



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 2024

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

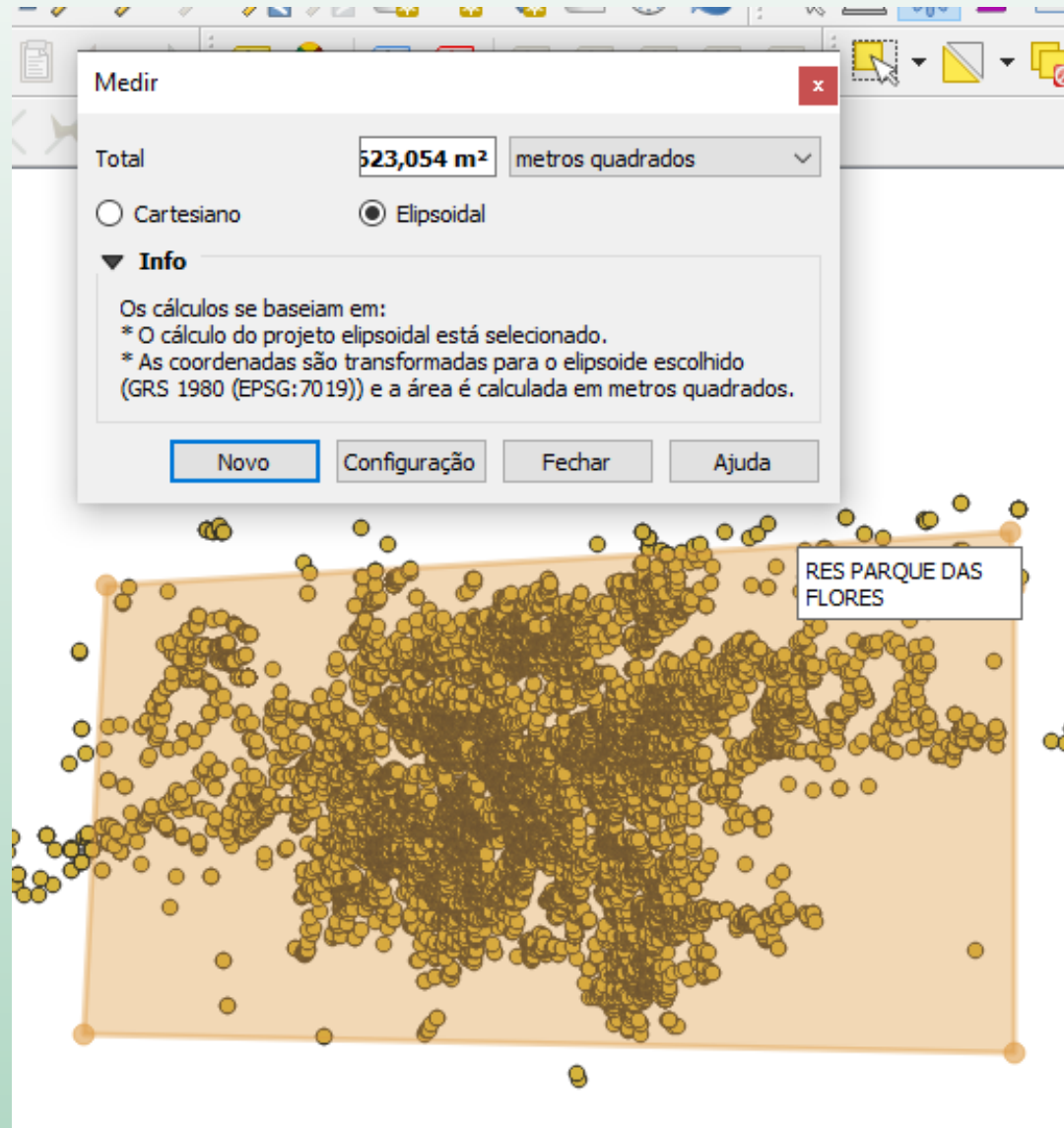
# Medição Distância e Comprimento



The screenshot shows a 'Medir' dialog box overlaid on a map. The map displays a large cluster of yellow circular points with an orange line connecting several of them. The dialog box contains the following information:

- Segmentos [metros]:** A list of three segments with values 33925,957, 8068,467, and 0,000.
- Total:** A text box containing '111524,658 m' and a dropdown menu set to 'metros'.
- Projection:** Radio buttons for 'Cartesiano' (unselected) and 'Elipsoidal' (selected).
- Info:** A text box with the following text:  
Os cálculos se baseiam em:  
\* O cálculo do projeto elipsoidal está selecionado.  
\* As coordenadas são transformadas para o elipsoide (GRS 1980 (EPSG:7019)) e a distância é calculada em metros.
- Buttons:** 'Novo', 'Configuração', 'Copiar tudo', 'Fechar', and 'Ajuda'.

# Medição Distância e Comprimento



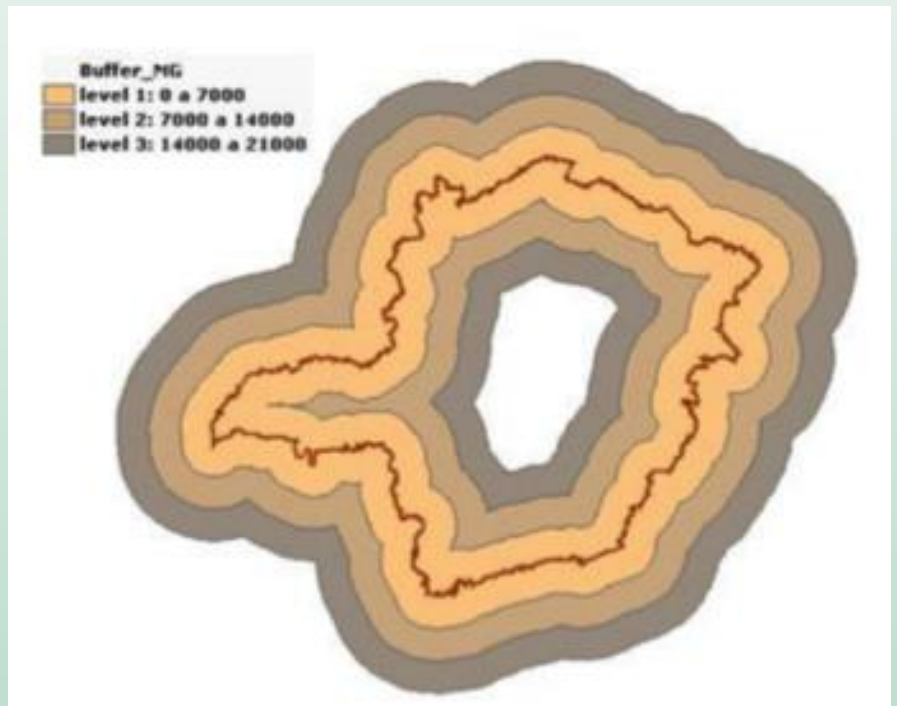
# Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

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*)

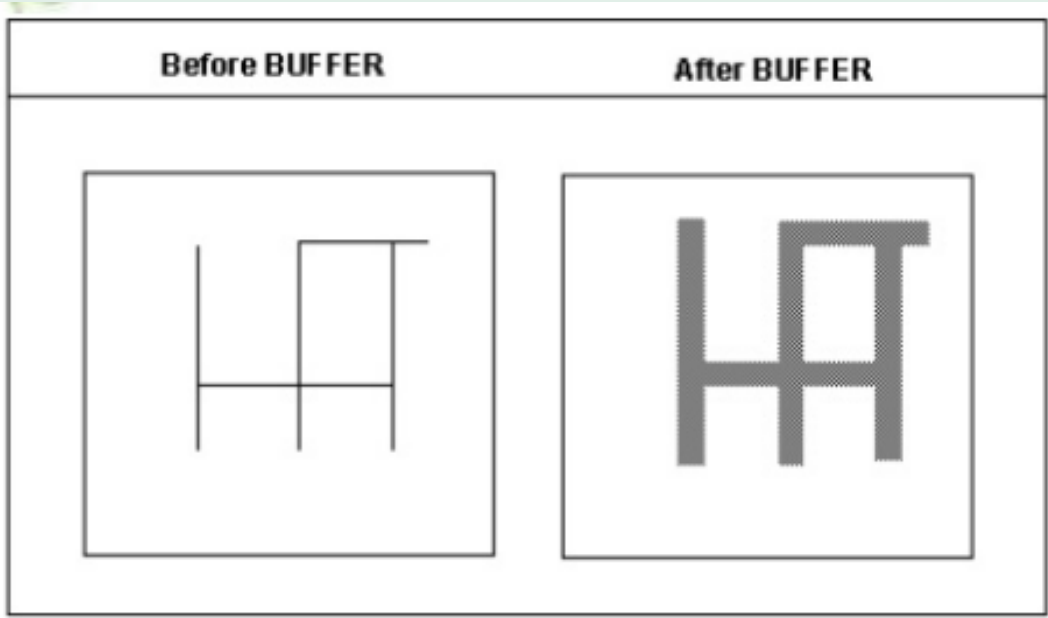
Cria uma zona ao redor de feições específicas com uma distância pré-determinada.



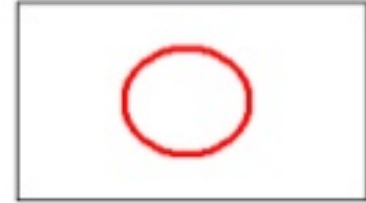
Exemplo:

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

# Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)



Polygon



Polygon-Buffer



Line



Line-Buffer



Point



Point-Buffer

# Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

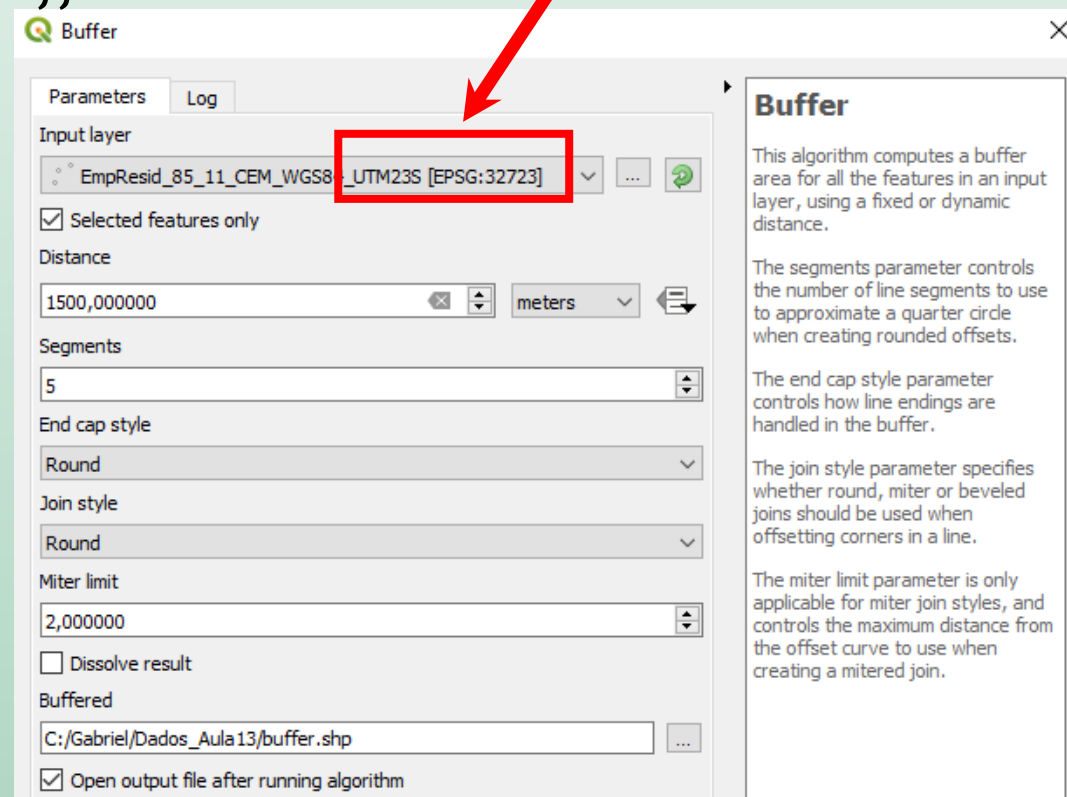
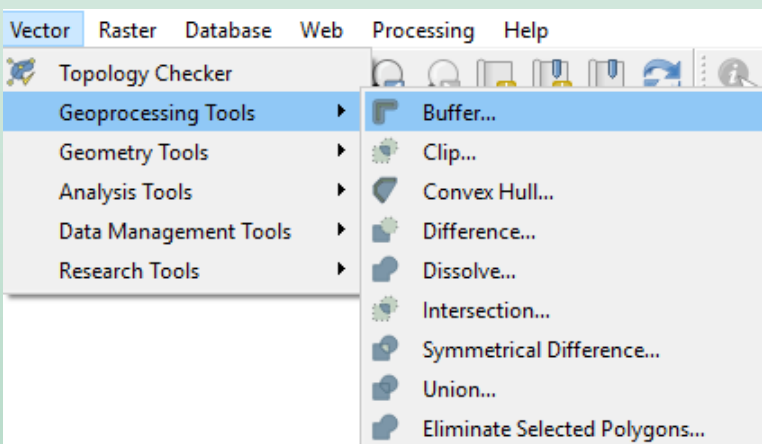
Exercício: Gerar uma faixa de distância em torno de um determinado ponto (empreendimento residencial, escola, etc.)

**Obs.: lembre-se de selecionar um ponto!**



Vetor > Geoprocessamento > Buffer

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

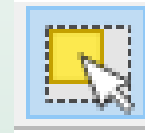




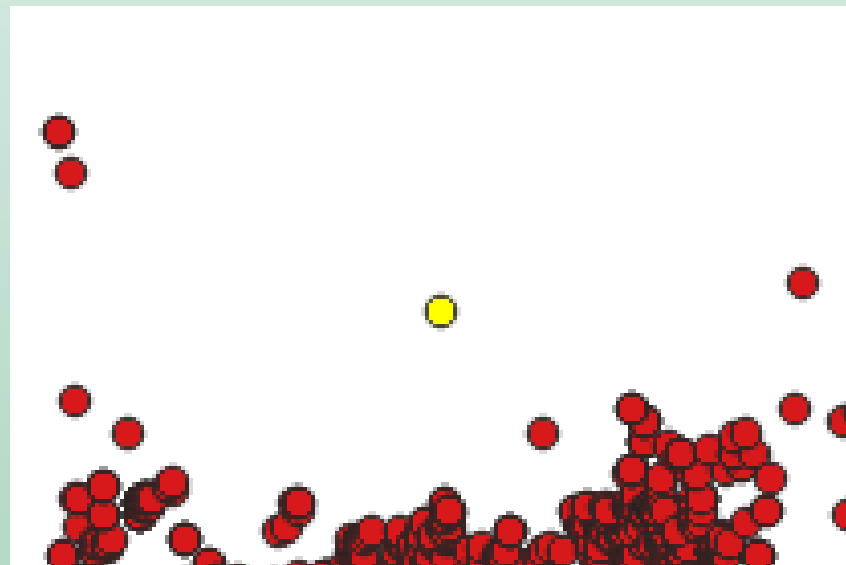
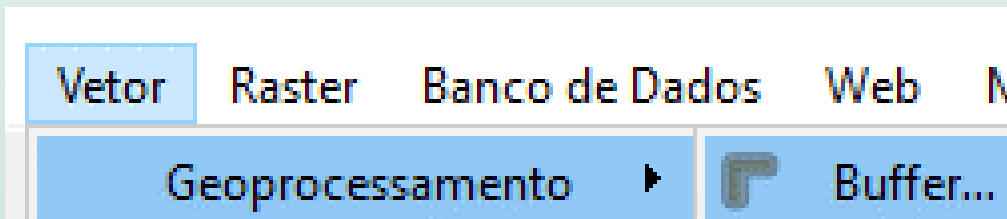
# Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

