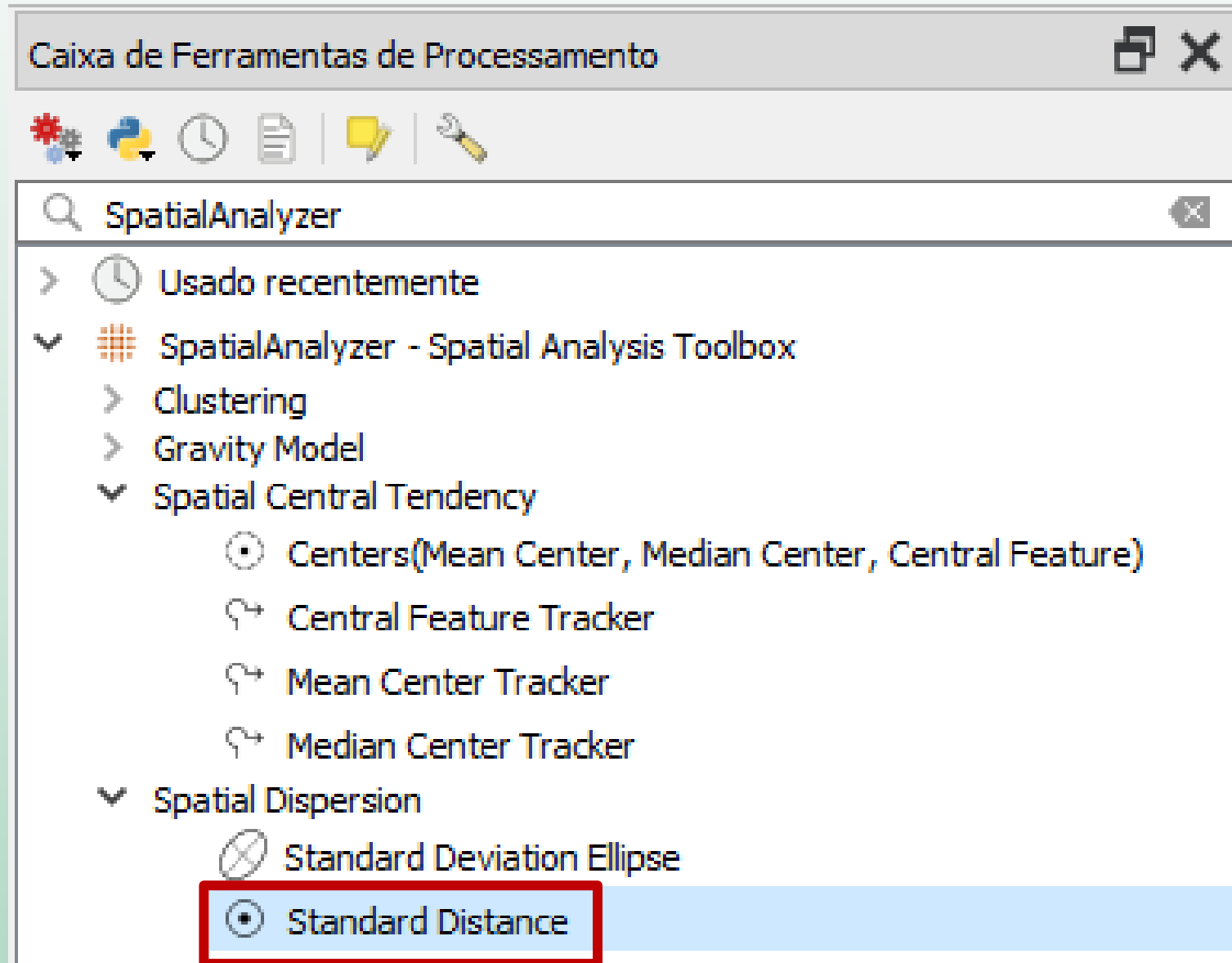
MEAN_CENTER



● ponto_medio



Círculo de Distância Padrão



Parâmetros

Log

Points Layer

 LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23 ▾



☐ Apenas feições selecionadas

Group Field [opcional]

▾

Weight Field [opcional]

