

# QGIS

## Aprendendo com acidentes: A aplicação de inteligência espacial a acidentes rodoviários no Distrito de Setúbal

Marcelo Silva

Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora

Instituto de Ciências da Terra

4º Encontro De Utilizadores QGIS Portugal

Évora, 26 de Maio 2023

Encontro de utilizadores

Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS



Soluções de Engenharia



THE  
NAVIGATOR  
COMPANY



# Acidentes Rodoviários

## Contextualização do problema

Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS

nov  
EGT  
Soluções de Engenharia

THE  
NAVIGATOR  
COMPANY

EDIA

20 June 2022

---

## Key facts

- **The United Nations General Assembly has set an ambitious target of halving the global number of deaths and injuries from road traffic crashes by 2030 (A/RES /74/299).**
- **Road traffic injuries are the leading cause of death for children and young adults aged 5-29 years.**
- **Approximately 1.3 million people die each year as a result of road traffic crashes.**
- **More than half of all road traffic deaths are among vulnerable road users: pedestrians, cyclists, and motorcyclists.**
- **93% of the world's fatalities on the roads occur in low- and middle-income countries, even though these countries have approximately 60% of the world's vehicles.**
- **Road traffic crashes cost most countries 3% of their gross domestic product.**

Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS

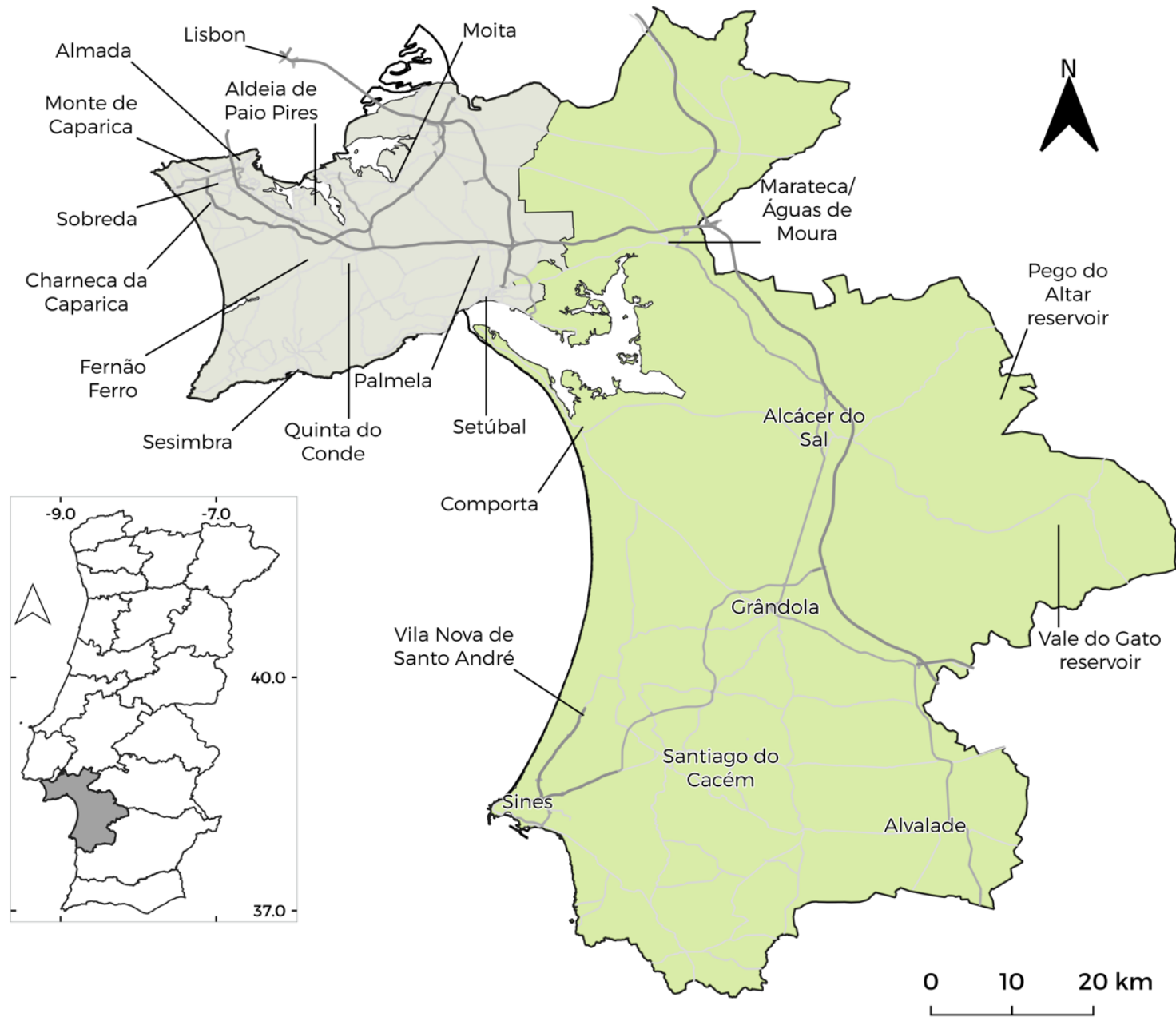
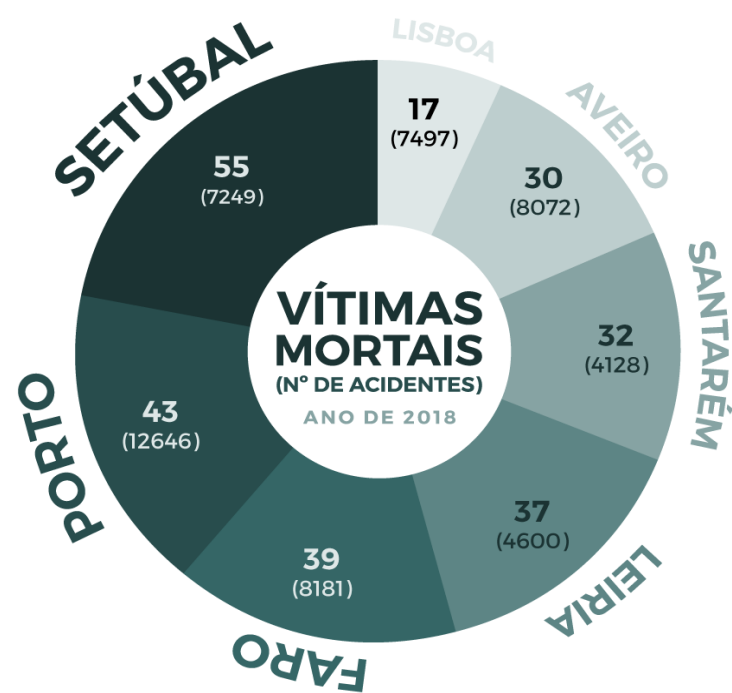
nov  
EGT  
Soluções de Engenharia

THE  
NAVIGATOR  
COMPANY

EDIA

# O enquadramento de Setúbal

- ~5000 km<sup>2</sup> ao encargo da GNR
- +600 km de rodovias importantes
- Faz parte da Área Metropolitana de Lisboa
- Duas grandes zonas



Apoios e organização:





## OBJETIVOS DO PROJETO MOPREVIS



Dotar a GNR com uma ferramenta digital de apoio à tomada de decisão, permitindo a otimização e a gestão dos recursos para a prevenção.

Iniciar a construção de um instrumento para a gestão do tráfego, eventualmente em rede com várias entidades intervenientes na produção de dados.