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

Buffer

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

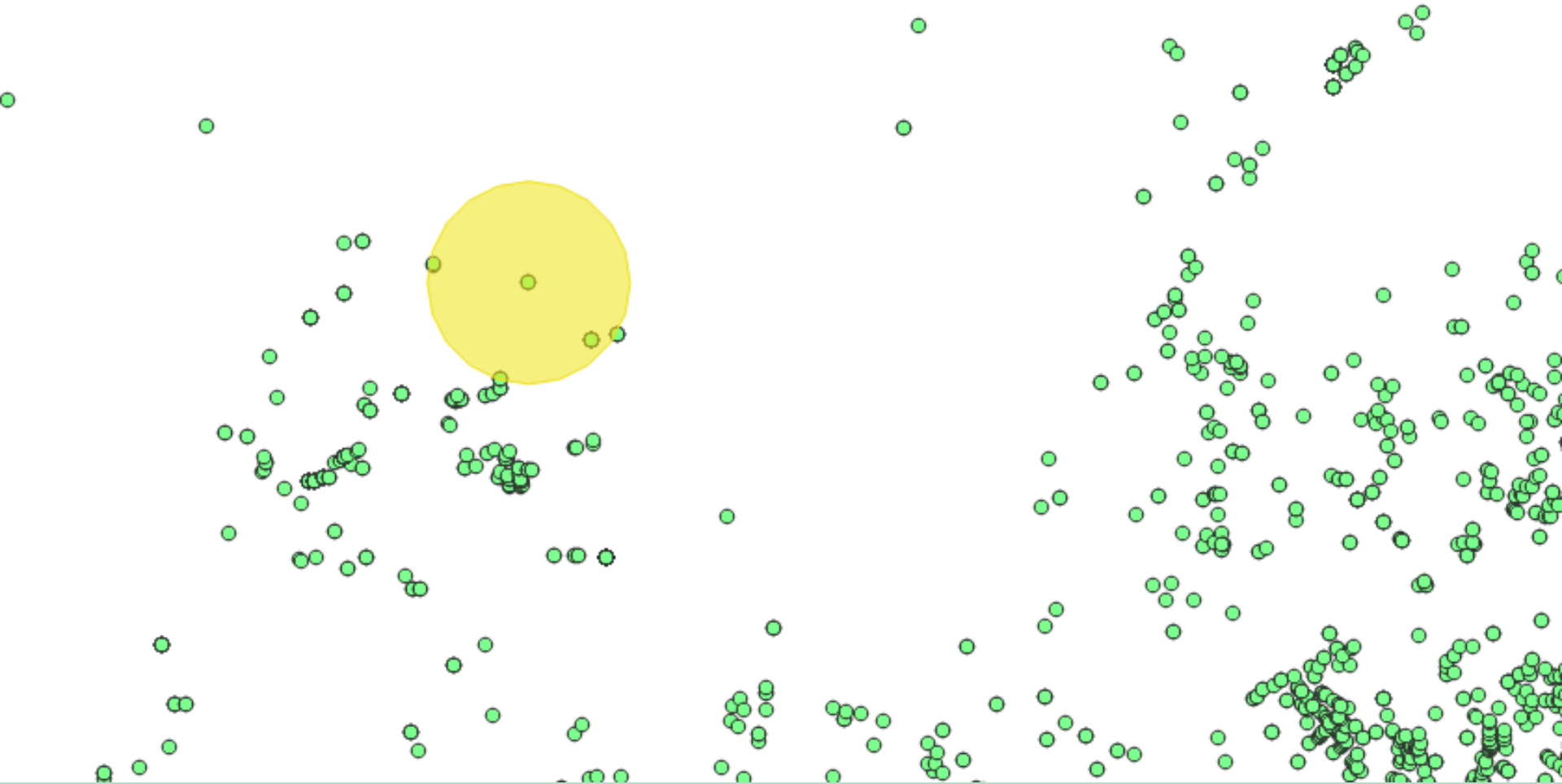
2,000000

Dissolver Resultado

Bordeada

C:/ufabc/Dados\_AnaliseEspacial/buffer.shp

# Geração de Faixas de Distância (*Buffer*)

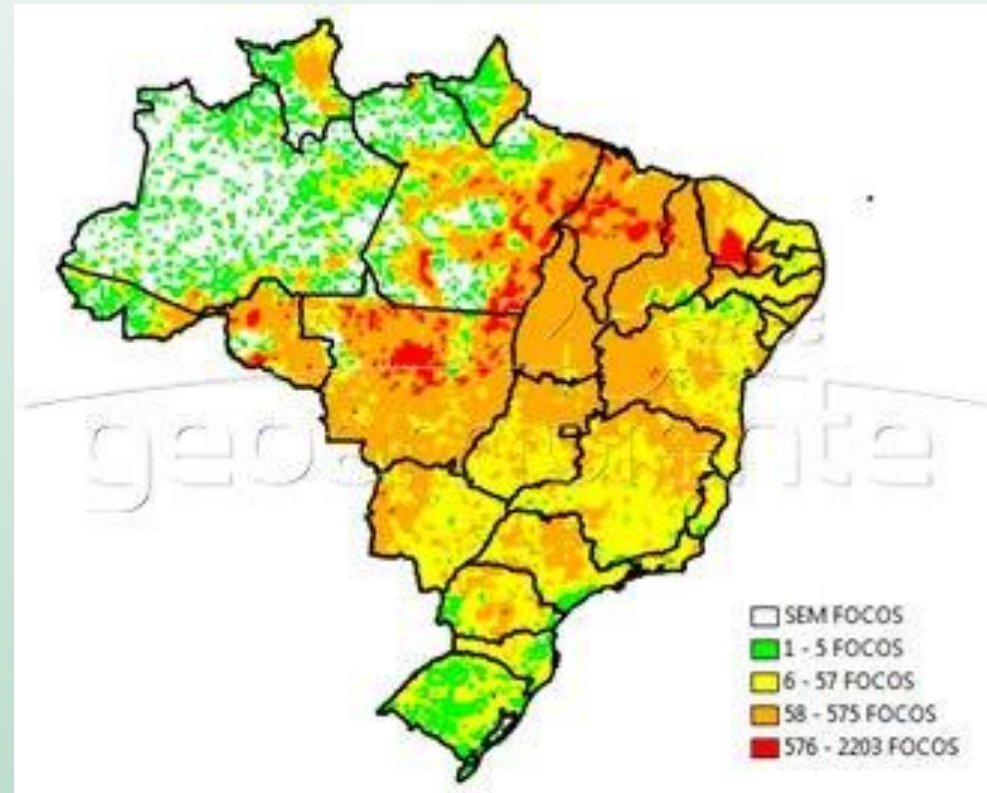


# Estimativa de Densidade Kernel

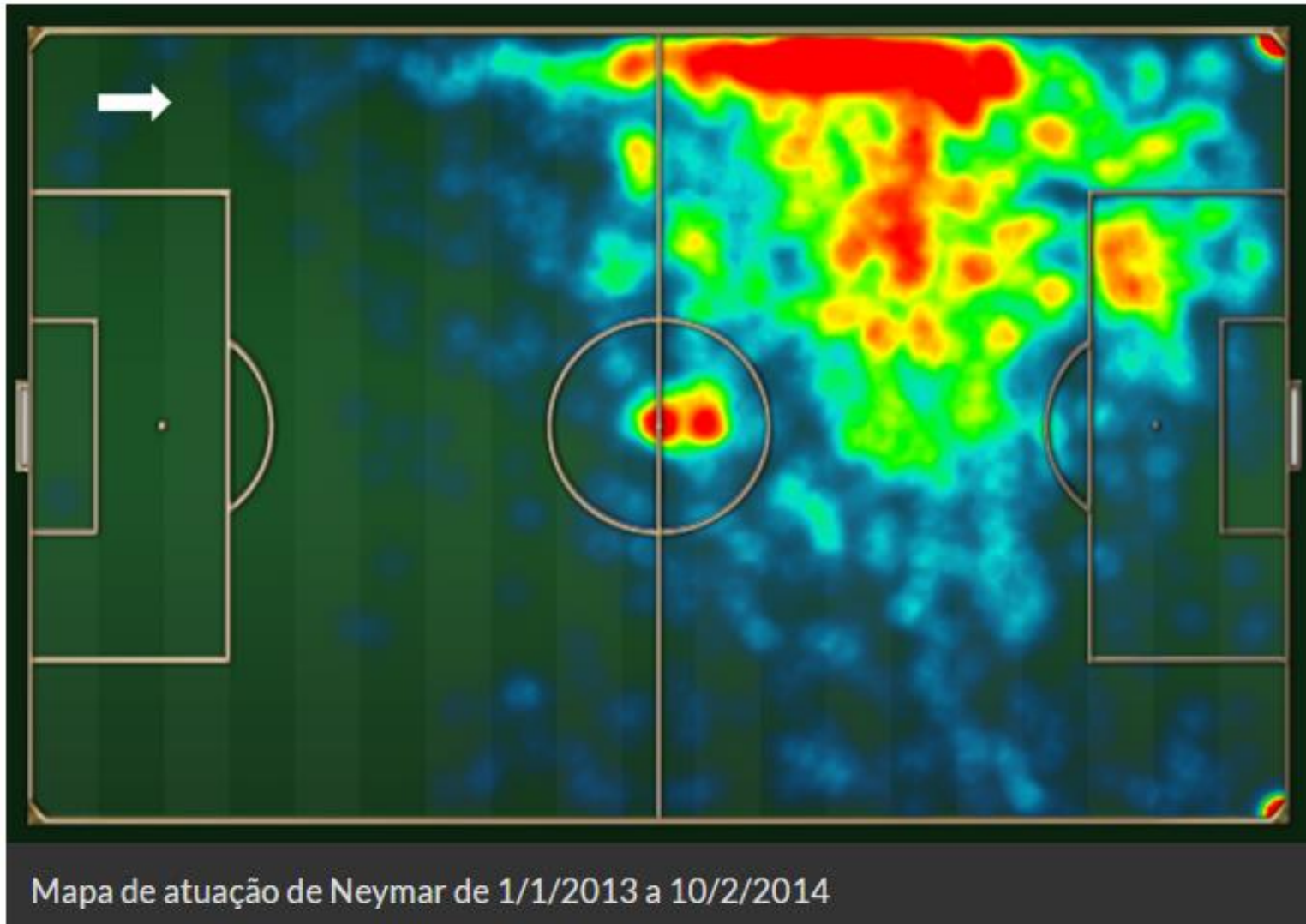
Mapa de Pontos de Focos de Queimada



Mapa de kernel de Focos de Queimada



# Estimativa de Densidade Kernel



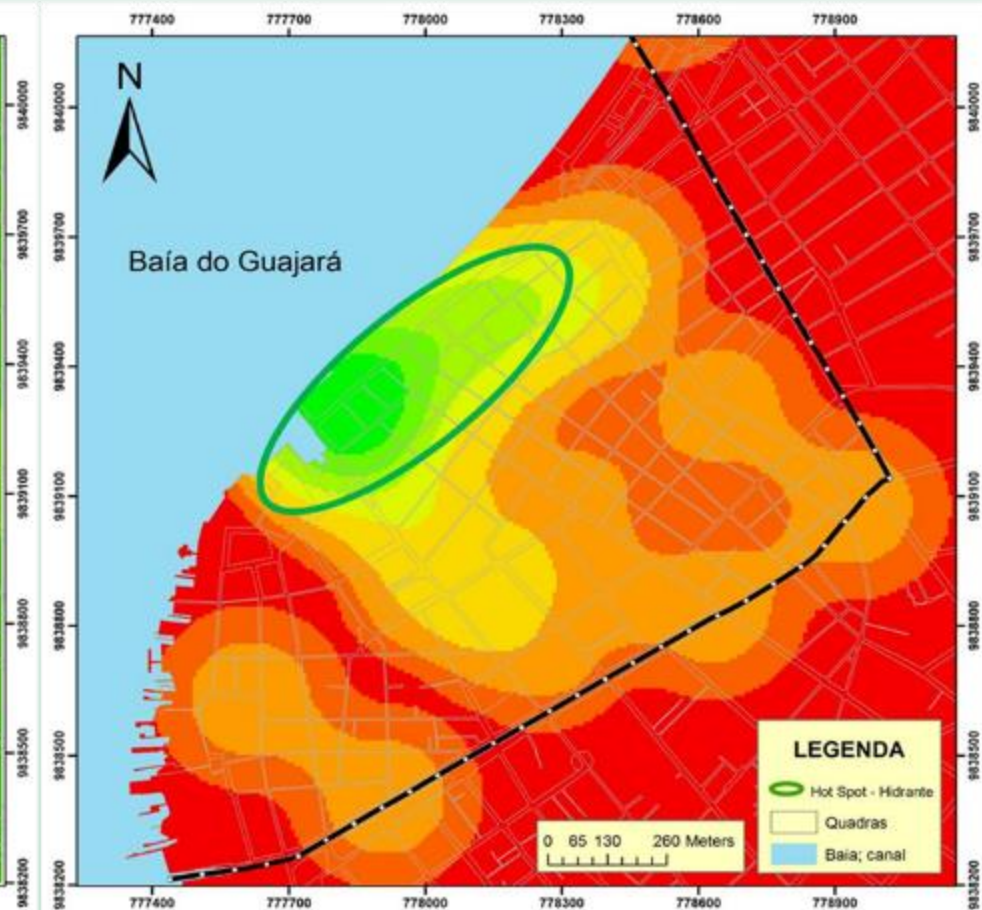
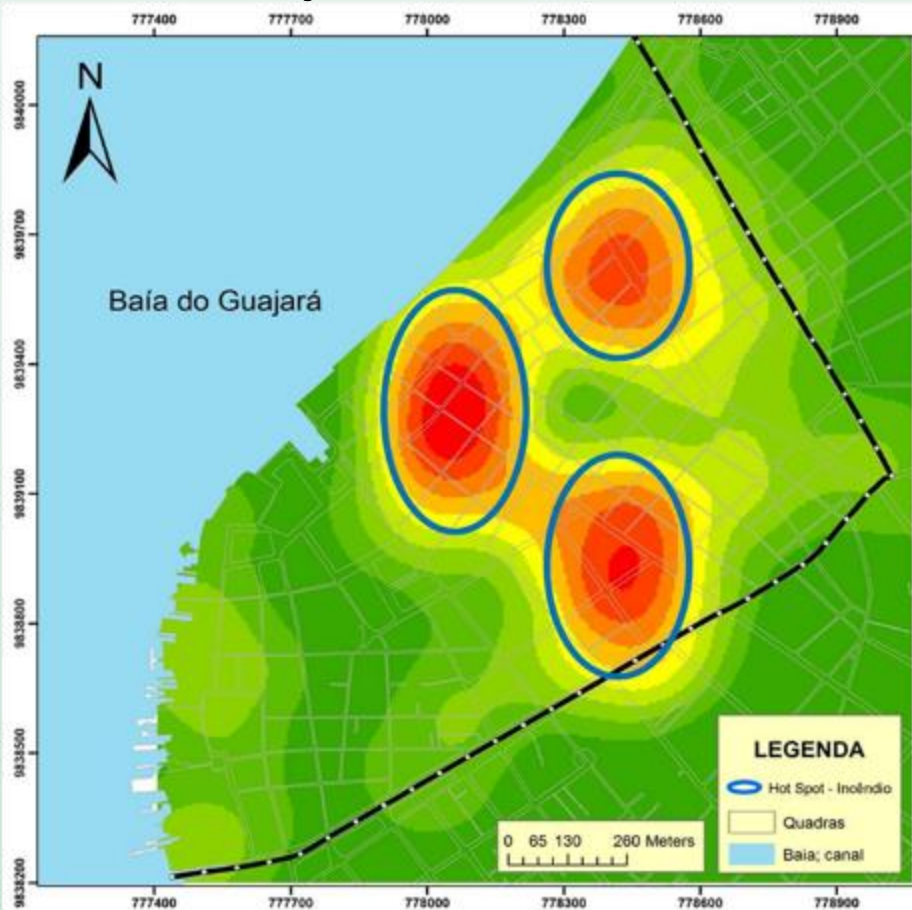
ODDI, G. 2014. Mapa de calor: como atuam os candidatos ao meio-campo ofensivo da seleção de Felipão. ESPN. Em: [http://espn.uol.com.br/post/388493\\_mapa-de-calor-como-atuam-os-candidatos-ao-meio-campo-ofensivo-da-selecao-de-felipao](http://espn.uol.com.br/post/388493_mapa-de-calor-como-atuam-os-candidatos-ao-meio-campo-ofensivo-da-selecao-de-felipao)