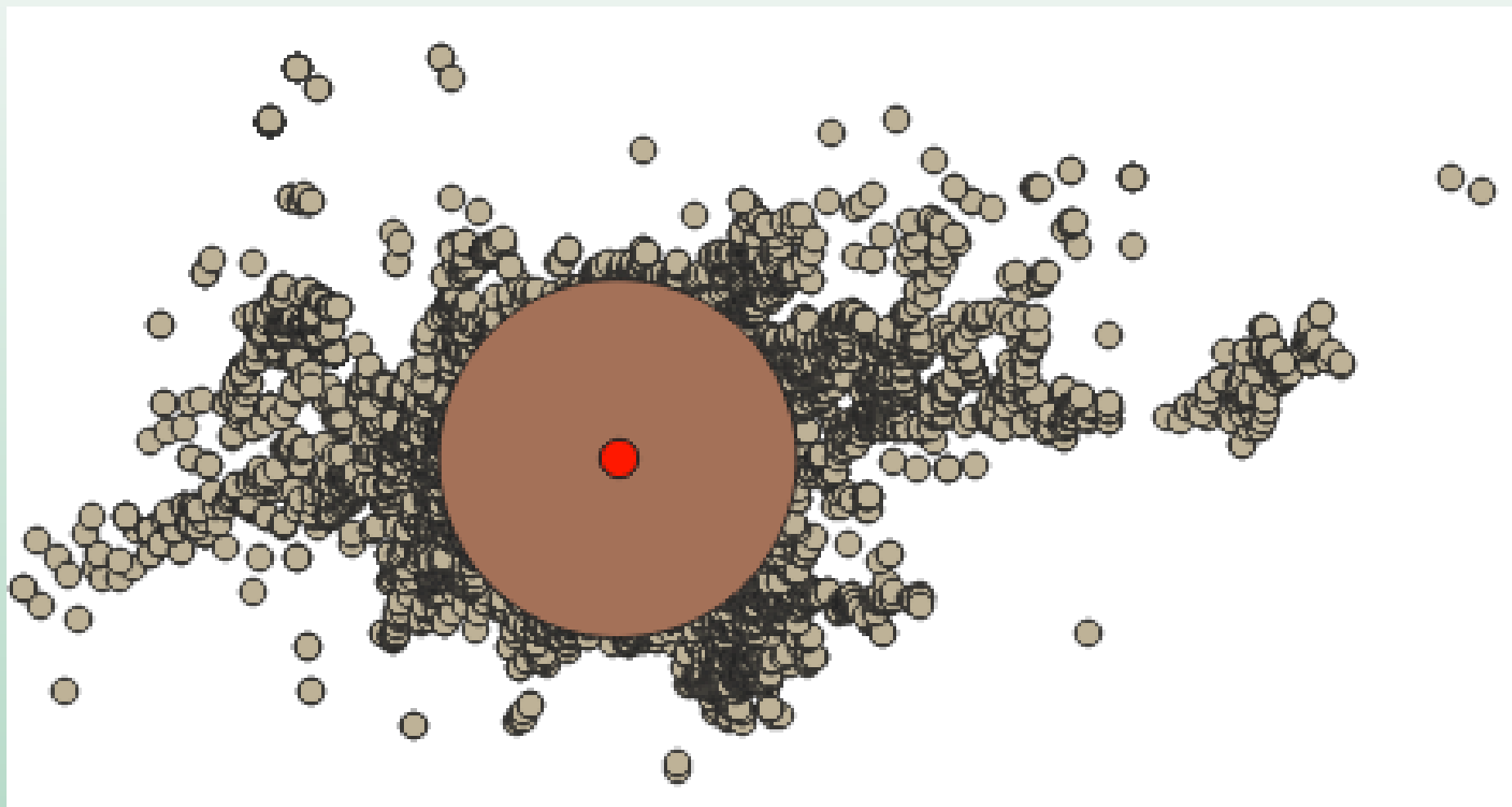
▾

☐ DF Correction

Standard Distance

C:/ufabc/cartgeo/distancia_padrao.shp





Caixa de Ferramentas de Processamento



🔍 SpatialAnalyzer



> 🕒 Usado recentemente

▼ 📊 SpatialAnalyzer - Spatial Analysis Toolbox

> Clustering

> Gravity Model

▼ Spatial Central Tendency

⊙ Centers(Mean Center, Median Center, Central Feature)

📍 Central Feature Tracker

📍 Mean Center Tracker

📍 Median Center Tracker

▼ Spatial Dispersion

📍 Standard Deviation Ellipse

⊙ Standard Distance



Spatial Dispersion - Standard Deviation Ellipse



Parâmetros

Log

Points Layer



LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23 ▾



☐ Apenas feições selecionadas

Group Field [opcional]