Apoios e organização:

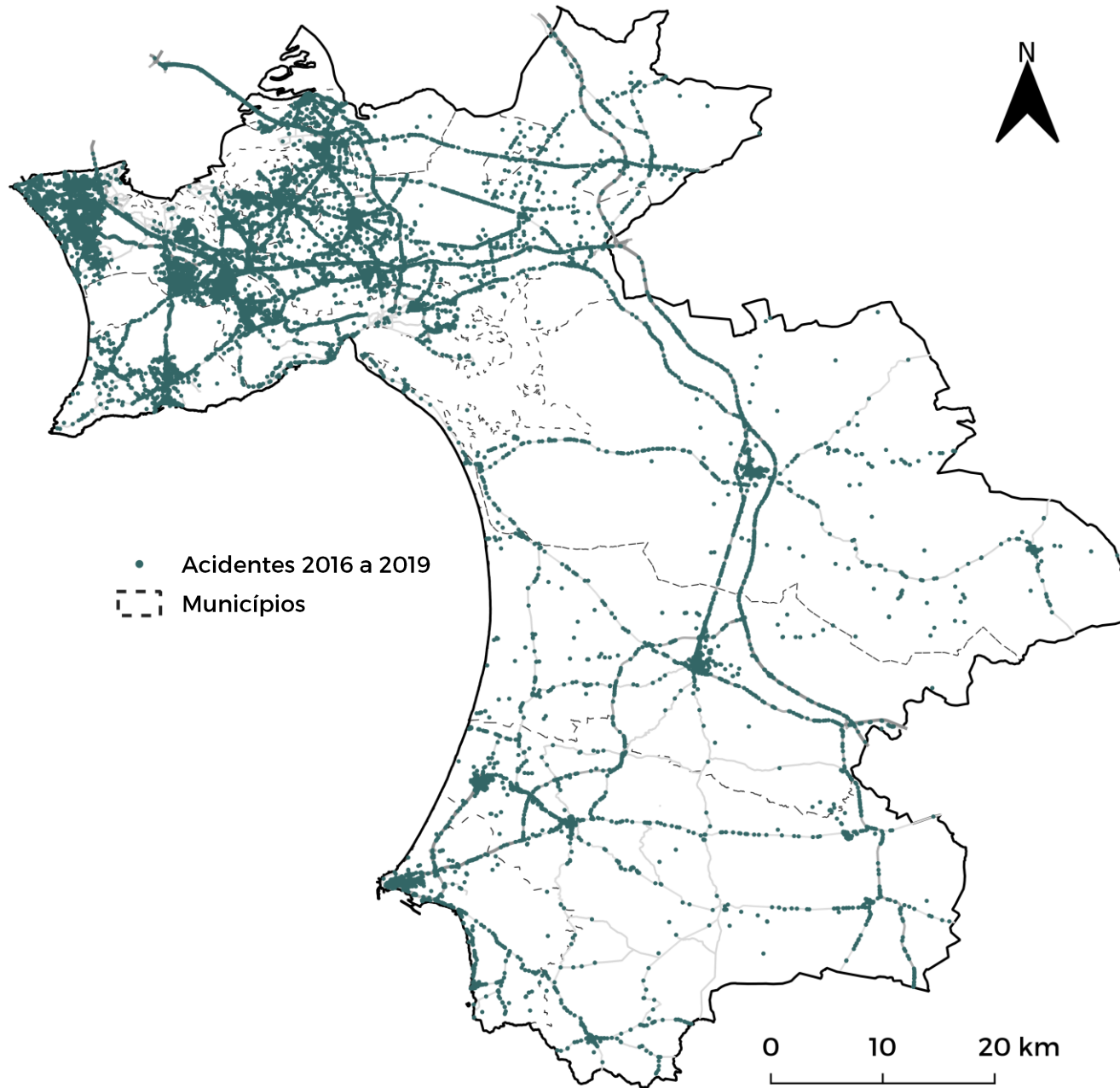


NE  
RE



natural  
GIS





Destaque para:

- Distribuição assimétrica Norte-Sul
- Acompanhamento das infraestruturas rodoviárias.

Dataset – 2016 a 2019	Número
i) Todos os acidentes	27847
Acidentes com vítimas	5970
ii) Acidentes com vítimas graves ou mortais	570

Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS

nov  
EGT  
Soluções de Engenharia



THE  
NAVIGATOR  
COMPANY



EDIA

# Distribuição Acidentes Rodoviários

Mapas de Estimativa de  
Densidade do Núcleo  
(Mapas Térmicos)

Apoios e organização:

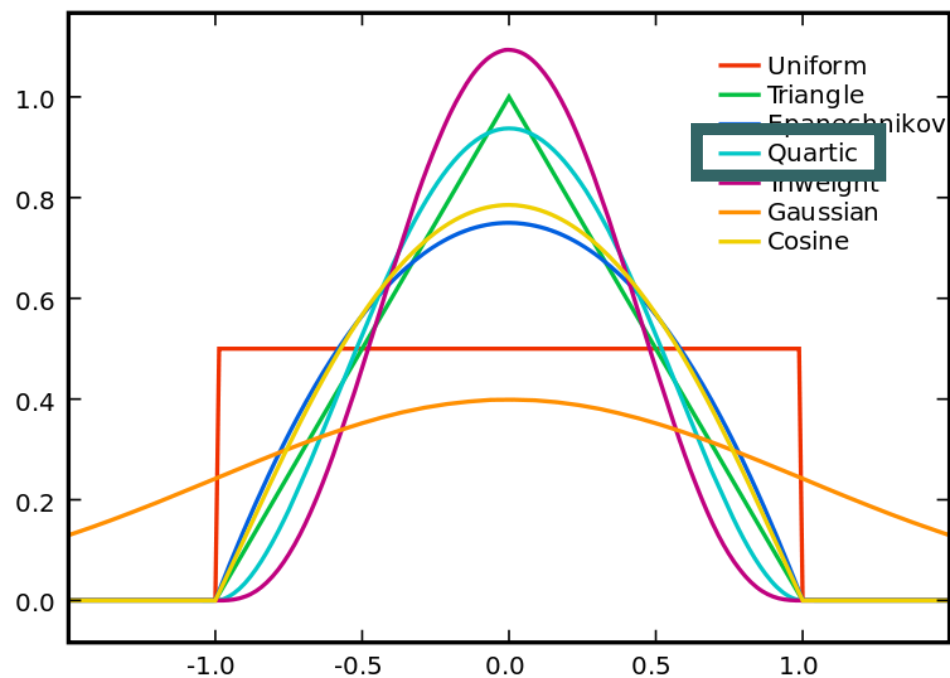
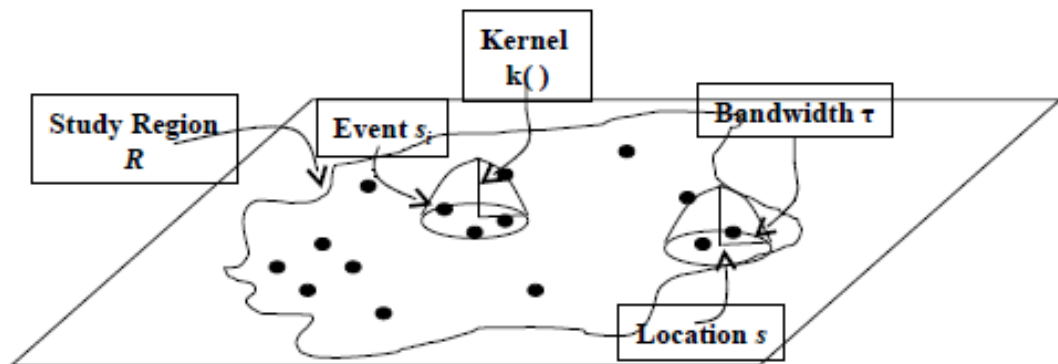


NE  
RE



natural  
GIS





## Mapa térmico (estimativa de densidade do núcleo)

**Parâmetros** | Registo

Camada de pontos

Apenas os elementos seleccionados

Raio

Output raster size  
 Linhas   Colunas    
 Tamanho do píxel em X   Tamanho do píxel em Y

▼ **Parâmetros avançados**

Raio do campo [opcional]

Weight from field [opcional]

Kernel shape

Decay ratio (Triangular kernels only) [opcional]

Output value scaling

0%

**Mapa térmico (estimativa de densidade do núcleo)**

Creates a density (heatmap) raster of an input point vector layer using kernel density estimation. Heatmaps allow easy identification of hotspots and clustering of points.