# Estimativa de Densidade Kernel

## Comparação de Zonas Quentes e Frias

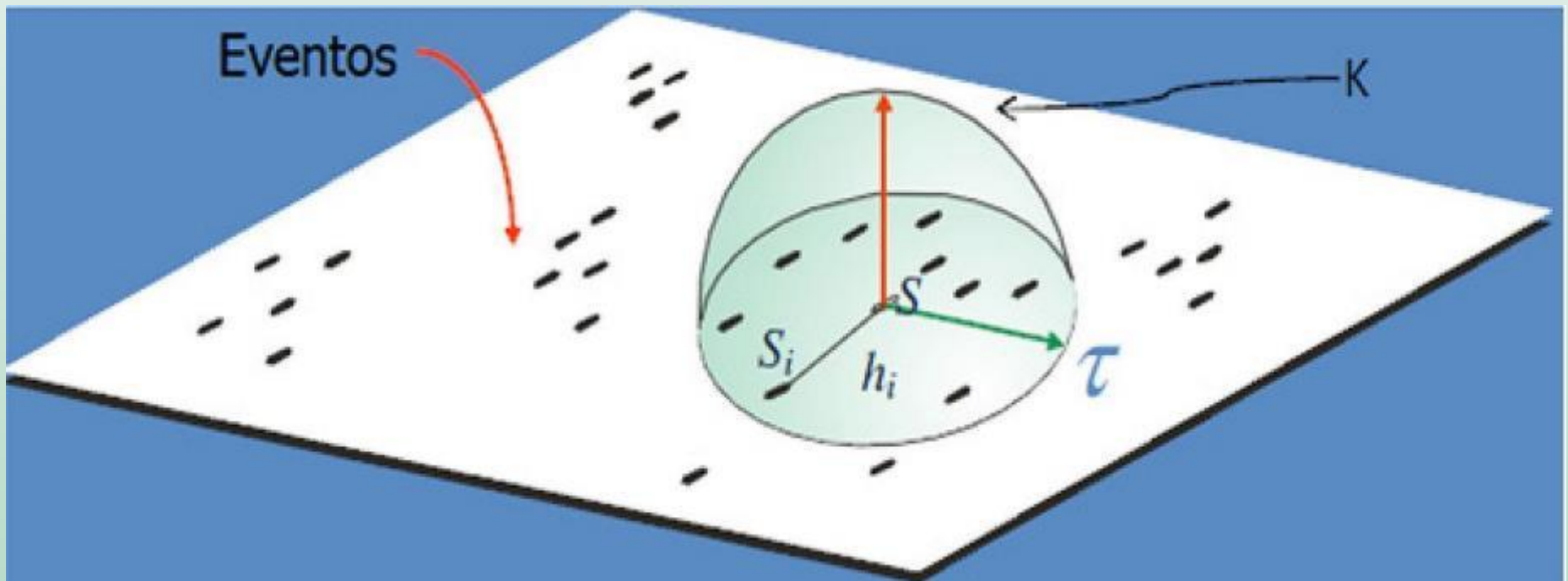
Concentração de Incêndios urbanos

Concentração de Hidrantes

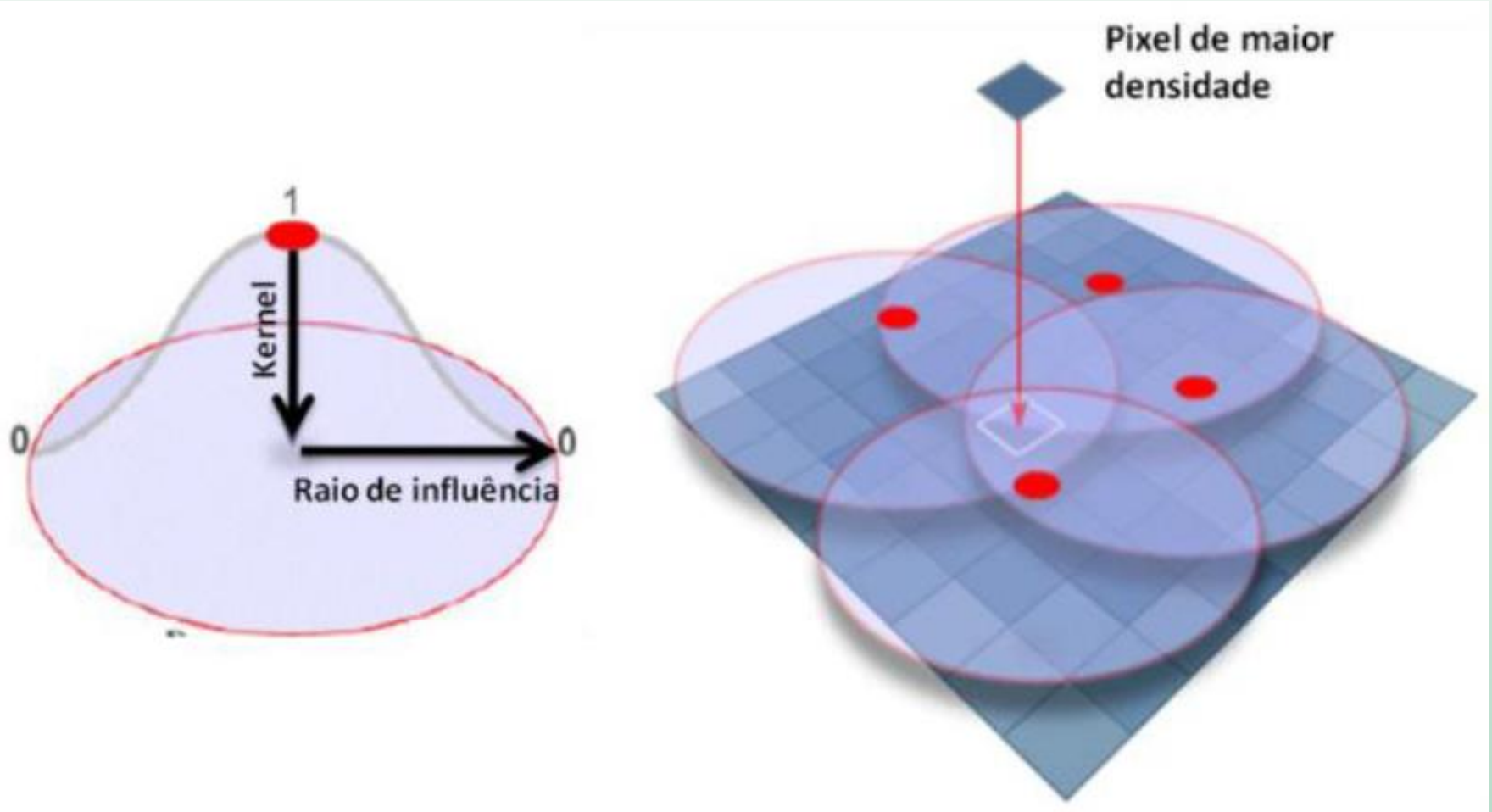


# Estimativa de Densidade Kernel

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

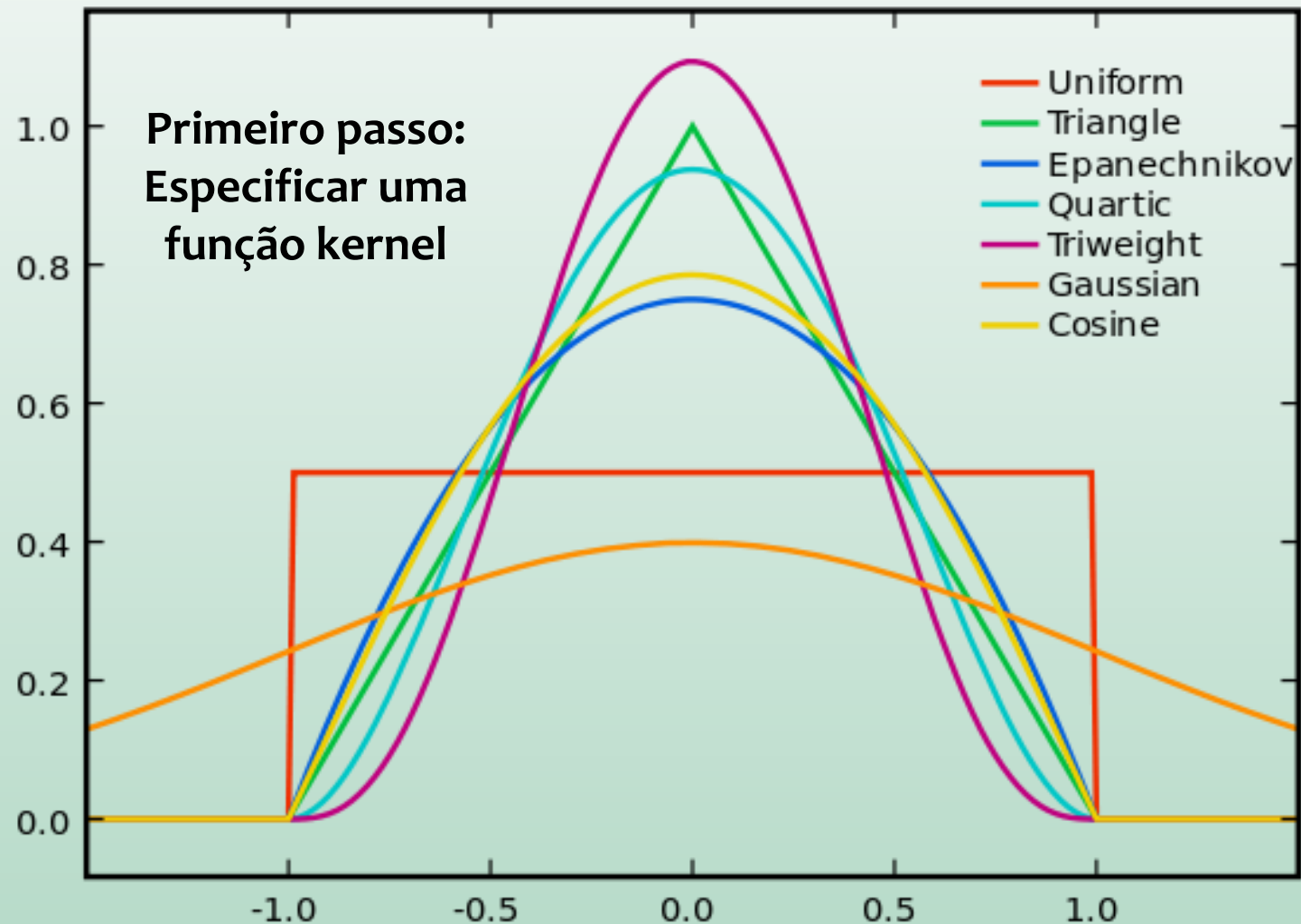


# Estimativa de Densidade Kernel

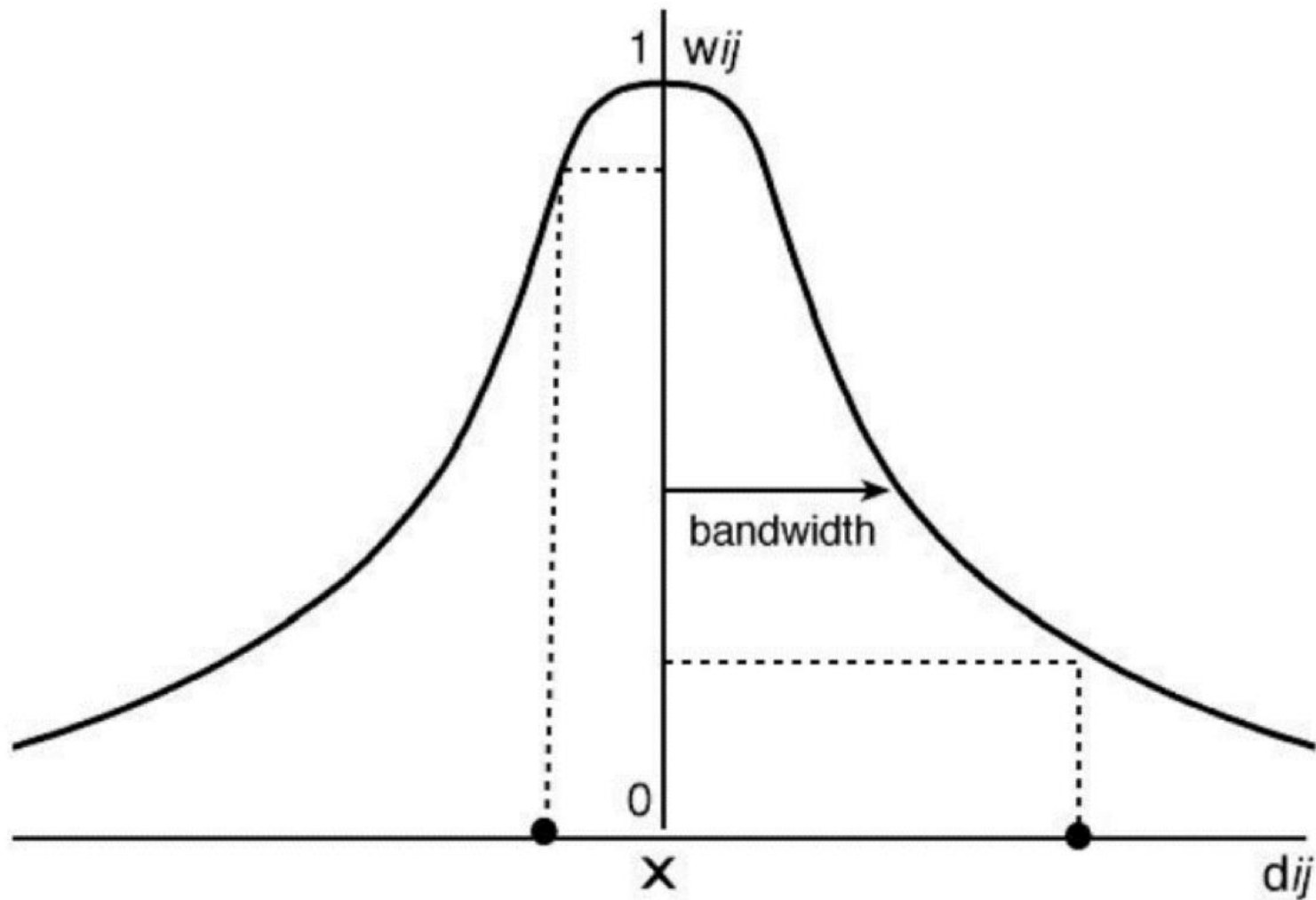




# Estimativa de Densidade Kernel

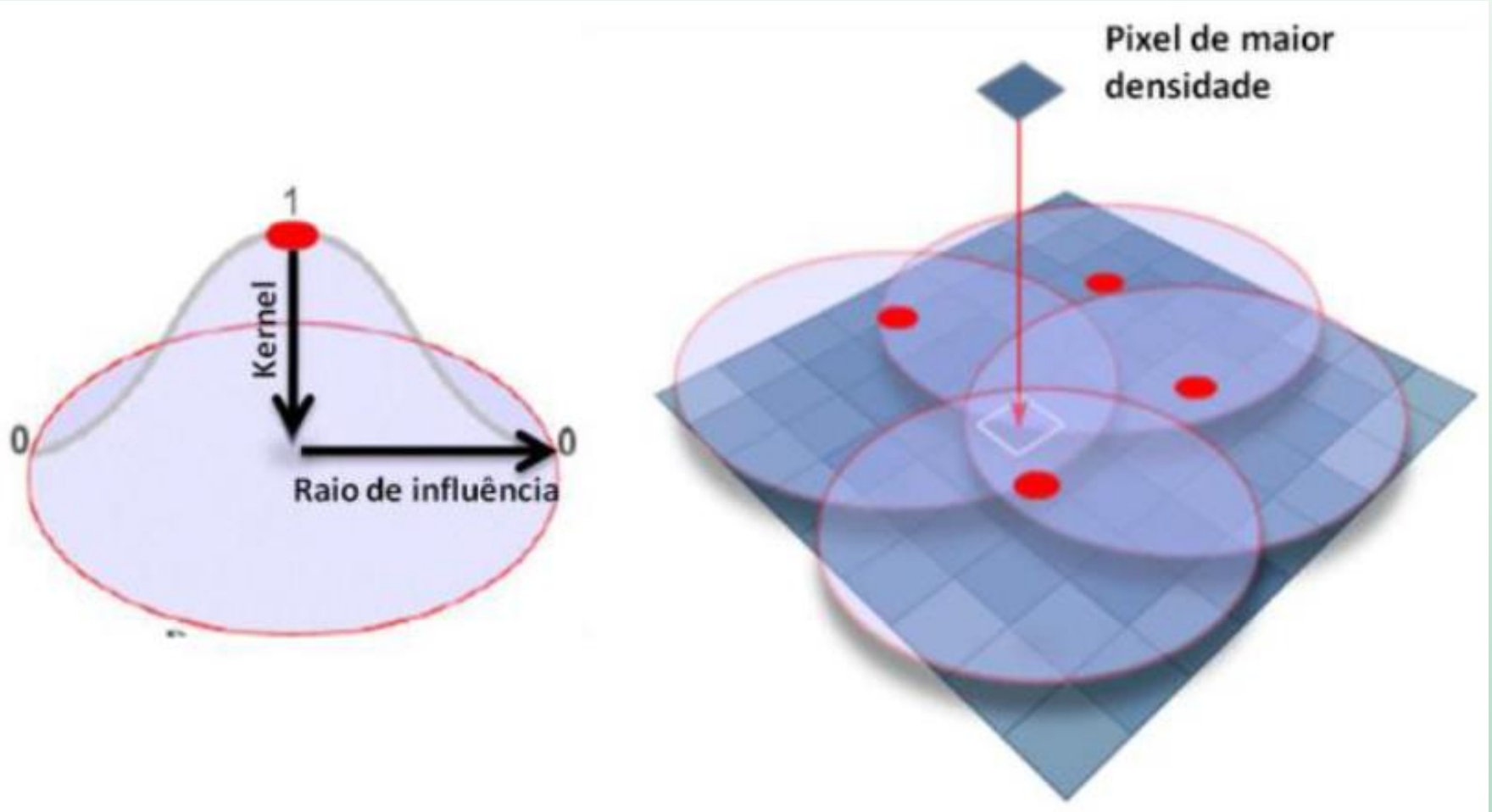


# Estimativa de Densidade Kernel



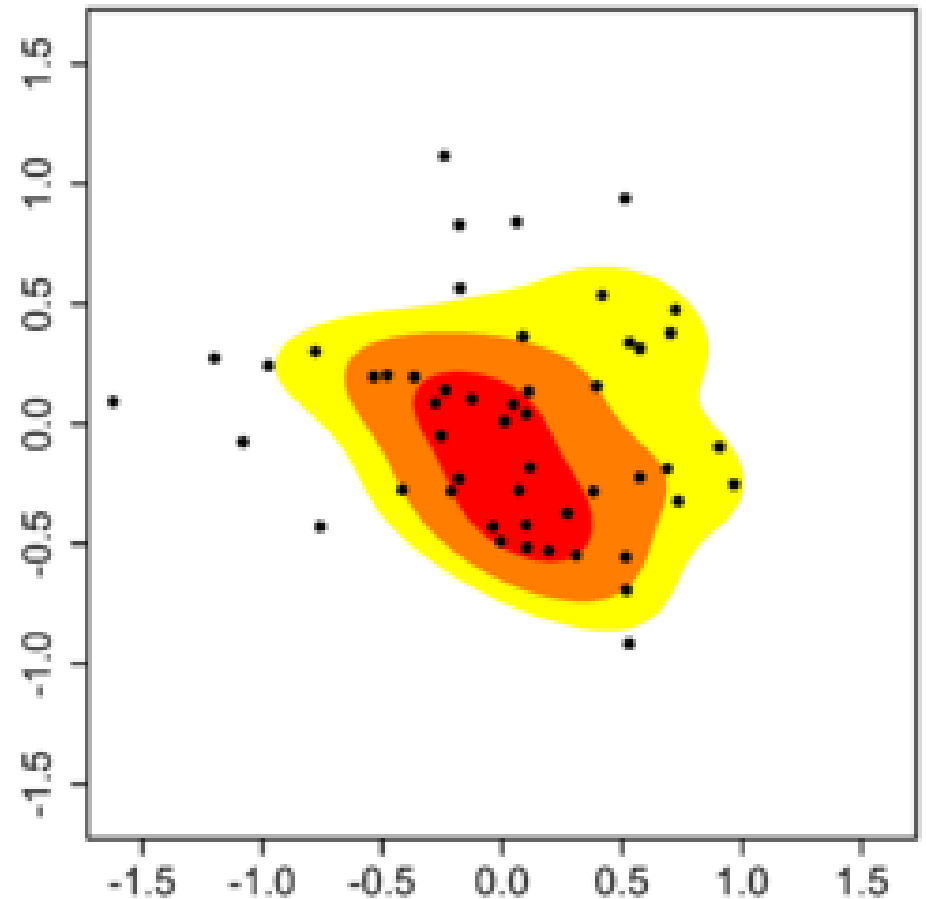
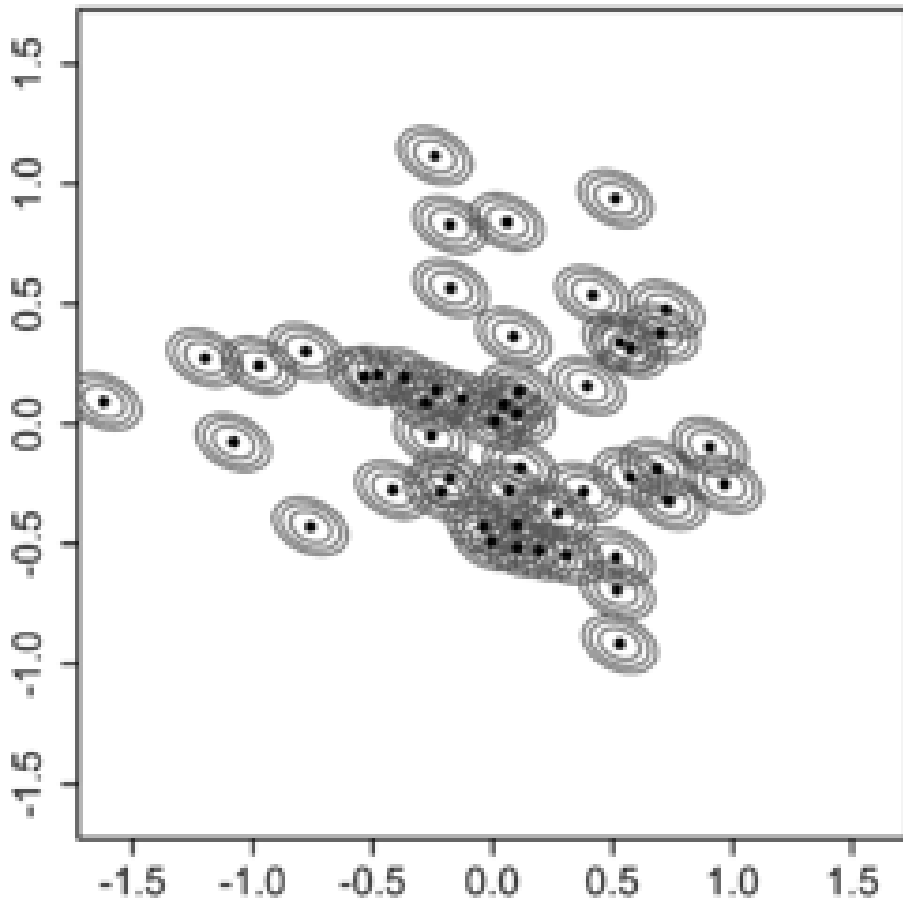
- × Pixel do raster      $w_{ij}$  peso do ponto para o pixel do raster
- Ponto                 $d_{ij}$  distância do do pixel do raster até o ponto