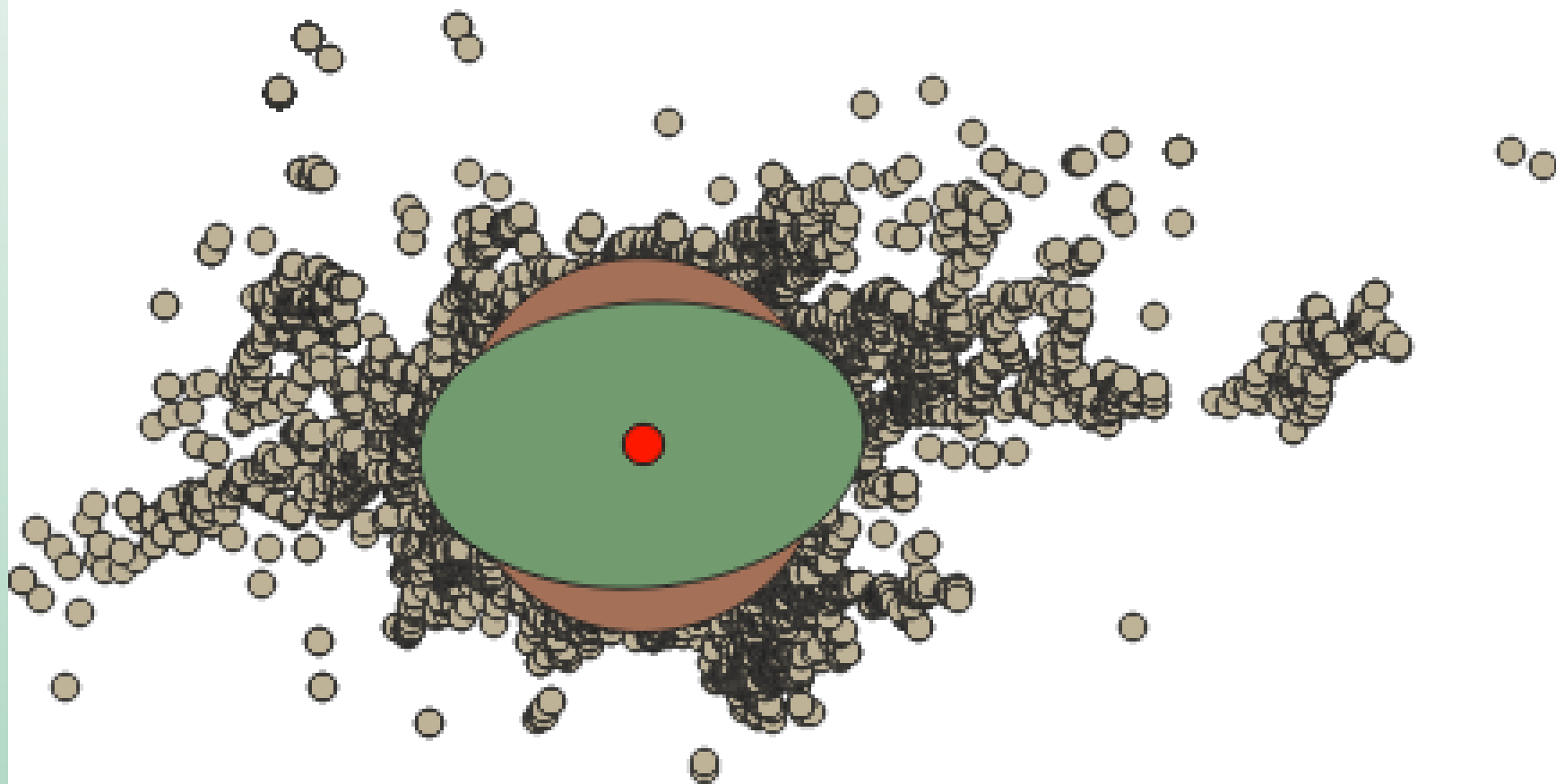
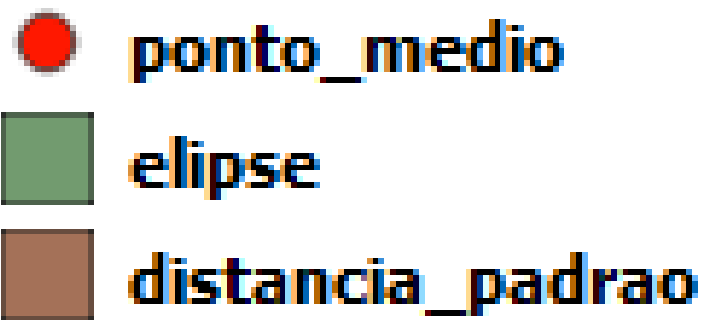
Weight Field [opcional]

☒ DF Correction

Standard Deviation Ellipse

C:/ufabc/cartgeo/ellipse.shp





Ponto médio Ponderado pelo total de unidades residenciais

 Spatial Central Tendency - Centers(Mean Center, Median Center, Central F...