The density is calculated based on the number of points in a location, with larger numbers of clustered points resulting in larger values.

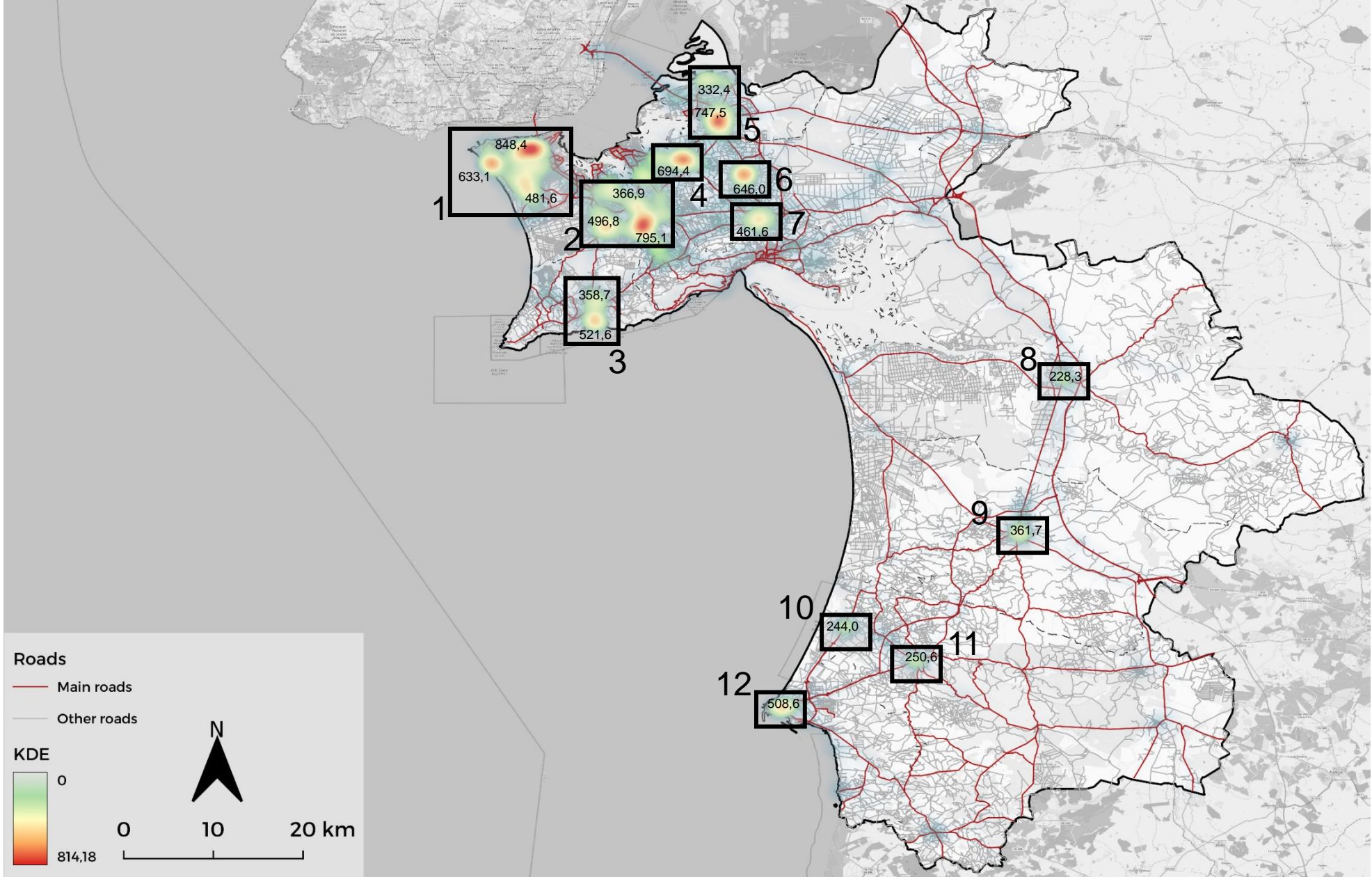
### Apoios e organização:





# i) Todos os acidentes 2km raio Função Quártica

- 1- Caparica
- 2- Fogueteiro, Fernão Ferro, Quinta do Conde
- 3- Sesimbra
- 4- Moita
- 5- Montijo
- 6- Pinhal Novo
- 7- Palmela
- 8- Alcácer do Sal
- 9- Grândola
- 10- Santo André
- 11- Santiago do Cacém
- 12- Sines



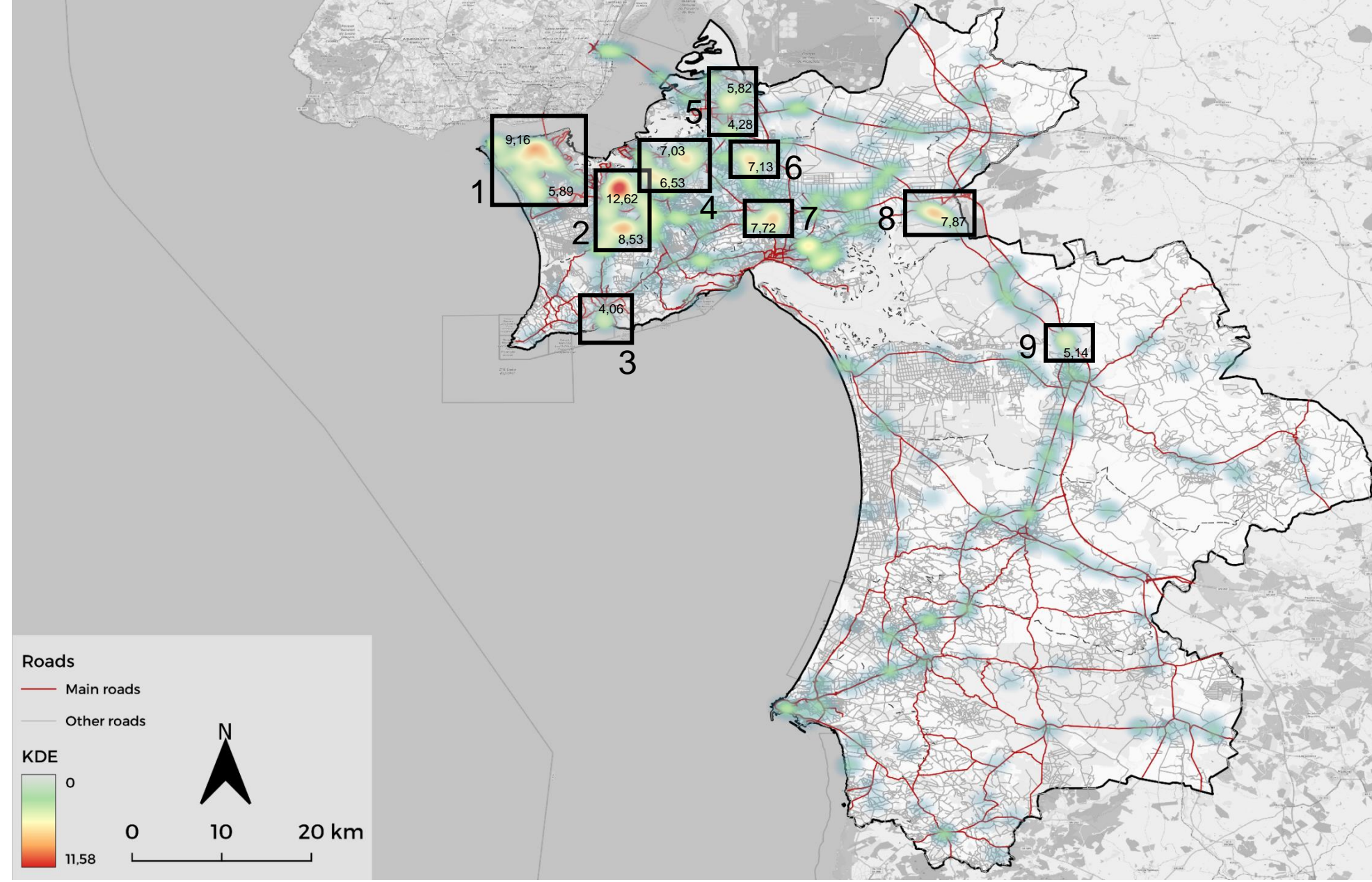
Apoios e organização:





**ii) Acidentes com vítimas graves ou mortais**  
**2km raio**  
**Função Quártica**

- 1- Caparica
- 2- Fogueteiro, Fernão Ferro, Quinta do Conde
- 3- Sesimbra
- 4- Moita
- 5- Montijo
- 6- Pinhal Novo
- 7- Palmela
- 8- Marateca**
- 9- Alcácer do Sal



**Apoios e organização:**



# Distribuição Acidentes Rodoviários

Autocorrelação espacial  
(Getis-Ord  $G_i^*$  e Local Moran-I)

Apoios e organização:



NE  
RE

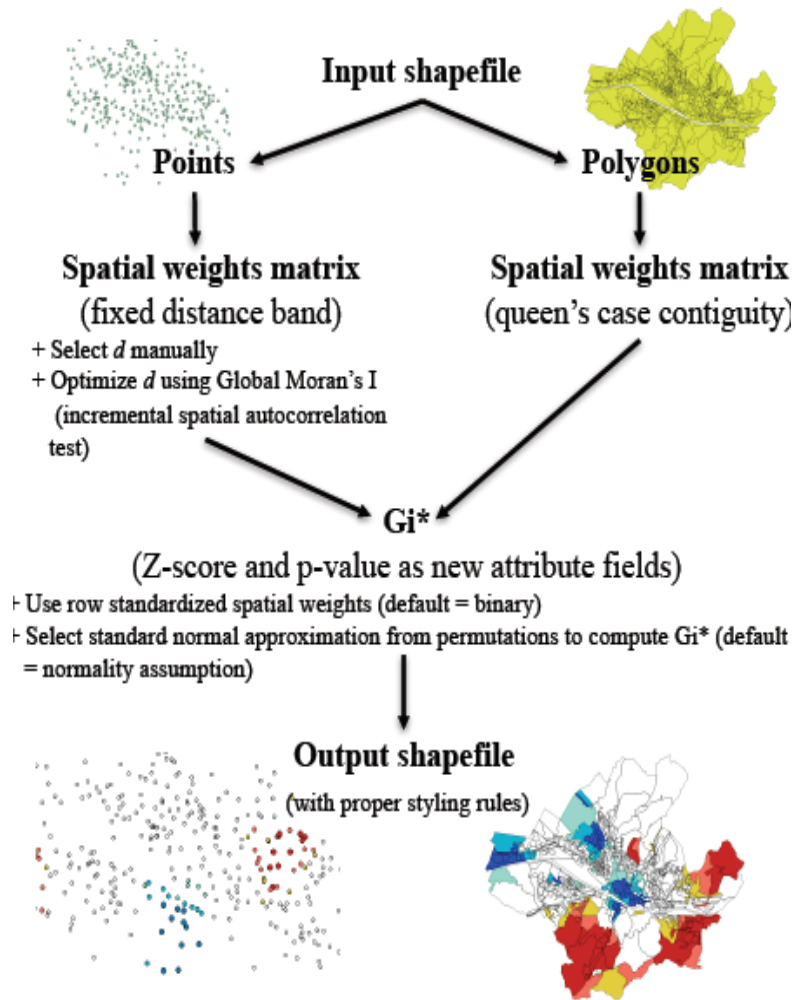


natural  
GIS

nov  
EGT  
Soluções de Engenharia

THE  
NAVIGATOR  
COMPANY

EDIA



- Estuda a autocorrelação entre pontos usando pesos espaciais
- Permite saber o comportamento dos aglomerados
- Utiliza polígonos
- Hotspots e Coldspots

Apoios e organização:



natural  
GIS



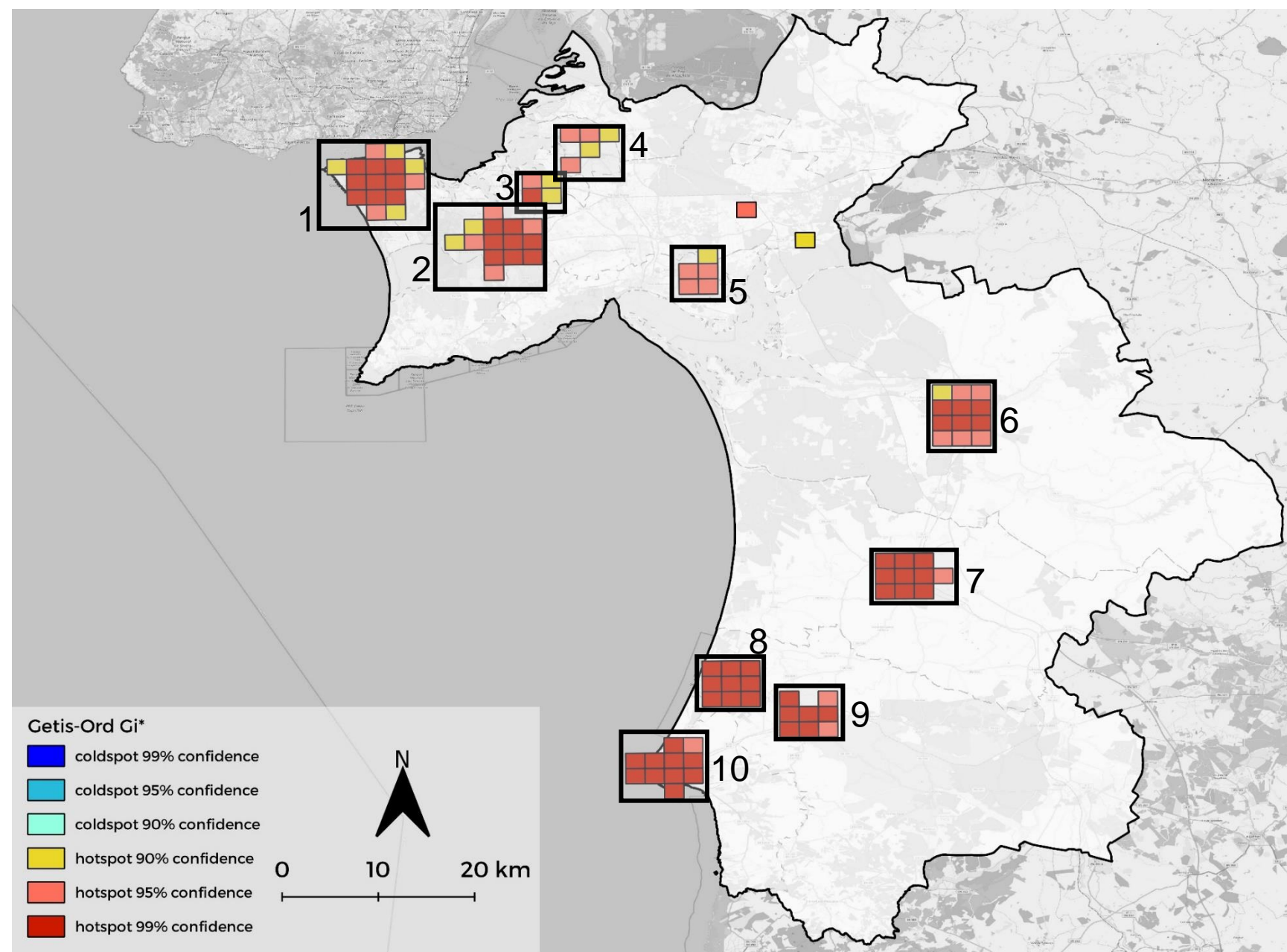


# i) Todos os acidentes

## Grelha 2x2km

### Getis-Ord Gi\*

- 1- Caparica
- 2- Quinta do Conde
- 3- Moita
- 4- Montijo
- 5- Alto da Guerra
- 6- Alcácer do Sal
- 7- Grândola
- 8- Santo André
- 9- Santiago do Cacém
- 10- Sines



Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS

nov  
EGT  
Soluções de Engenharia

THE  
NAVIGATOR  
COMPANY

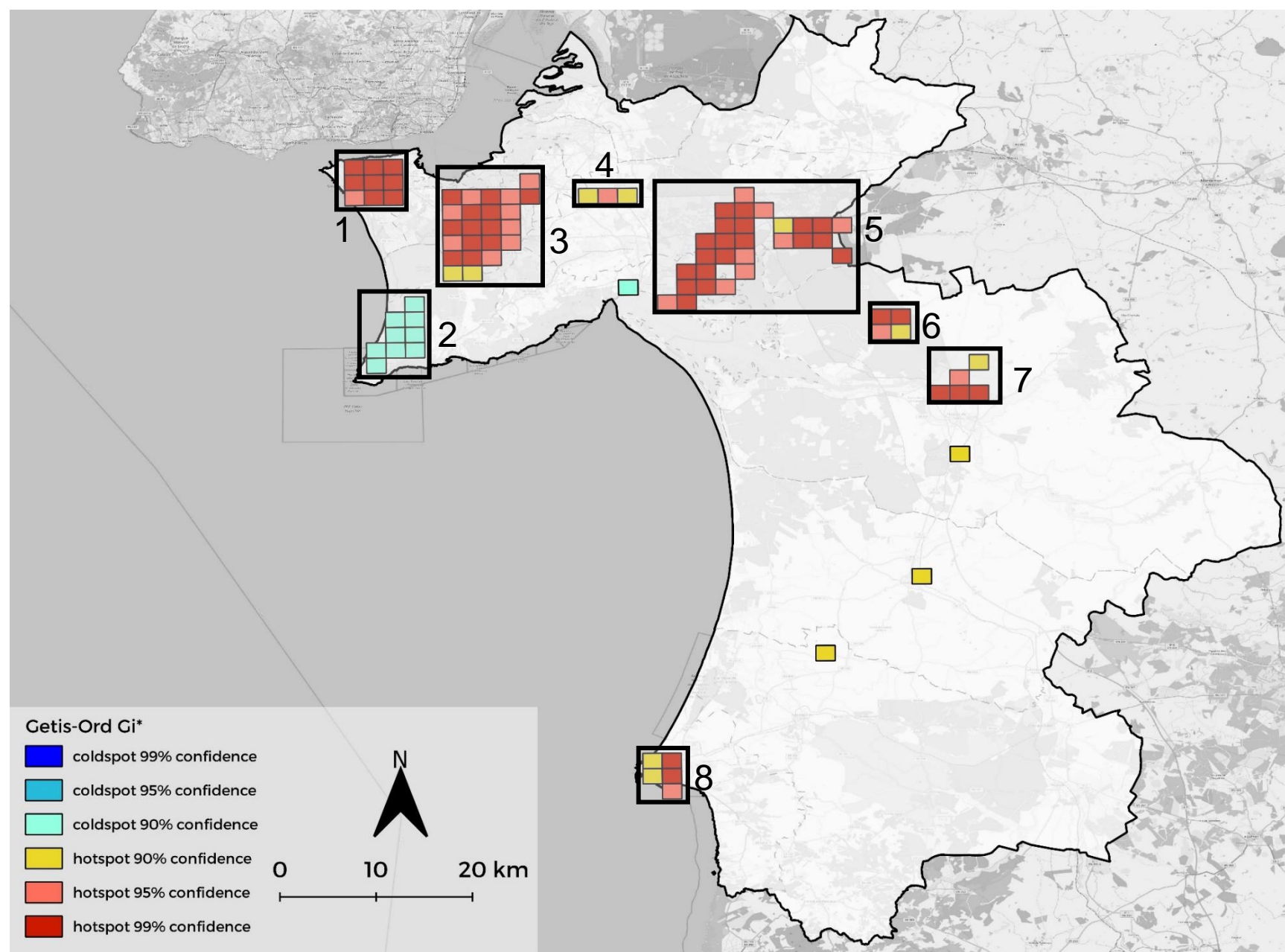
EDIA



## ii) Acidentes com vítimas graves ou mortais

Grelha 2x2km  
Getis-Ord Gi\*

- 1- Caparica
- 2- Azóia
- 3- Quinta do Conde
- 4- Pinhal Novo
- 5- A6-A2-EM10
- 6- IC2-EM540
- 7- Alcácer do Sal
- 8- Sines