# Estimativa de Densidade Kernel



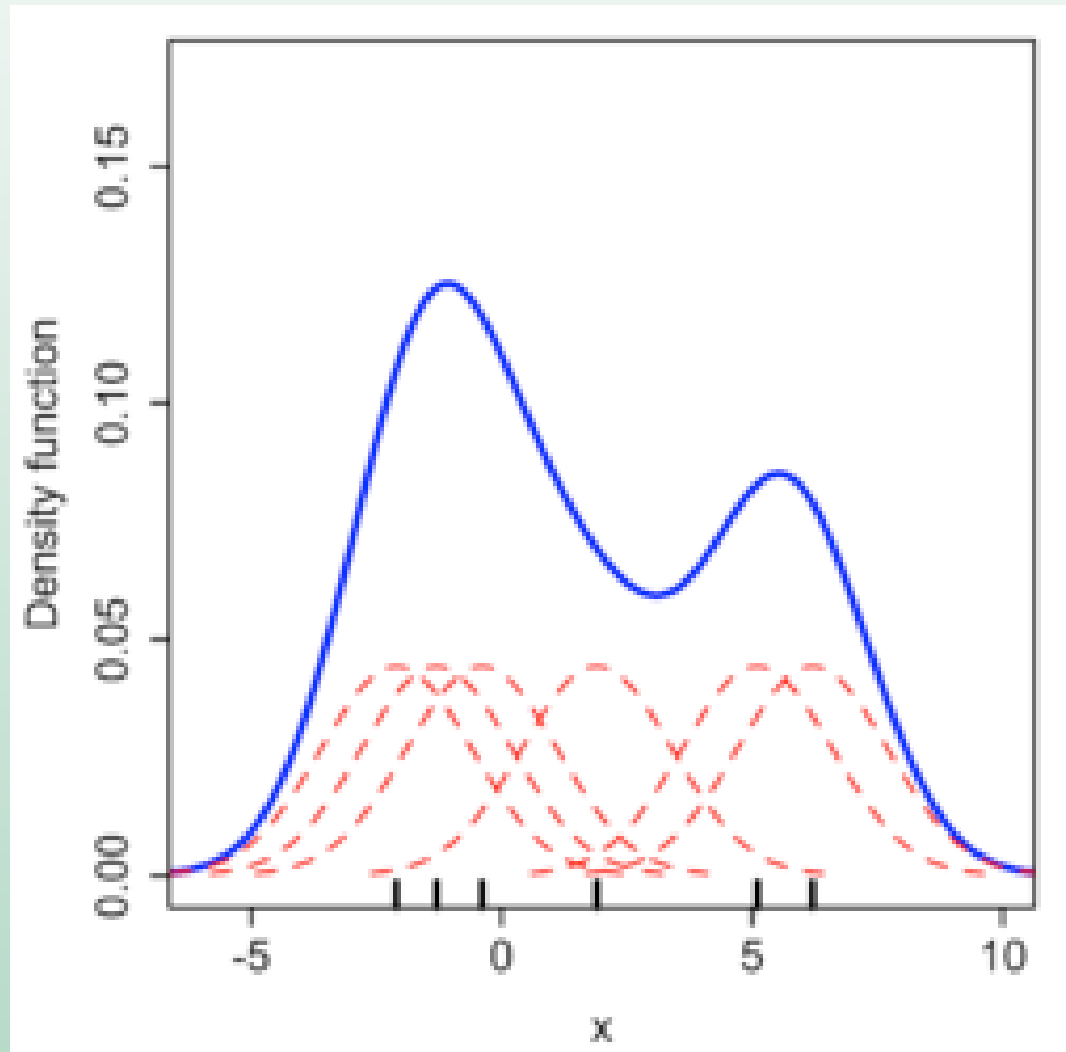
# Estimativa de Densidade Kernel

Somando o kernel de cada ponto



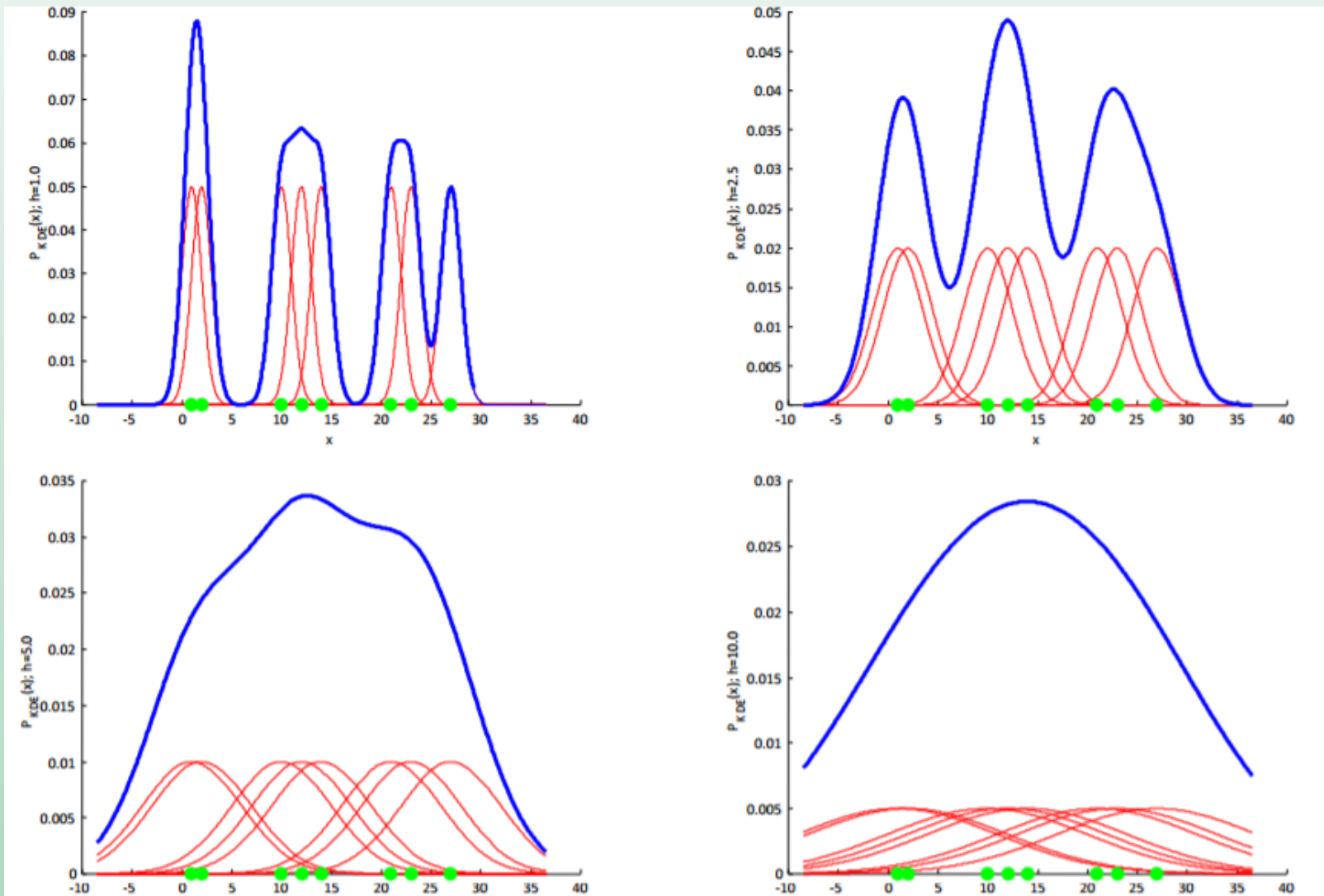
# Estimativa de Densidade Kernel

Somando o kernel  
de cada ponto

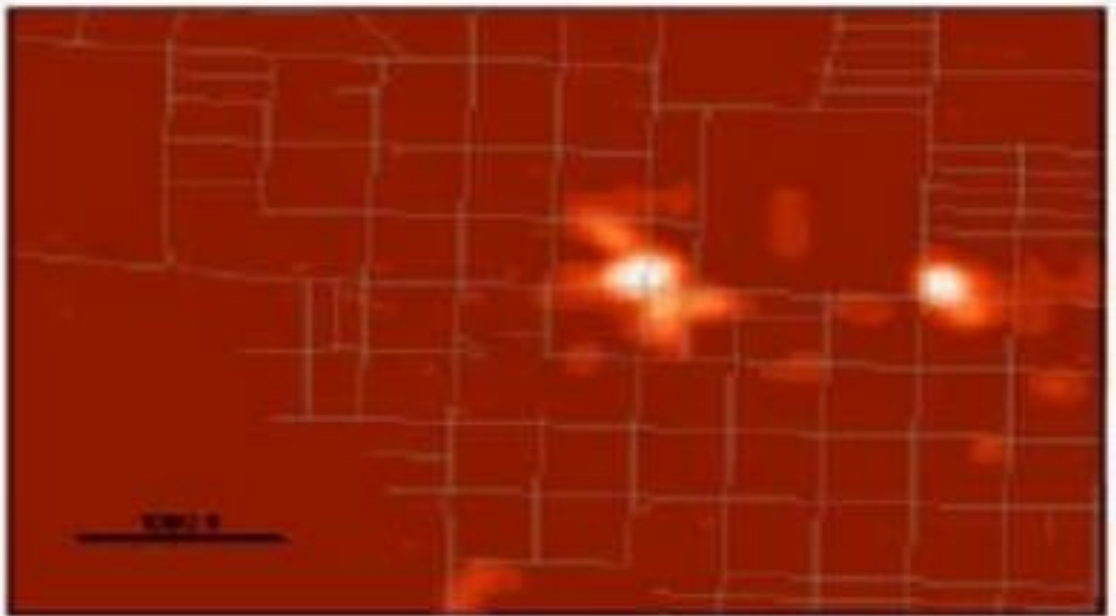


# Estimativa de Densidade Kernel

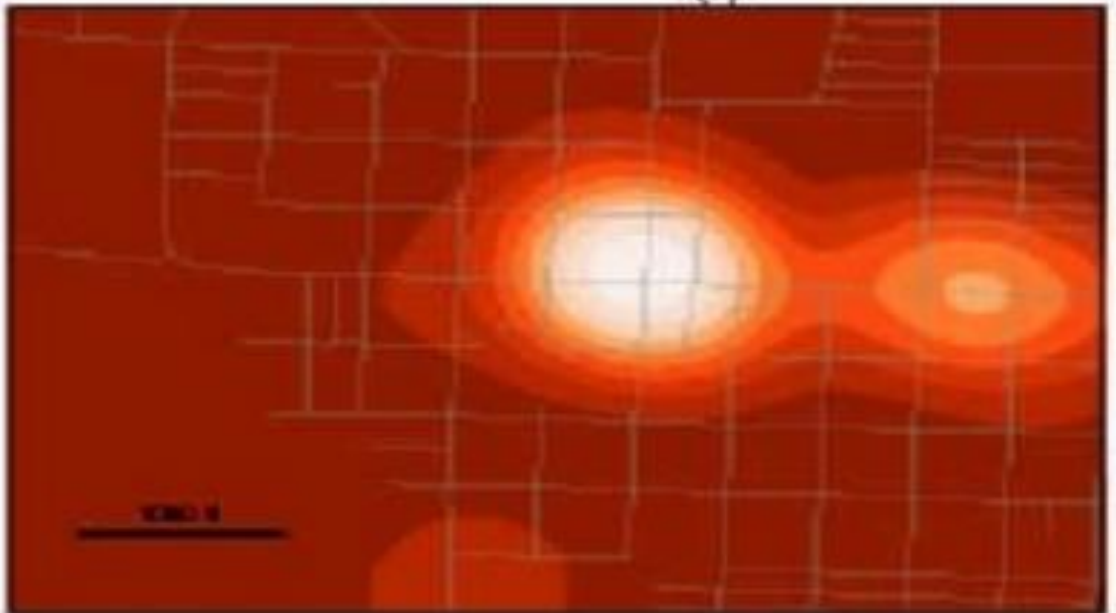
## Alterando o Raio do Kernel



# 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

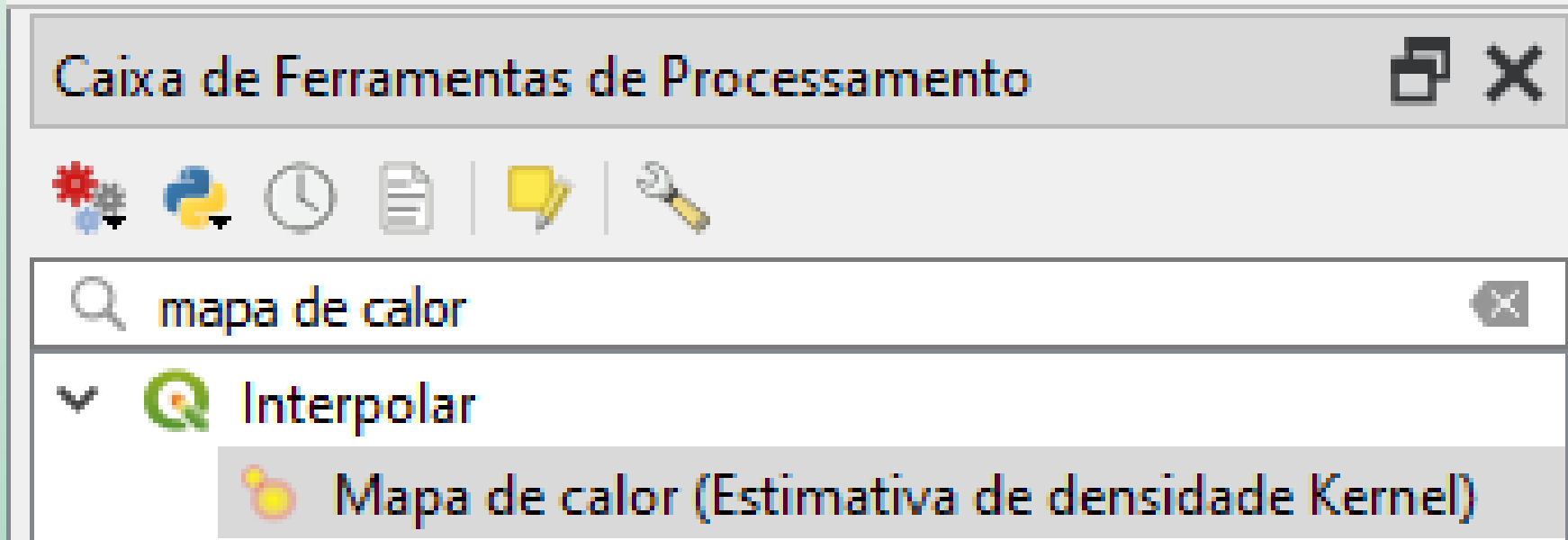


# Kernel: Prática no QGIS

Estimar densidade de empreendimentos residenciais  
na RMSP

Caixa de Ferramentas de Processamento >

Mapa de calor (estimativa 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]