Parâmetros Log

Point Layer

 LanRes_85_13_RMSP_CEM_SIRGAS2000_UTM23S [EPS]   

☐ Apenas feições selecionadas

Group Field [opcional]



Weight Field [opcional]

123 TT_UNID 

☒ Mean Center

☐ Median Center

☐ Central Feature

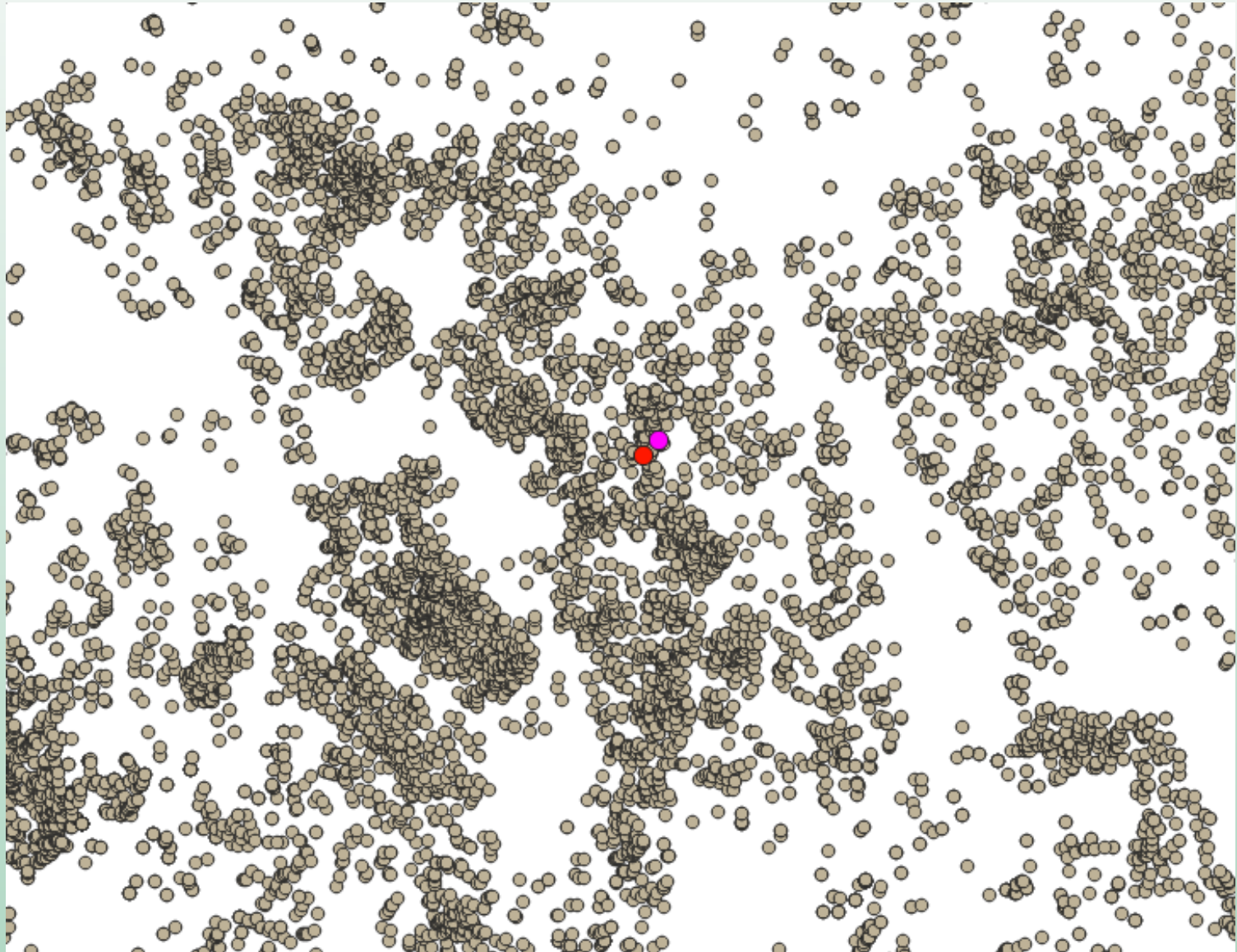
Distance Metric(Only for Central Feature)