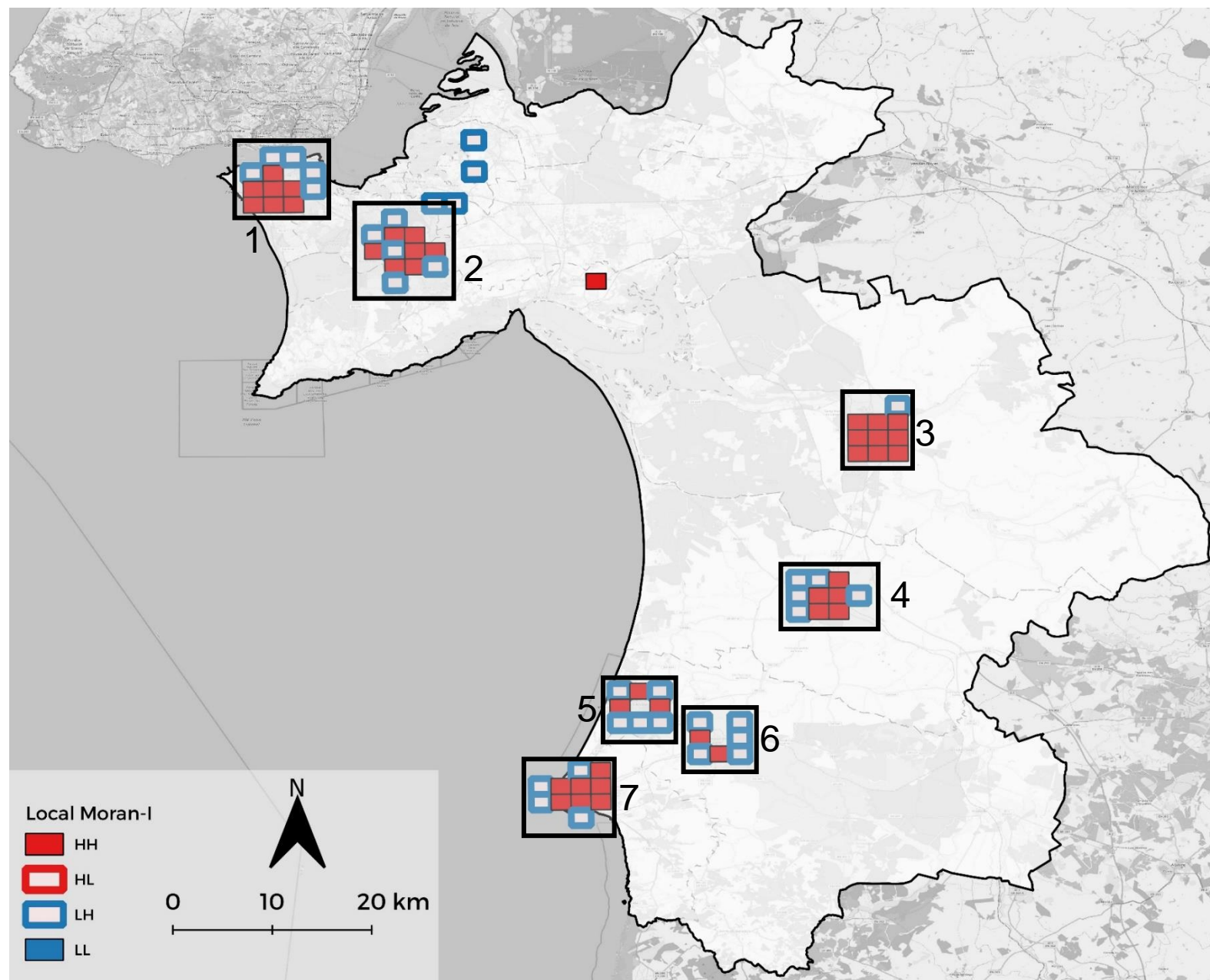


Apoios e organização:



# i) Todos os acidentes Grelha 2x2km Local Moran-I

- 1- Caparica
- 2- Quinta do Conde
- 3- Alcácer do Sal
- 4- Grândola
- 5- Santo André
- 6- Santiago do Cacém
- 7- Sines

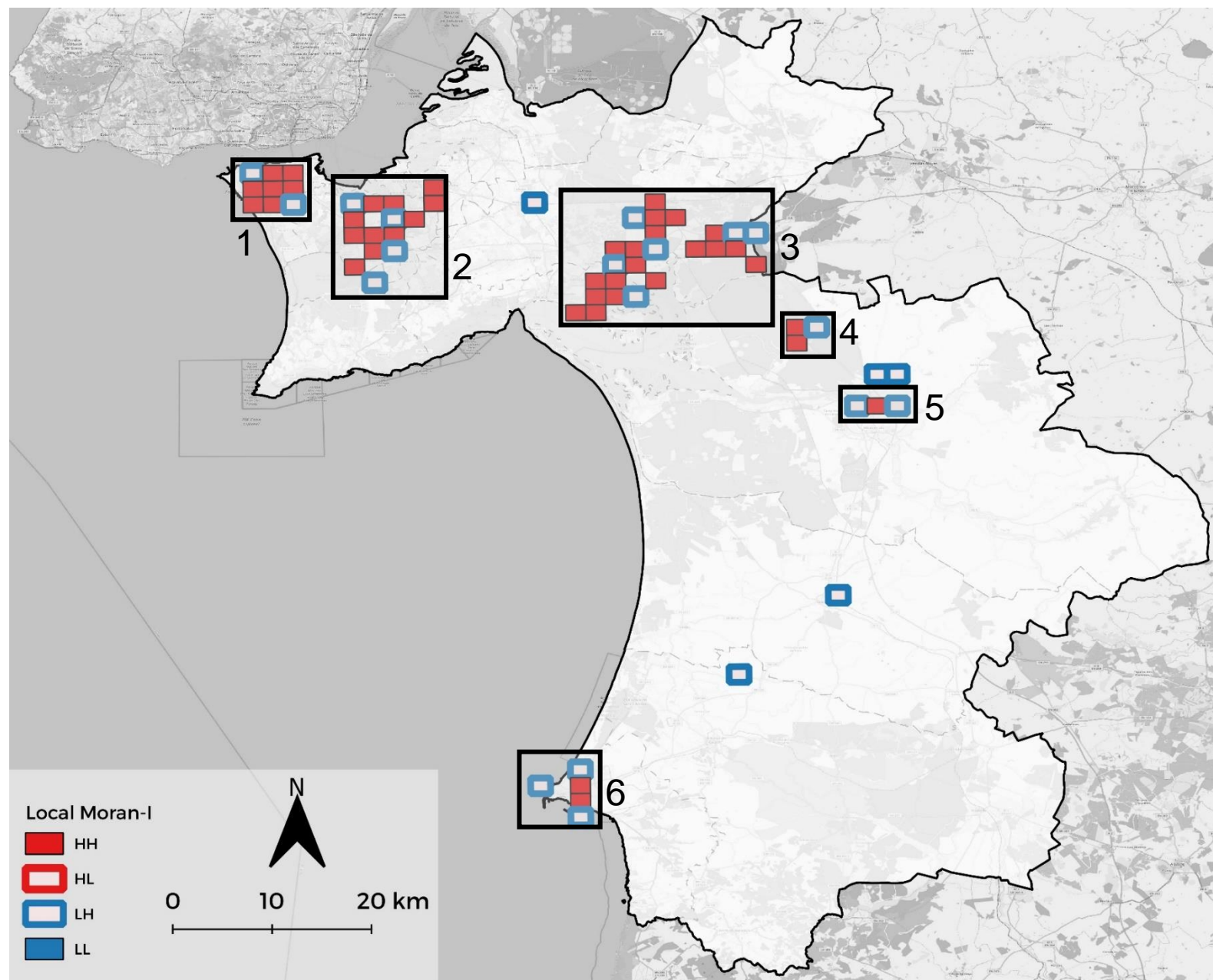


## Apoios e organização:



ii) Acidentes com vítimas graves ou mortais  
Grelha 2x2km  
Local Moran-I

- 1- Caparica
- 2- Quinta do Conde
- 3- A6-A2-EM10**
- 4- IC-EM540**
- 5- Alcácer do Sal
- 6- Sines



Apoios e organização:





# Distribuição Acidentes Rodoviários

Mapas de Aglomeração com base  
em Densidade com Aplicação de  
Ruído (DBSCAN)

Apoios e organização:



NE  
RE

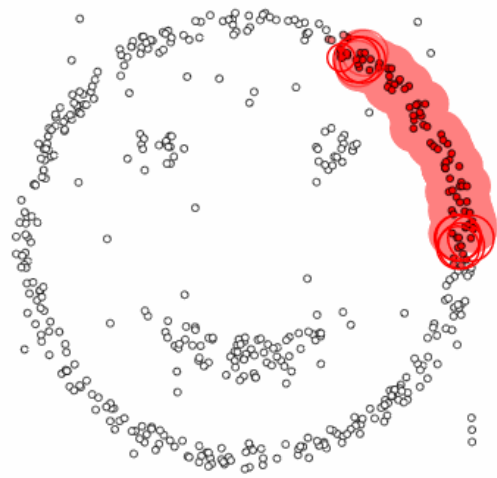


natural  
GIS

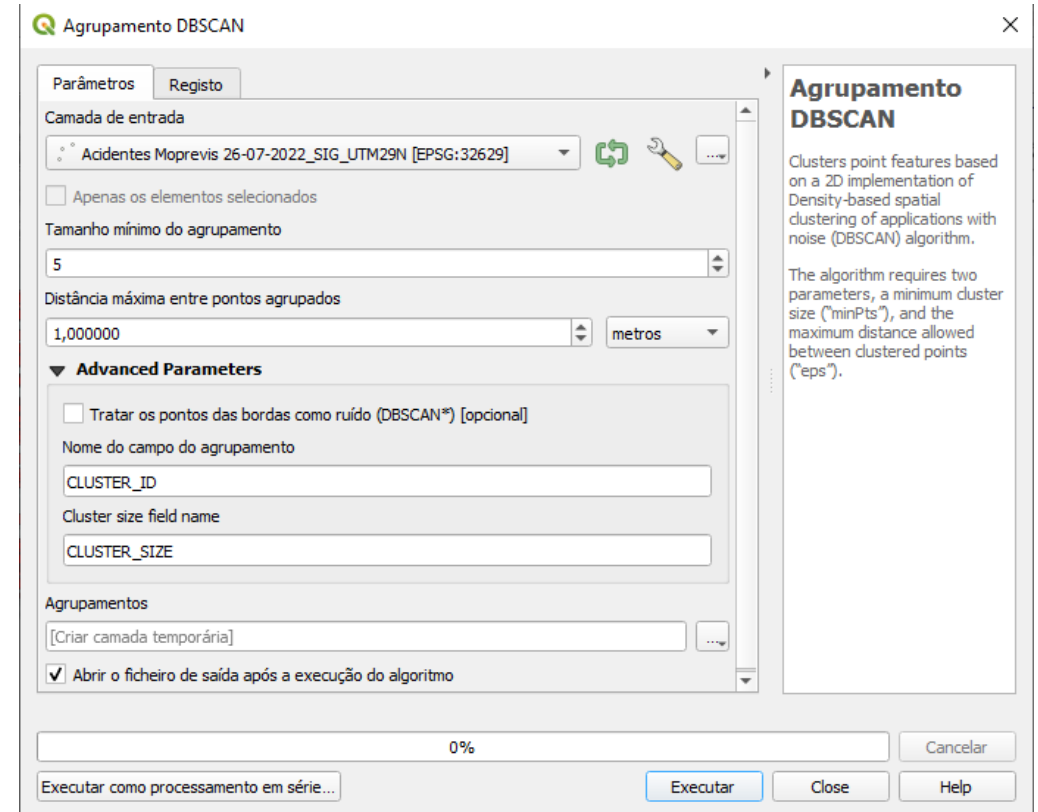
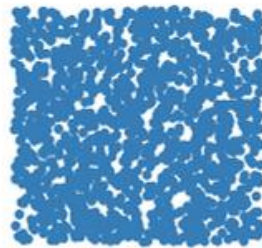
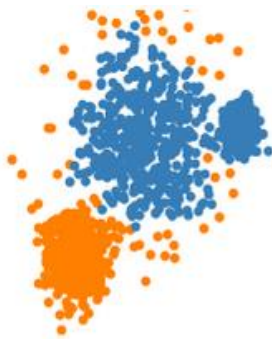
nov  
EGT  
Soluções de Engenharia

THE  
NAVIGATOR  
COMPANY

EDIA



epsilon = 1.00  
minPoints = 4



- Determina aglomerados com base na relação dos pontos
- Procura vizinhos dentro de uma distância definida
- Precisa de um número mínimo de vizinho para formar um aglomerado

Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS

nov  
EGT  
Soluções de Engenharia

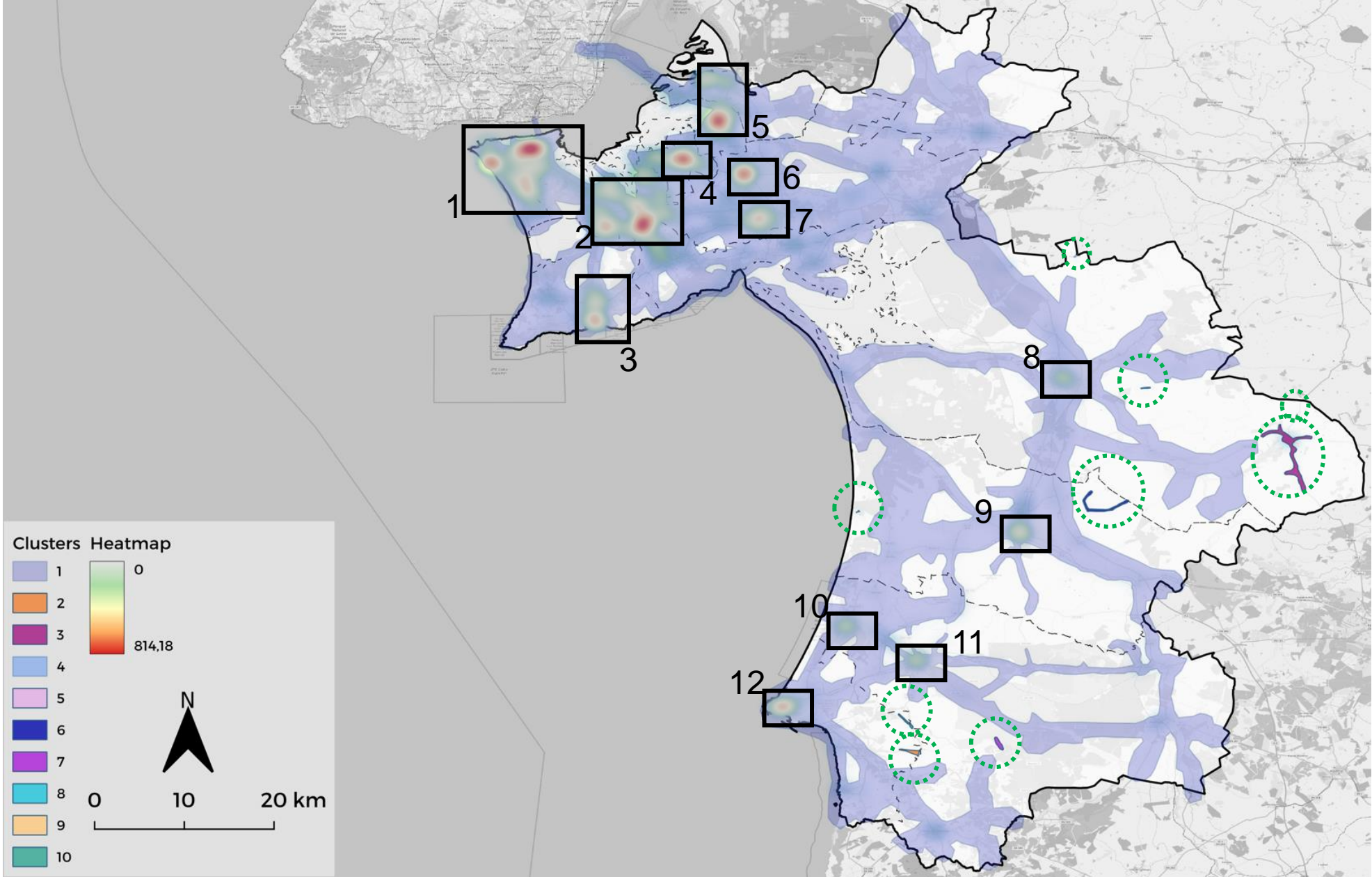
THE  
NAVIGATOR  
COMPANY

EDIA



# i) Todos os acidentes 2250m raio 2 vizinhos

- Aglomerado 1 envolve as principais zonas de alta densidade
- Os restantes aglomerados não têm relação com o mapa térmico