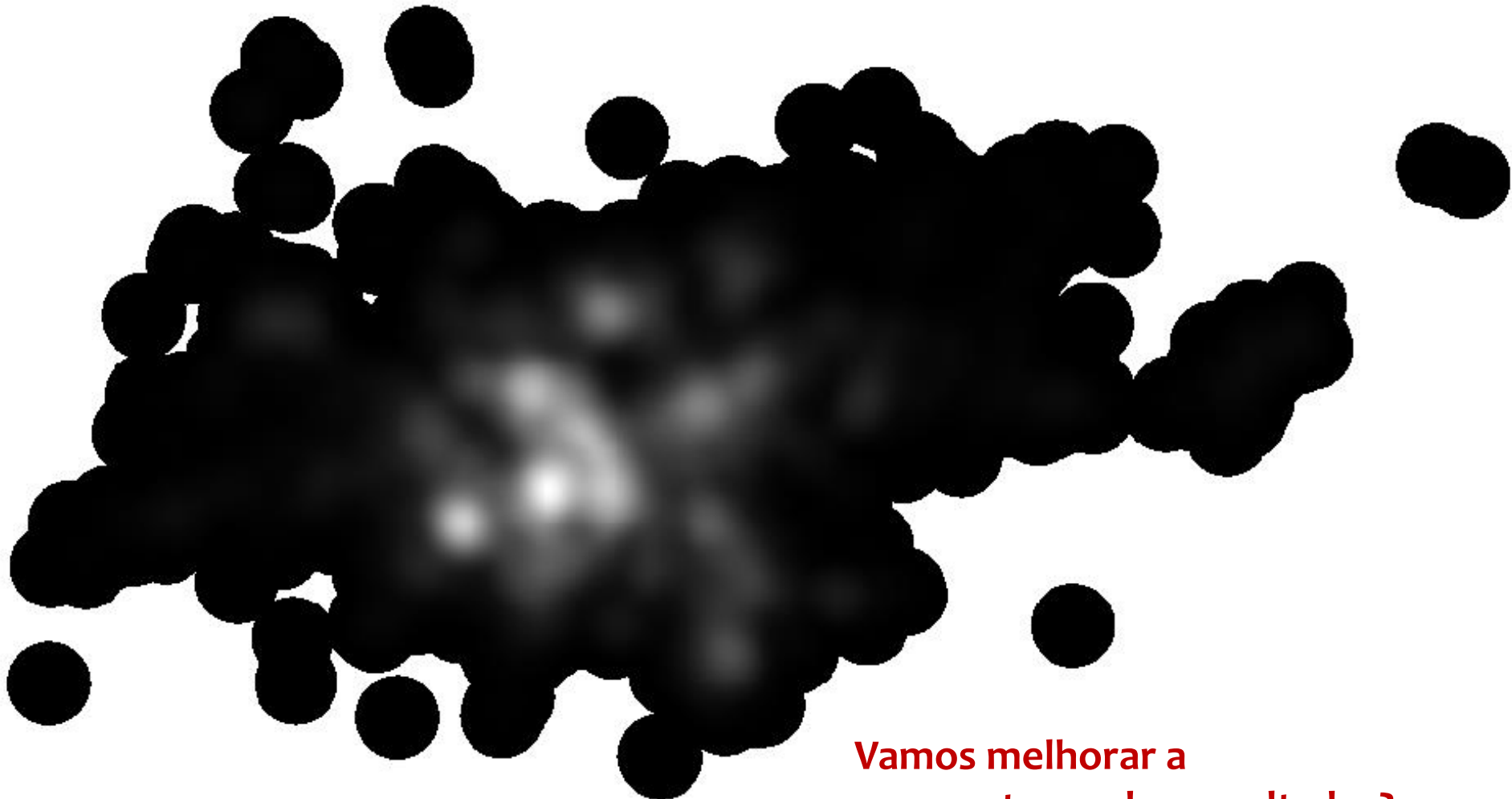
Output value scaling

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**

OGIS: "Heat Maps"

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

Banda Banda 1 (Gray)

Mín 0 Máx 749,862915

**Configurações de Valor Min / Max**

Interpolar Linear



Sufixo da unidade rotulada

Precisão do rótulo 4

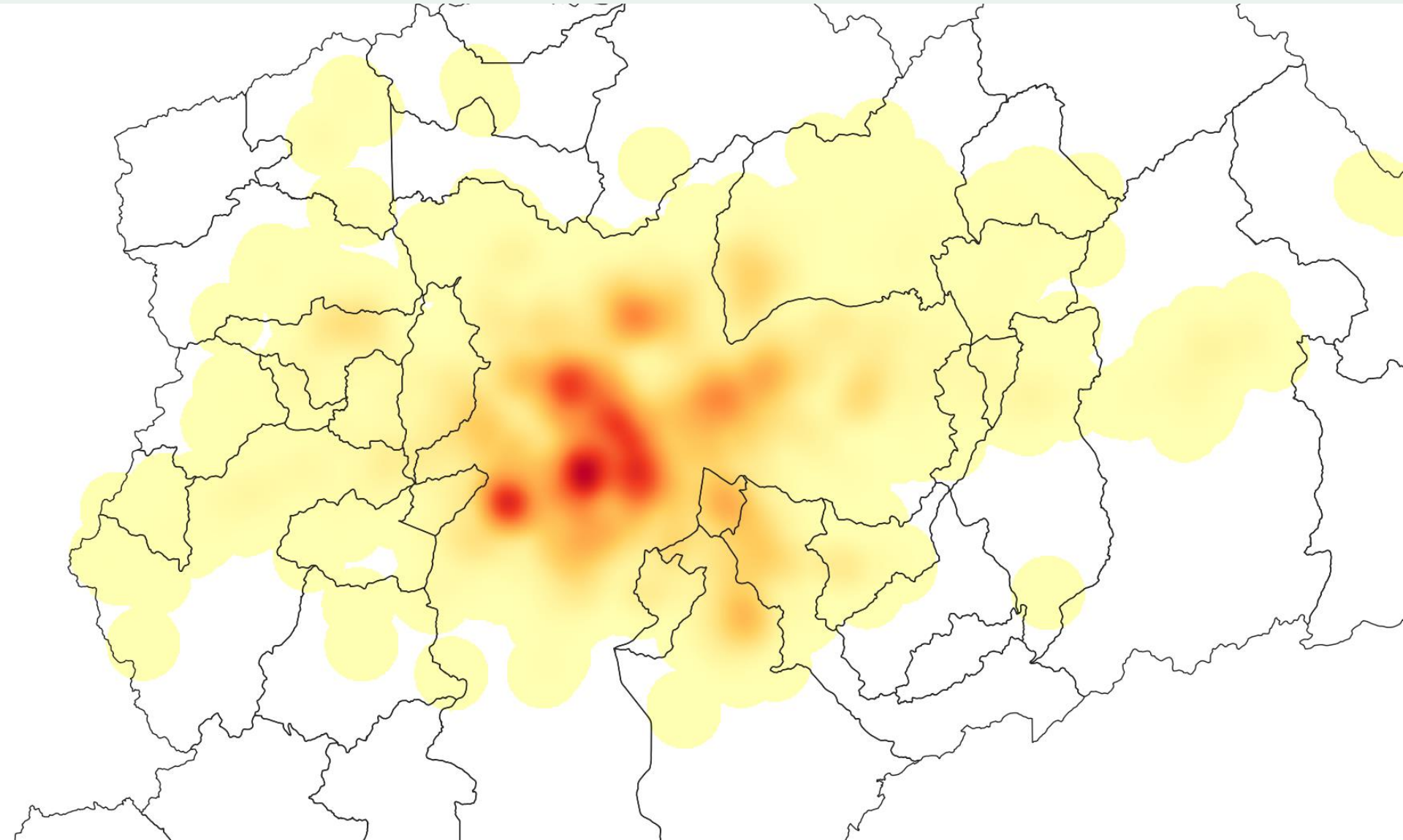
Valor	Cor	Rótulo
0		0,0000
187,4657288		187,4657
374,9314575		374,9315
562,3971863		562,3972
749,862915		749,8629

Modo Contínuo

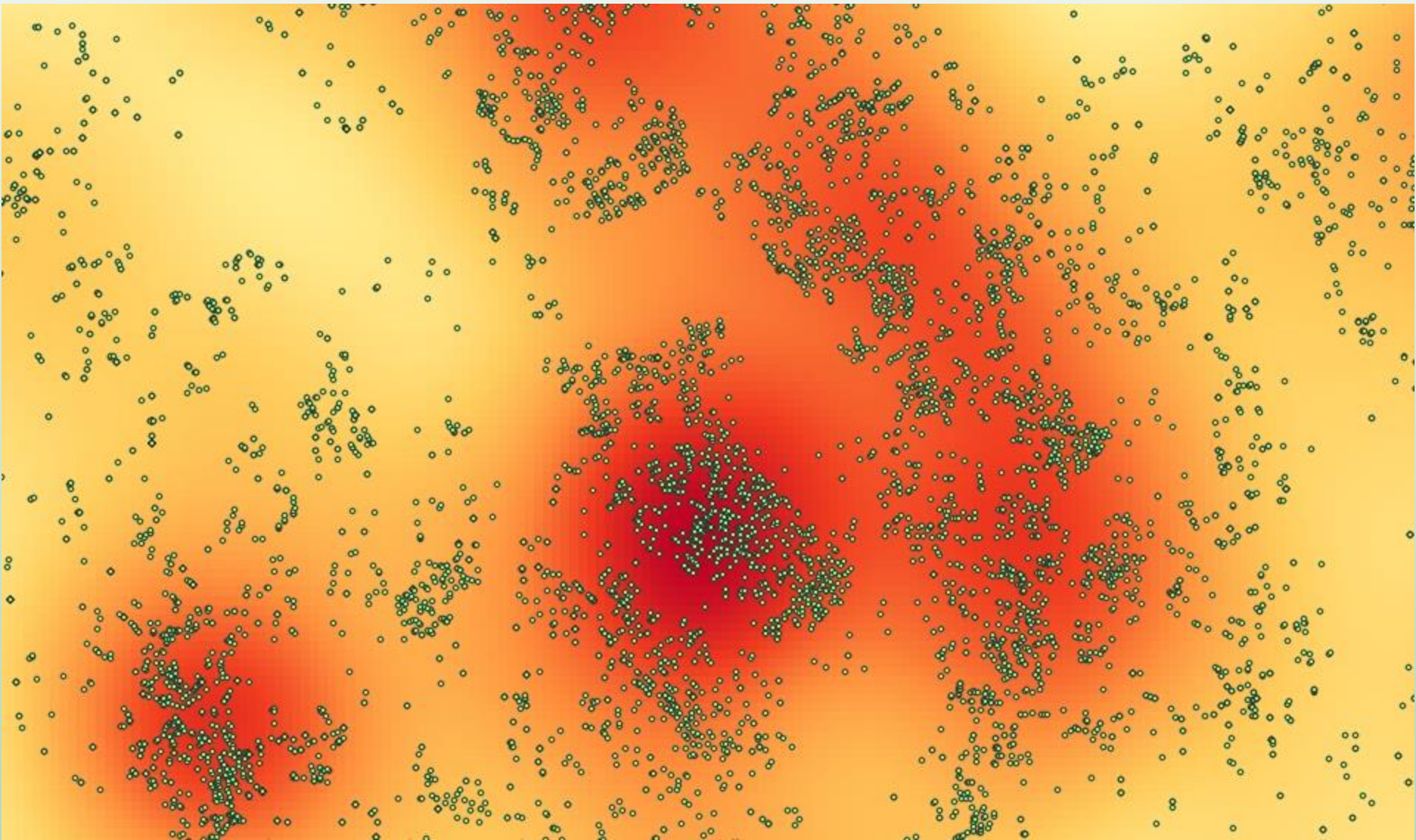
Classes 5

[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)