Euclidean 

MEAN_CENTER

C:/ufabc/cartgeo/ponto_medio_ponderado.shp  

- ponto_medio_ponderado
- ponto_medio



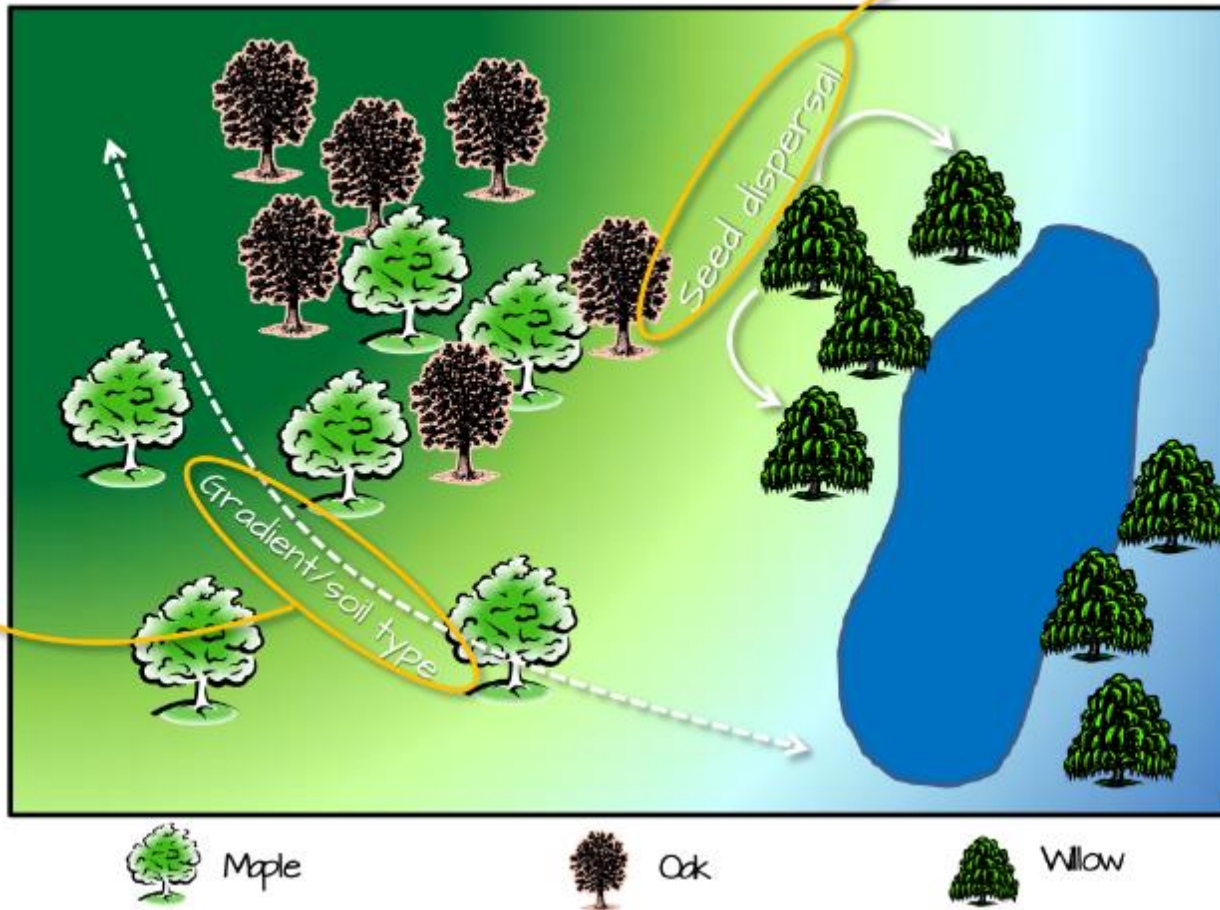
Atividade

Façam o círculo de distância padrão
e a elipse ponderados pela
quantidade de unidades residenciais

Pensando tudo junto

Efeitos de 1ª ordem

Características que variam de lugar para lugar devido a mudanças em uma propriedade subjacente



Efeitos de 2ª ordem

Características que variam de lugar para lugar devido a interações entre os elementos