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

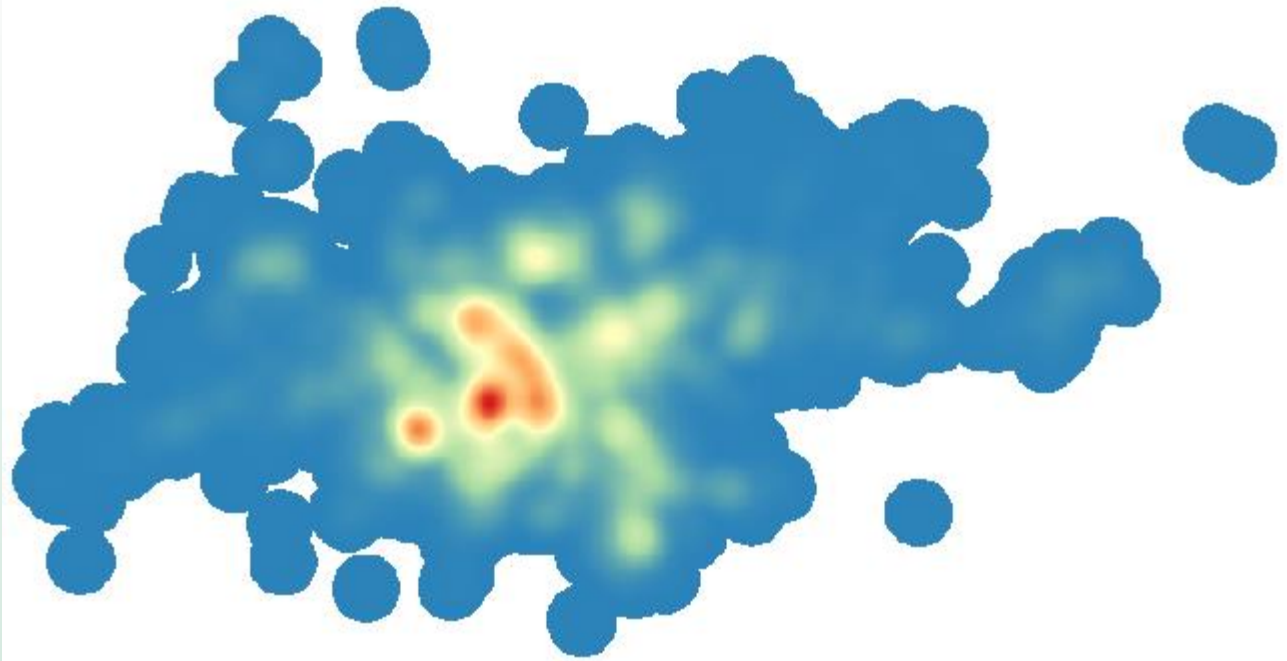
Output value scaling

Bruto

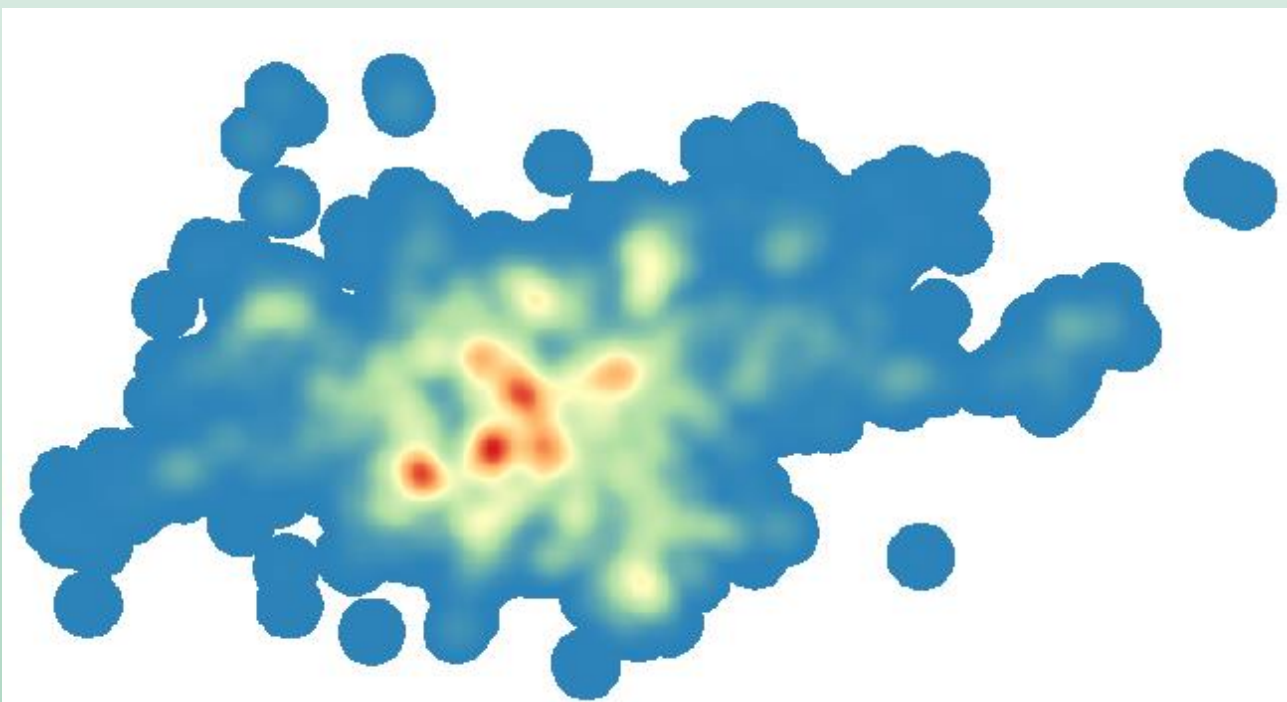
Heatmap

C:/ufabc/Dados\_AnaliseEspacial/mapa\_calor\_3000\_unidades.tif

Kernel simples



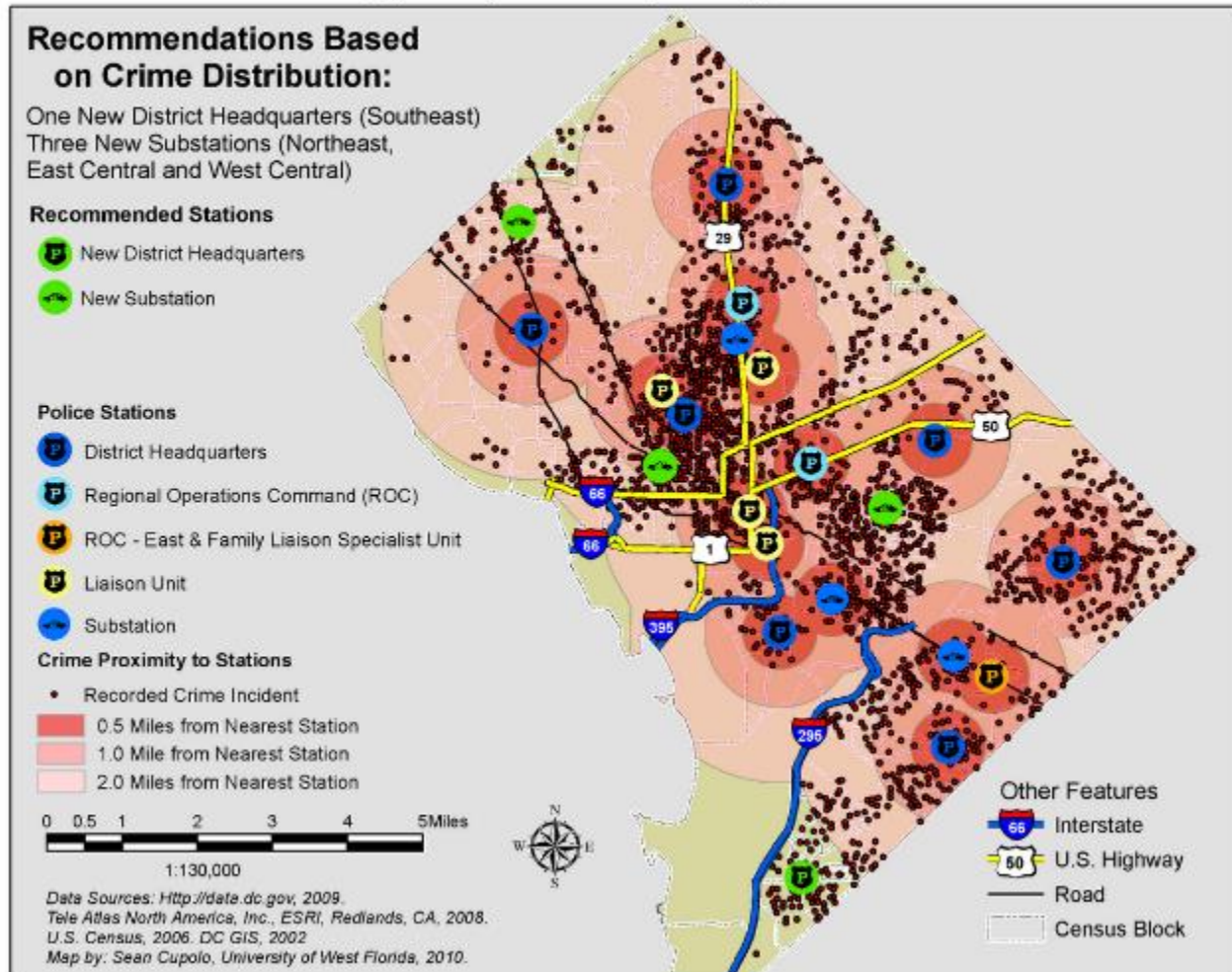
Kernel ponderado



# Mapa de Proximidade

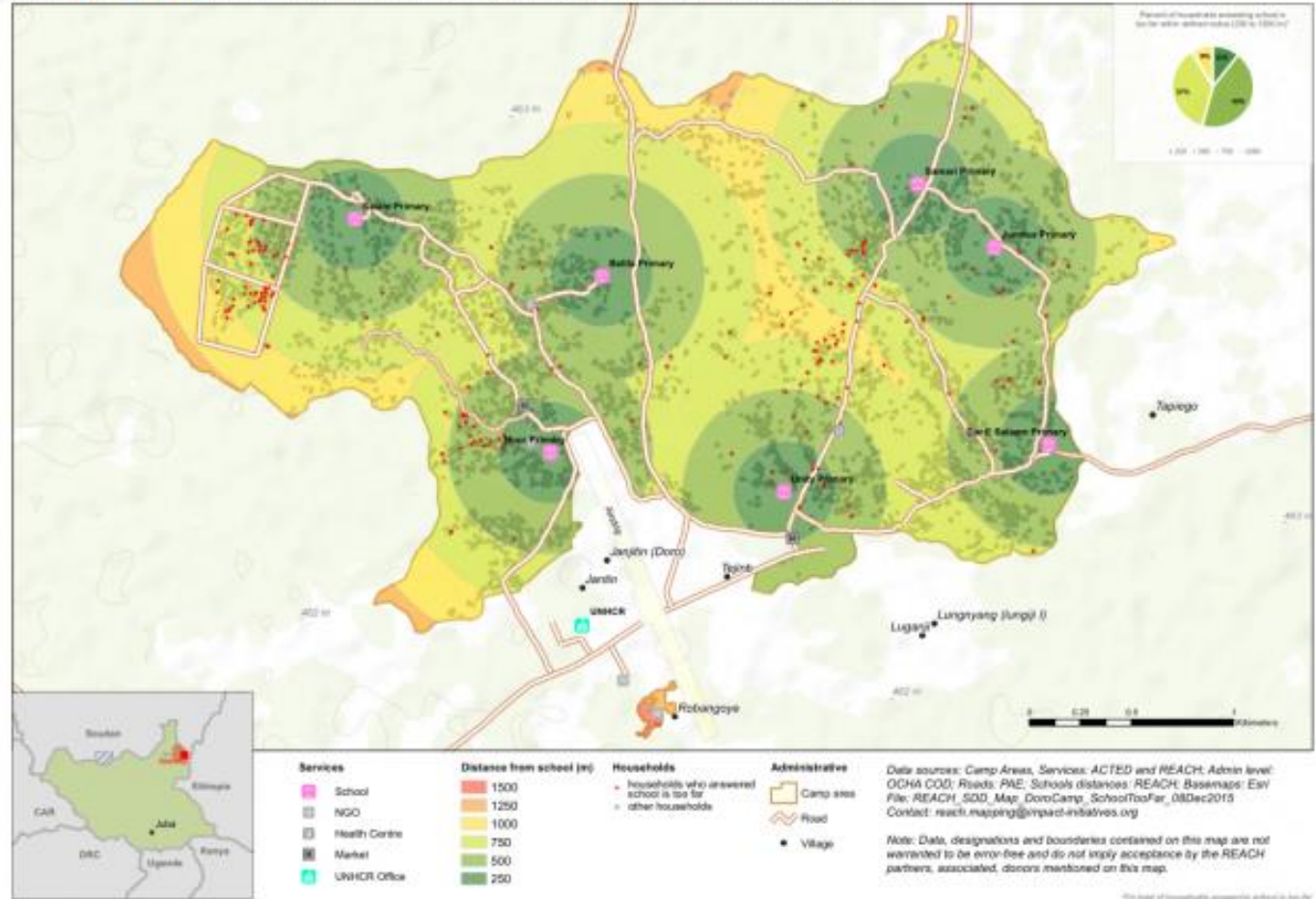
- Distância a serviços urbanos

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



CUPOLO, S. 2010. Law Enforcemet:  
Washington DC. Module 8.

# Mapa de Proximidade



Distância a serviços urbanos

# 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<sup>2</sup>)

Foco em distância (km<sup>2</sup>)

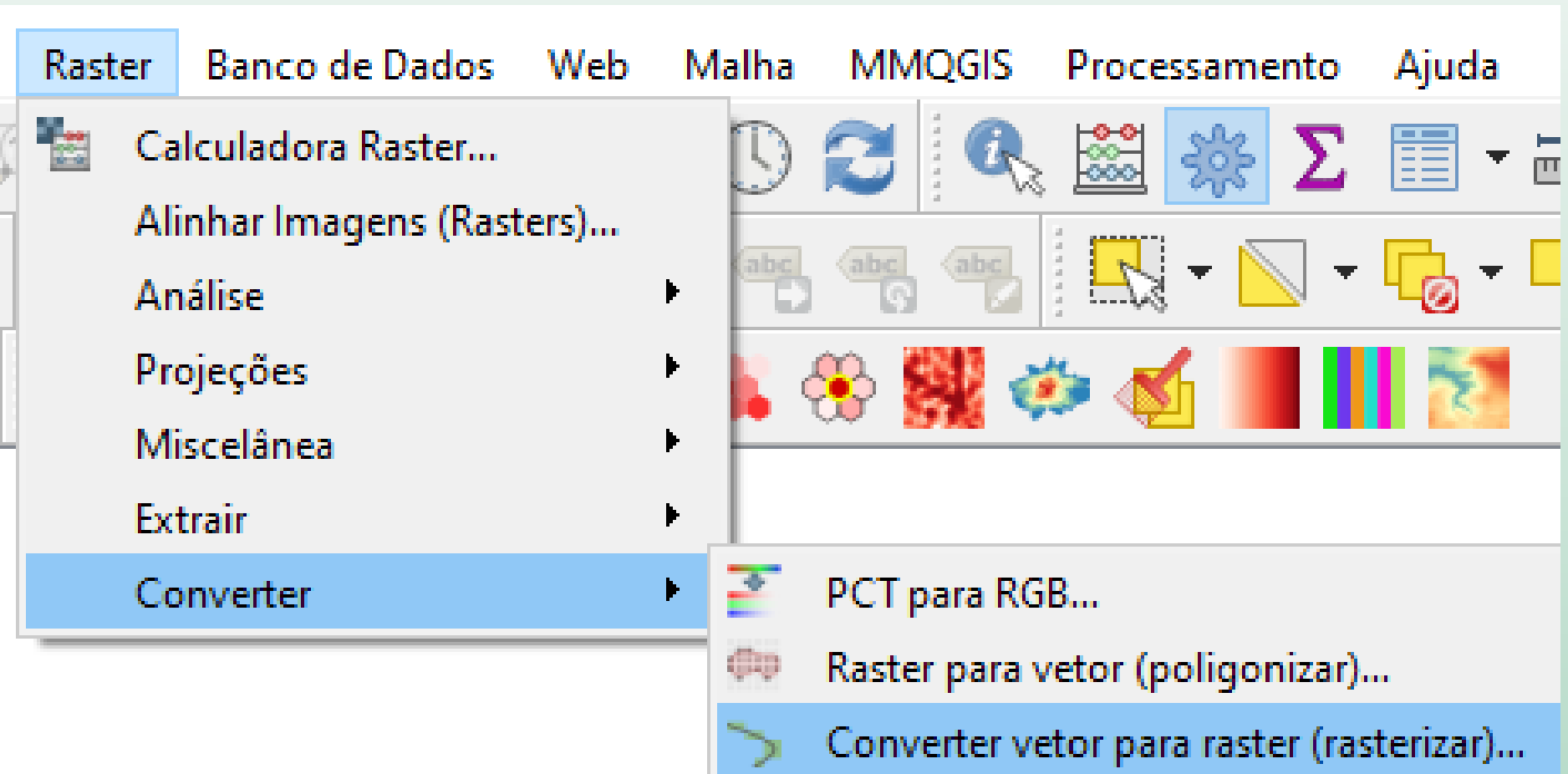
Mais flexibilidade  
(ajuste de kernel e raio)

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

## 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]

Um valor fixo para gravar [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

Atribua um valor "sem dados" especificado às bandas de saída [opcional]

0,000000

▶ **Parâmetros avançados**

Rasterizado

C:/ufabc/Dados\_AnaliseEspacial/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]

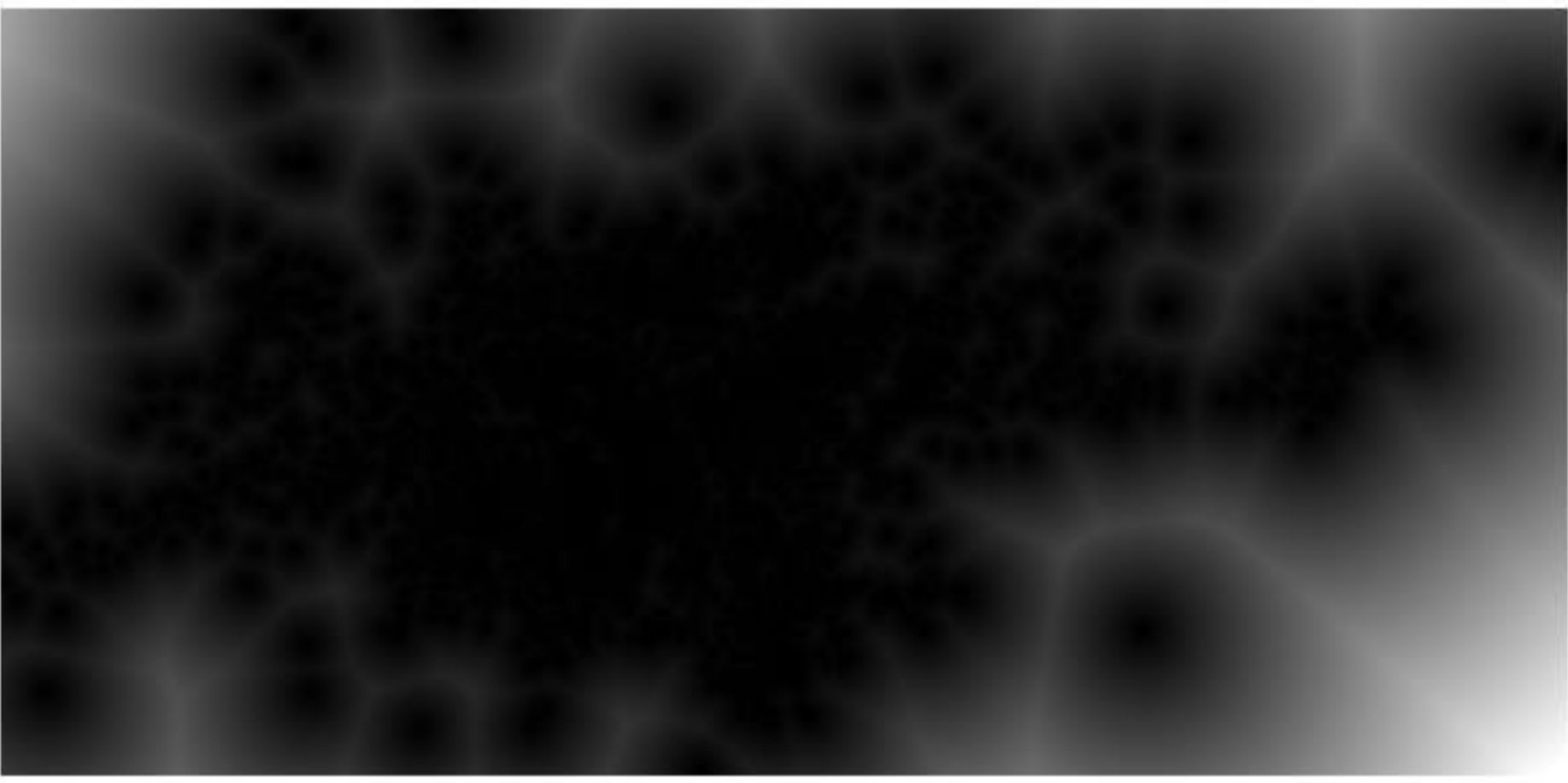
0,000000














▶ **Parâmetros avançados**

Mapa de proximidade

C:/ufabc/Dados\_AnaliseEspacial/proximidade.tif

▼   **proximidade**  
Banda 1 (Gray)  
27.838,552734  
0



- 
-  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**

Interpoliar 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






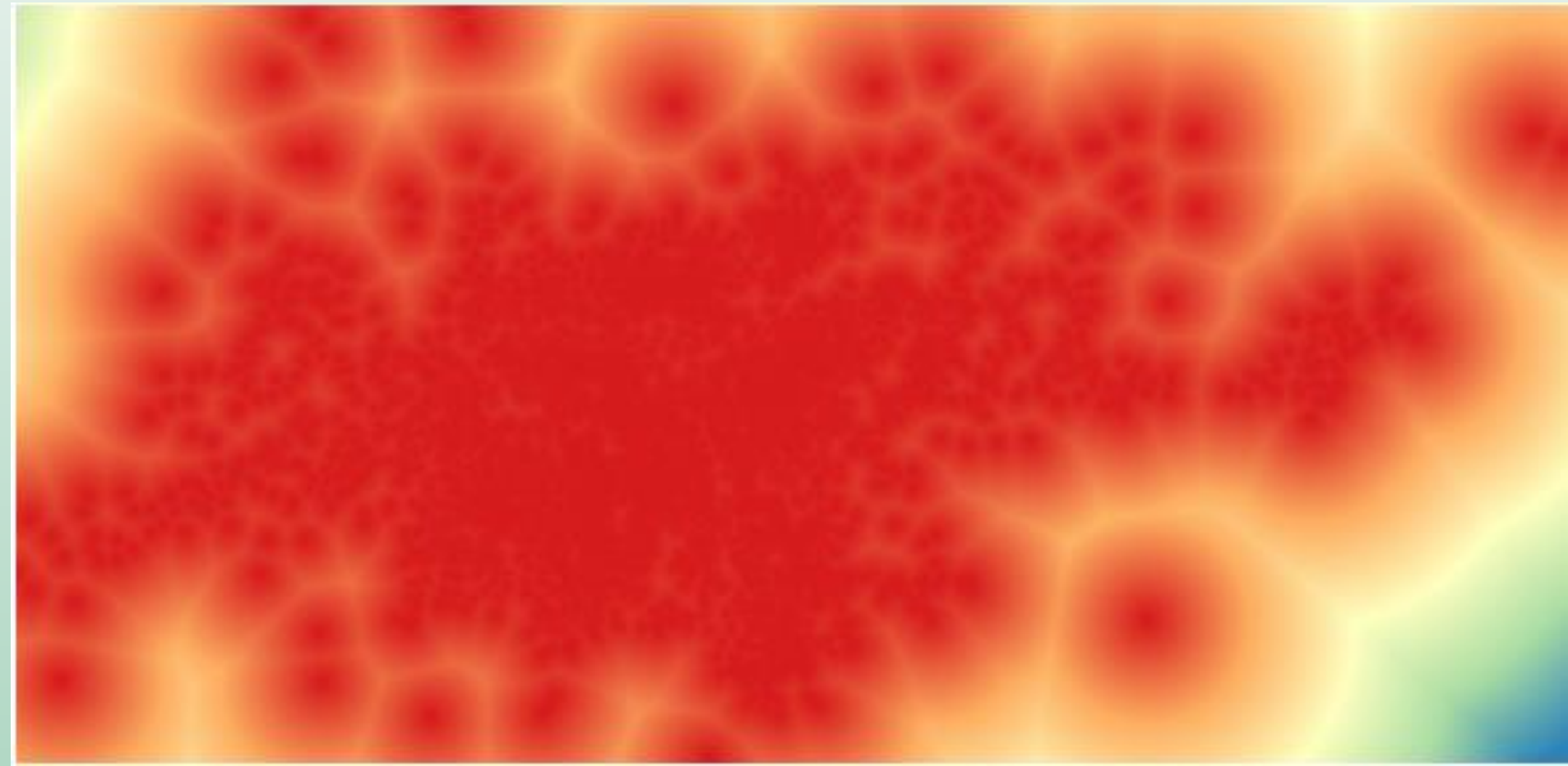

Configurações da Legenda...

✓   **proximidade**

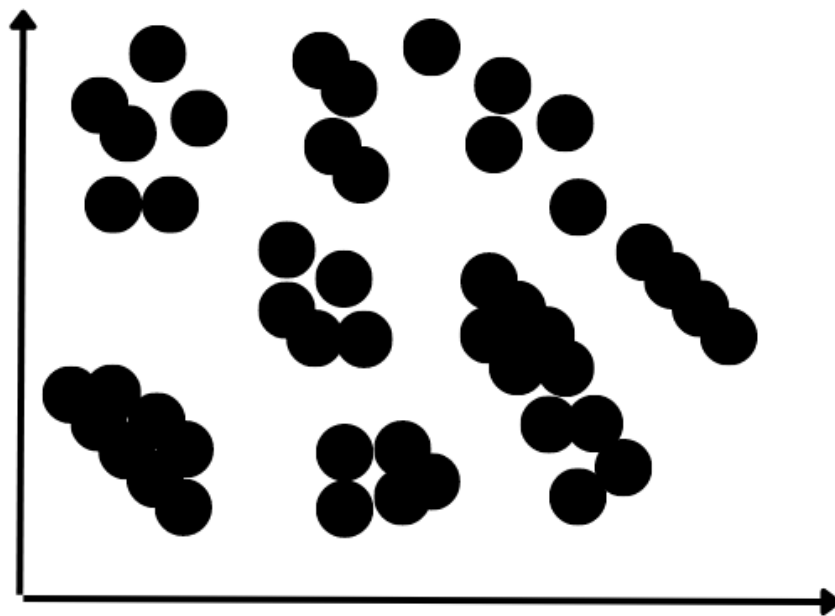
Banda 1 (Gray)

 27.838,552734

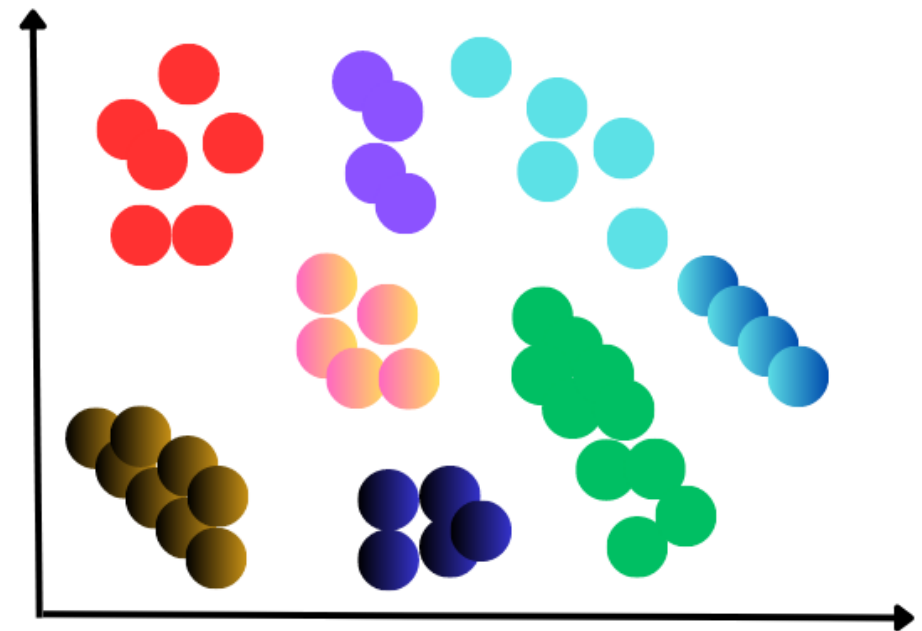
0



# Análise de agrupamentos pontuais

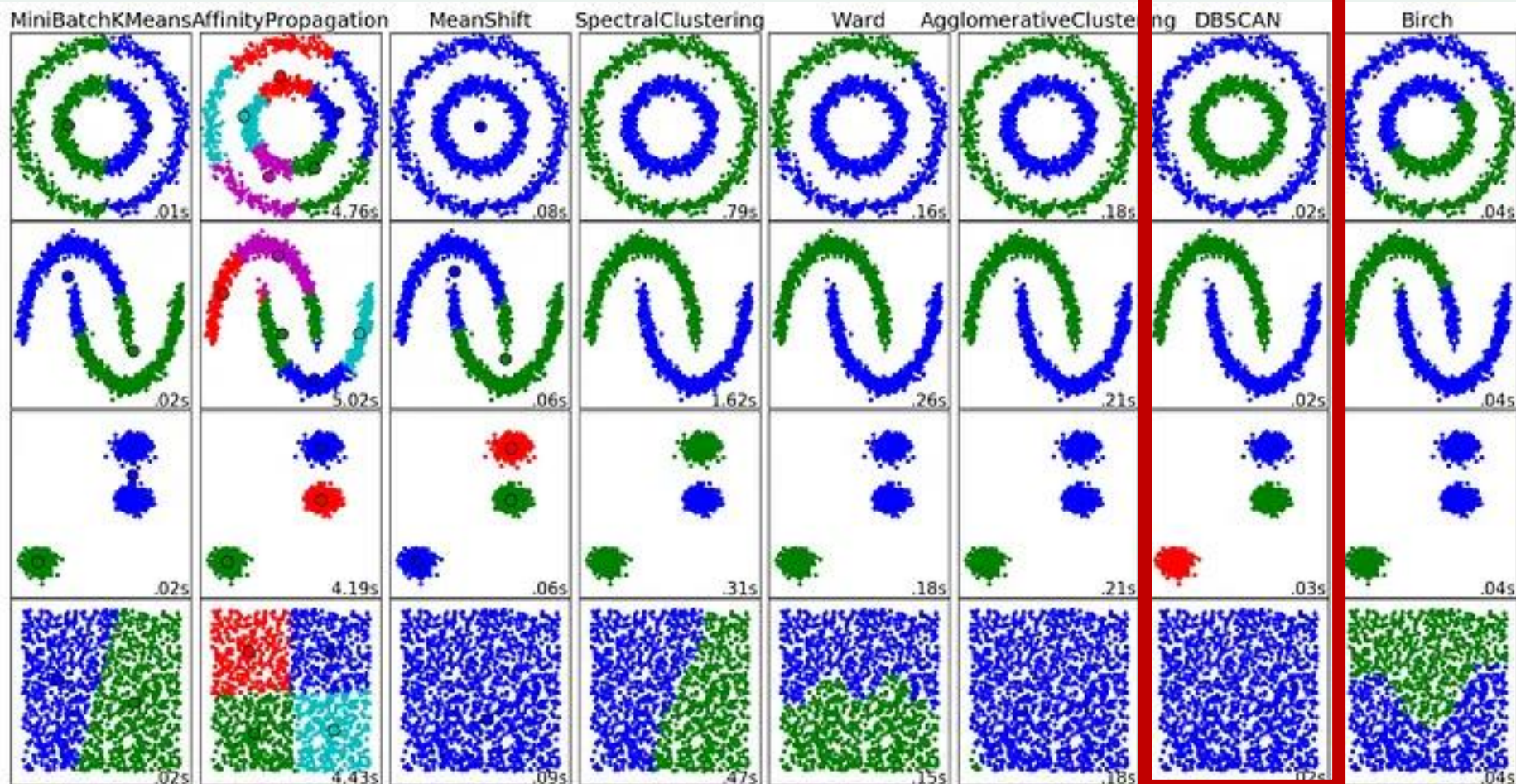


Original Data



DBSCAN Clustering

# Análise de Agrupamentos Pontuais

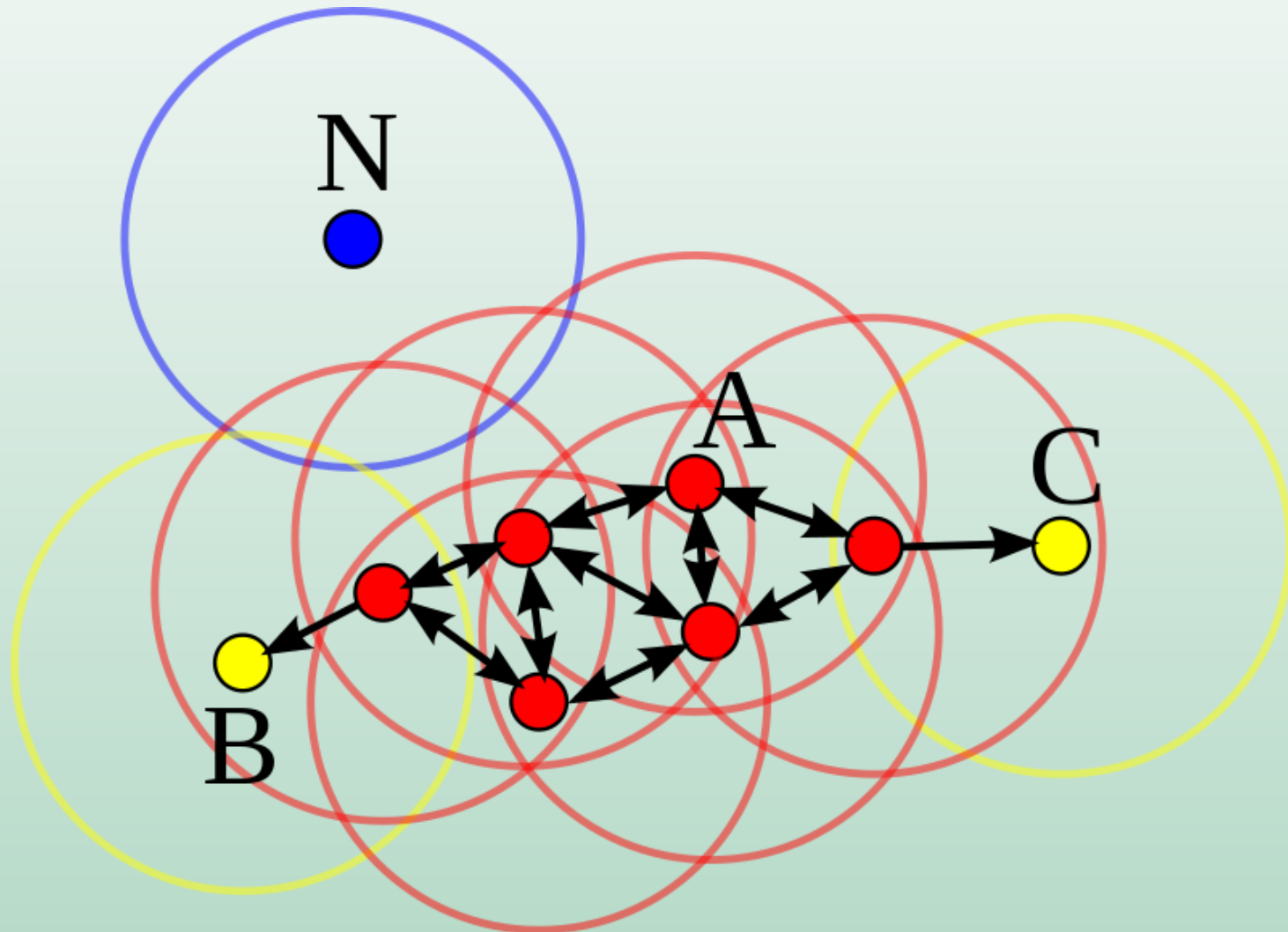


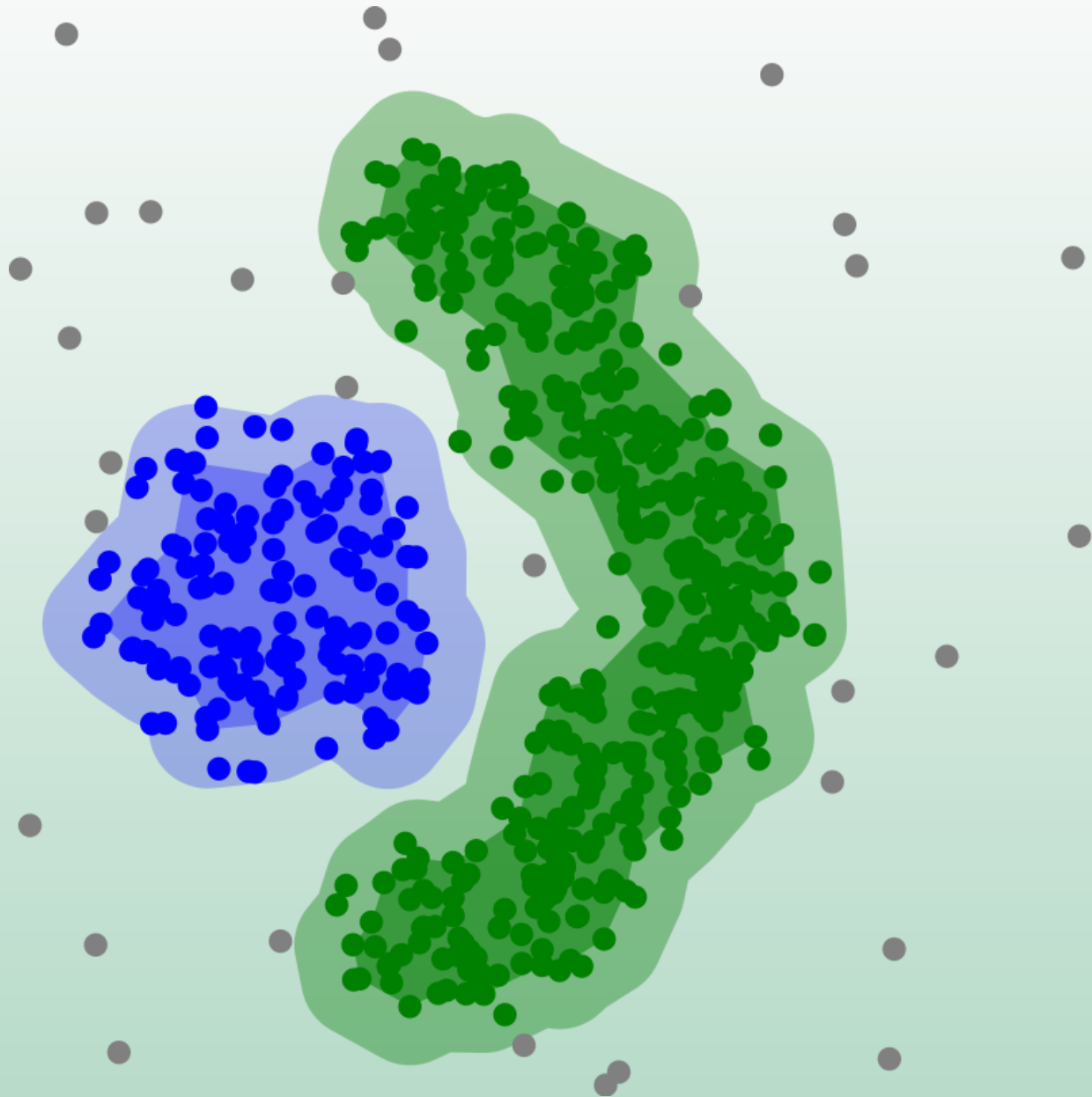
K-means

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:

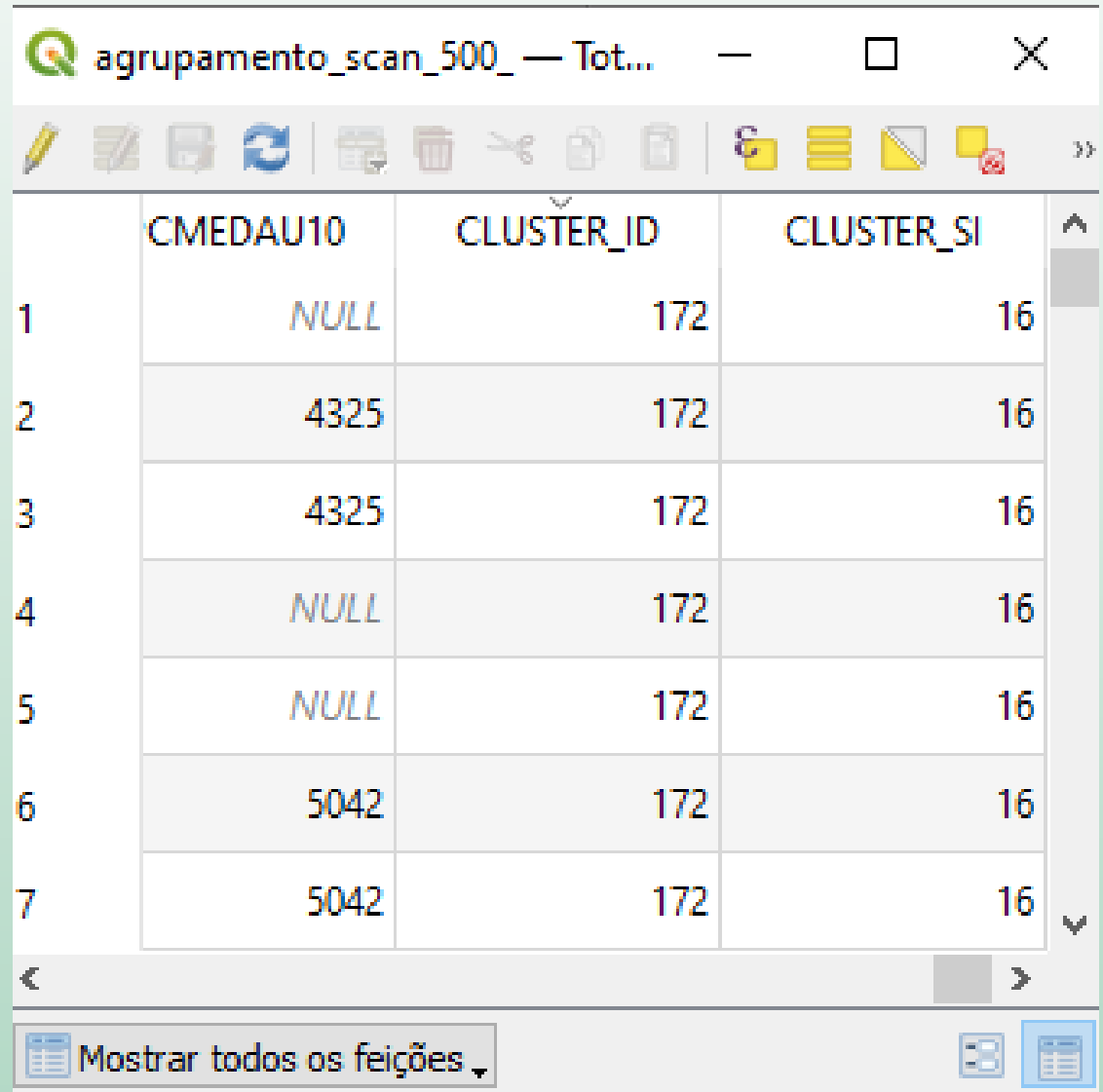
5

Máxima distância:  
500 metros

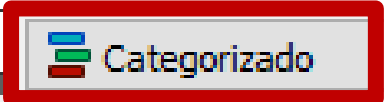
# Tabela de atributos da camada gerada

- 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



- Informação
- fonte
- Simbologia**
- Rótulos
- Máscaras
- Visualização 3D
- Diagramas
- Campos
- Formulário de Atributos

Valor: 123 CLUSTER\_ID

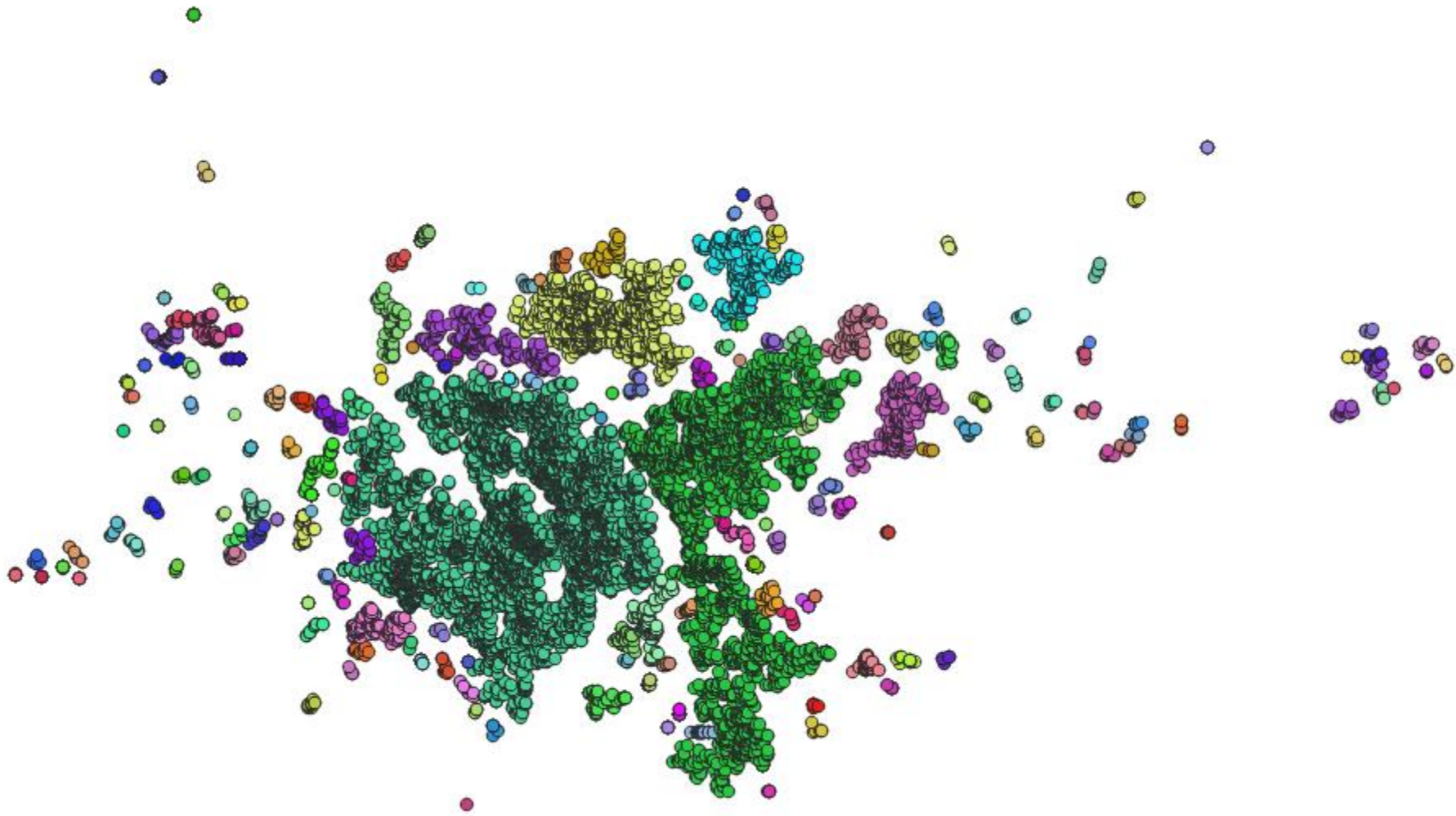
Símbolo:

Gradiente de cores: Random colors

Símbolo	Valor	Legenda
<input checked="" type="checkbox"/> ●	167	167
<input checked="" type="checkbox"/> ●	168	168
<input checked="" type="checkbox"/> ●	169	169
<input checked="" type="checkbox"/> ●	170	170
<input checked="" type="checkbox"/> ●	171	171
<input checked="" type="checkbox"/> ●	172	172
<input type="checkbox"/> ●	todos os outros valores	

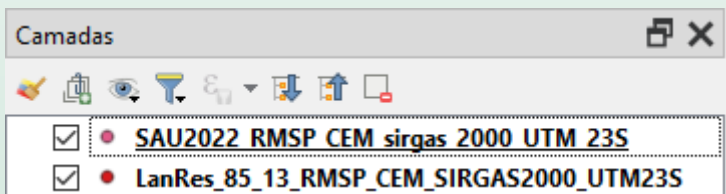
**Classificar** Excluir Tudo

**Desmarcar os pontos sem grupos**

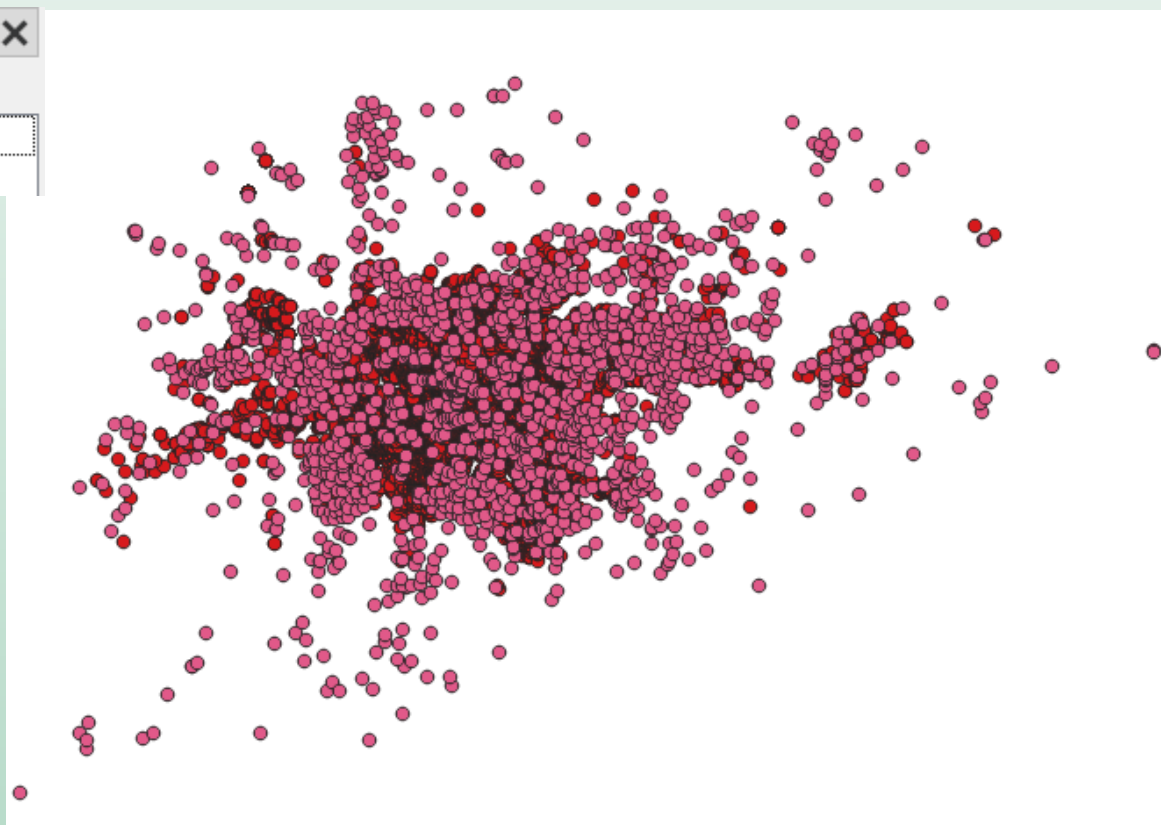


# Distância entre pontos de origem e destino

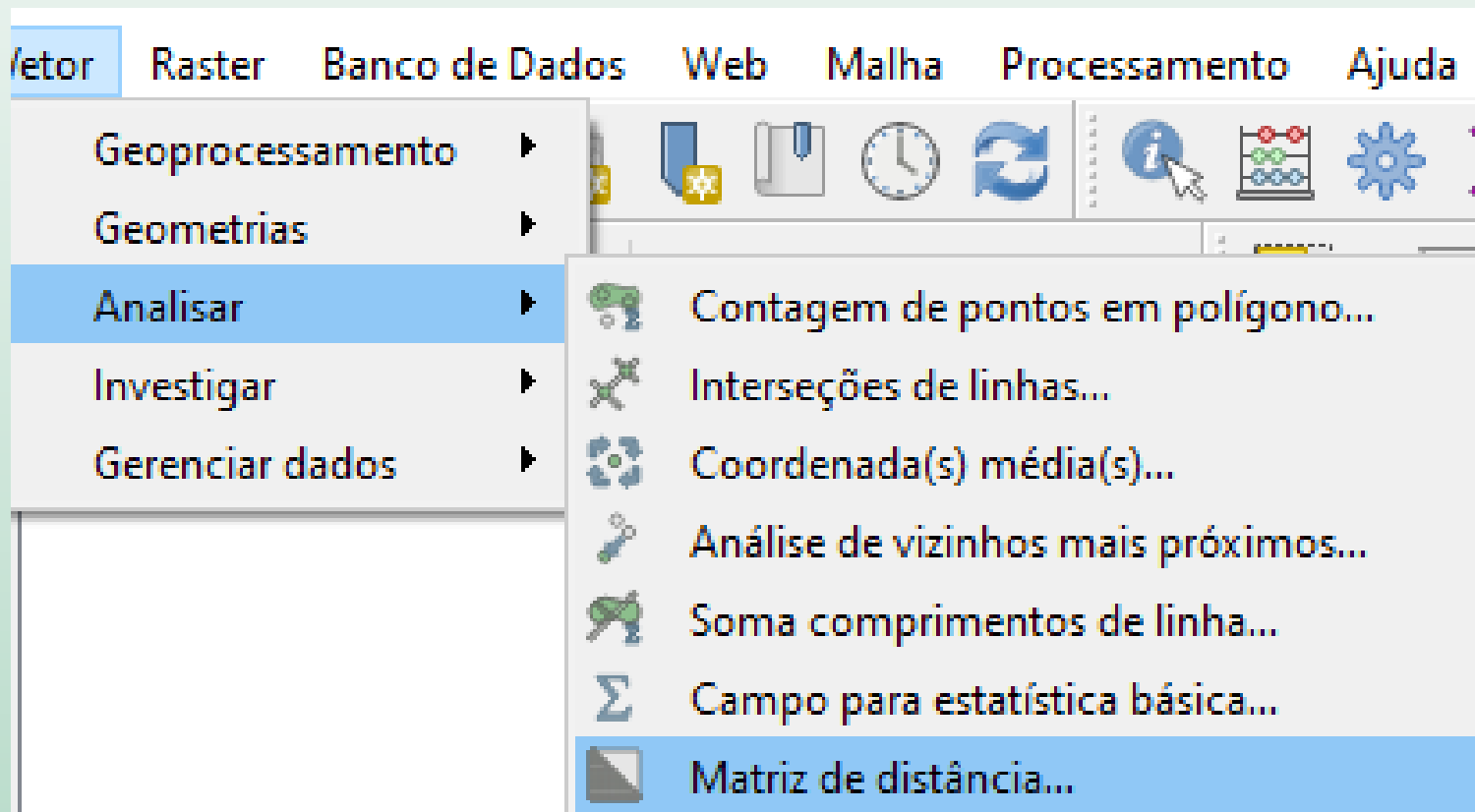
- Abrir a camada de Equipamentos de Saúde:  
SAU2022\_RMSP\_CEM\_sirgas\_2000\_UTM\_23S.shp



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)

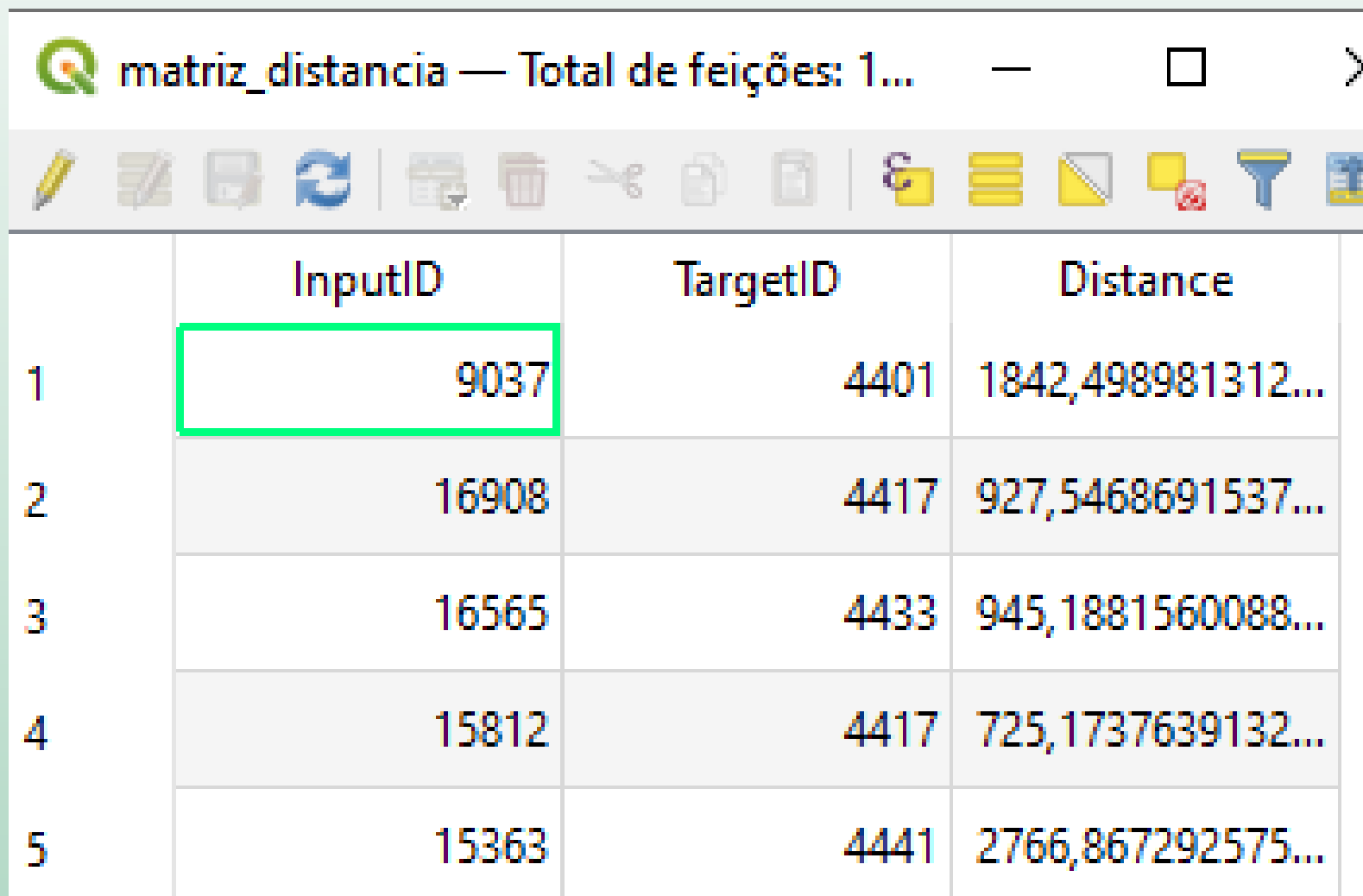
1 ↕

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



matriz\_distancia — Total de feições: 1...


	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

Valor: 1.2 Distance

Símbolo: 

Formato da legenda: %1 - %2  Precisão  Aparar

Método: Cor

Gradiente de cores: 


Classes | Histograma

Símbolo	Valores	Legenda
<input checked="" type="checkbox"/> ○	7,19 - 773,92	7 - 774
<input checked="" type="checkbox"/> ○	773,92 - 1540,66	774 - 1541
<input checked="" type="checkbox"/> ○	1540,66 - 2307,39	1541 - 2307
<input checked="" type="checkbox"/> ○	2307,39 - 3074,12	2307 - 3074
<input checked="" type="checkbox"/> ○	3074,12 - 3840,86	3074 - 3841

Modo:  Intervalo igual  Classificação simétrica

Classes: 5

Classificar   Excluir Tudo

▼   **matriz\_distancia**

○ 7 - 774

● 774 - 1541

● 1541 - 2307

● 2307 - 3074

● 3074 - 3841