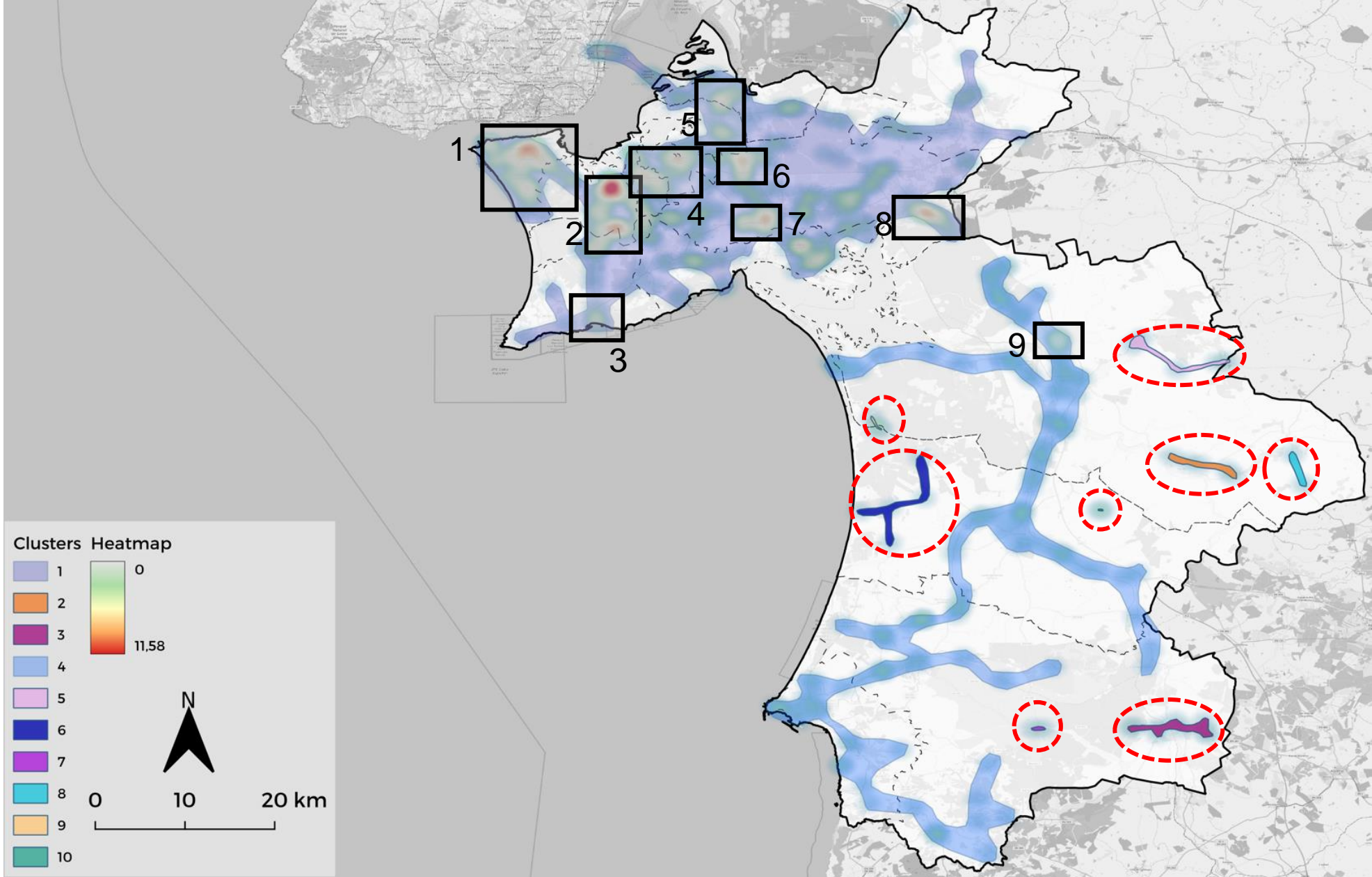


Apoios e organização:



## ii) Acidentes com vítimas graves ou mortais 6000m raio 2 vizinhos

- Aglomerado 1 ocupa a região Norte
- Aglomerado 2 traça as principais estradas do Sul
- Sem relação aparente com os mapas térmicos



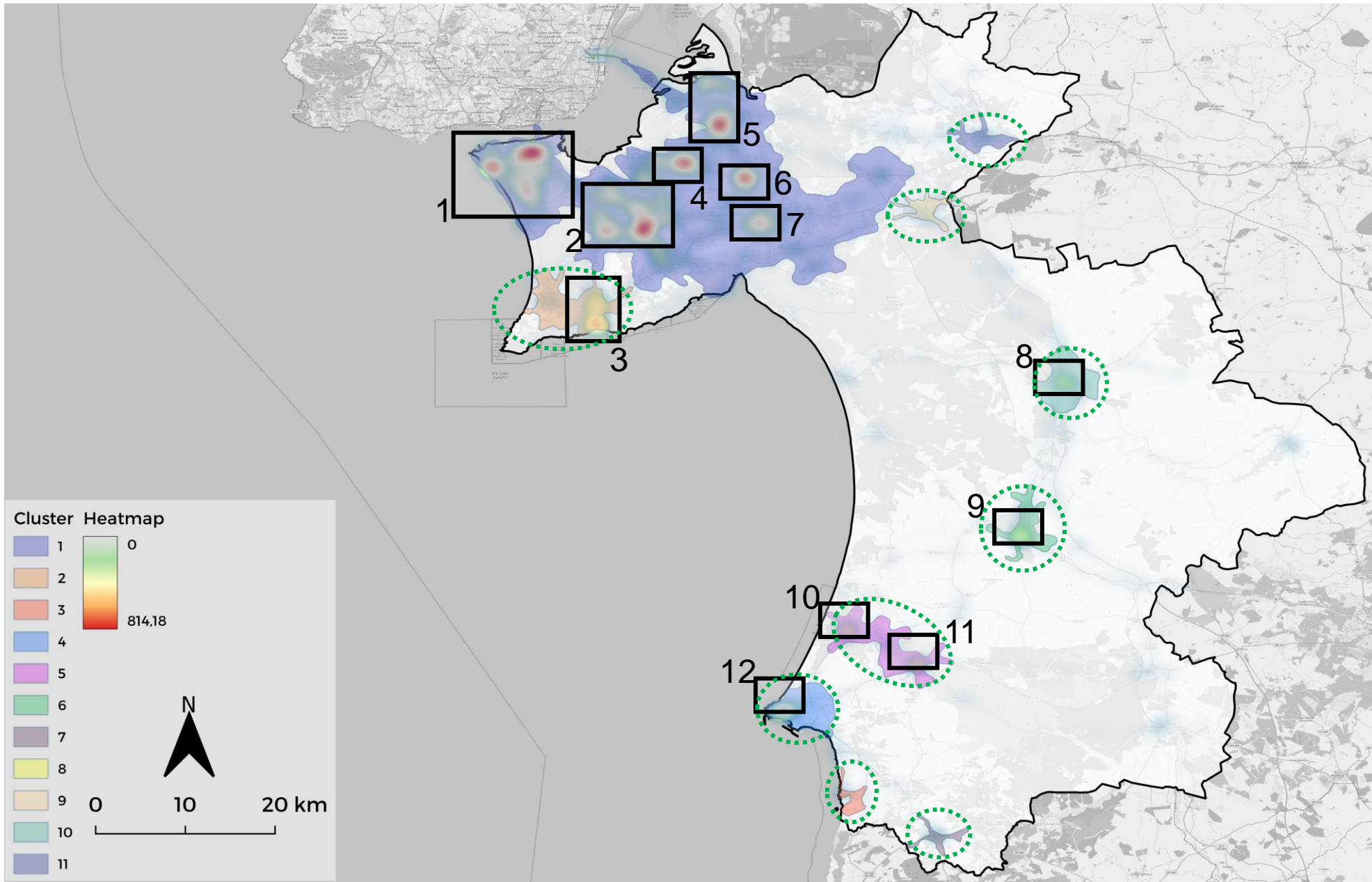
Apoios e organização:





# i) Todos os acidentes 2000m raio 81 vizinhos

- Aglomerado 1 ocupa a maioria da região Norte
- Aglomerado 2 rodeia o município de Sesimbra
- Aglomerados Sul relacionados com os pontos do mapa térmico

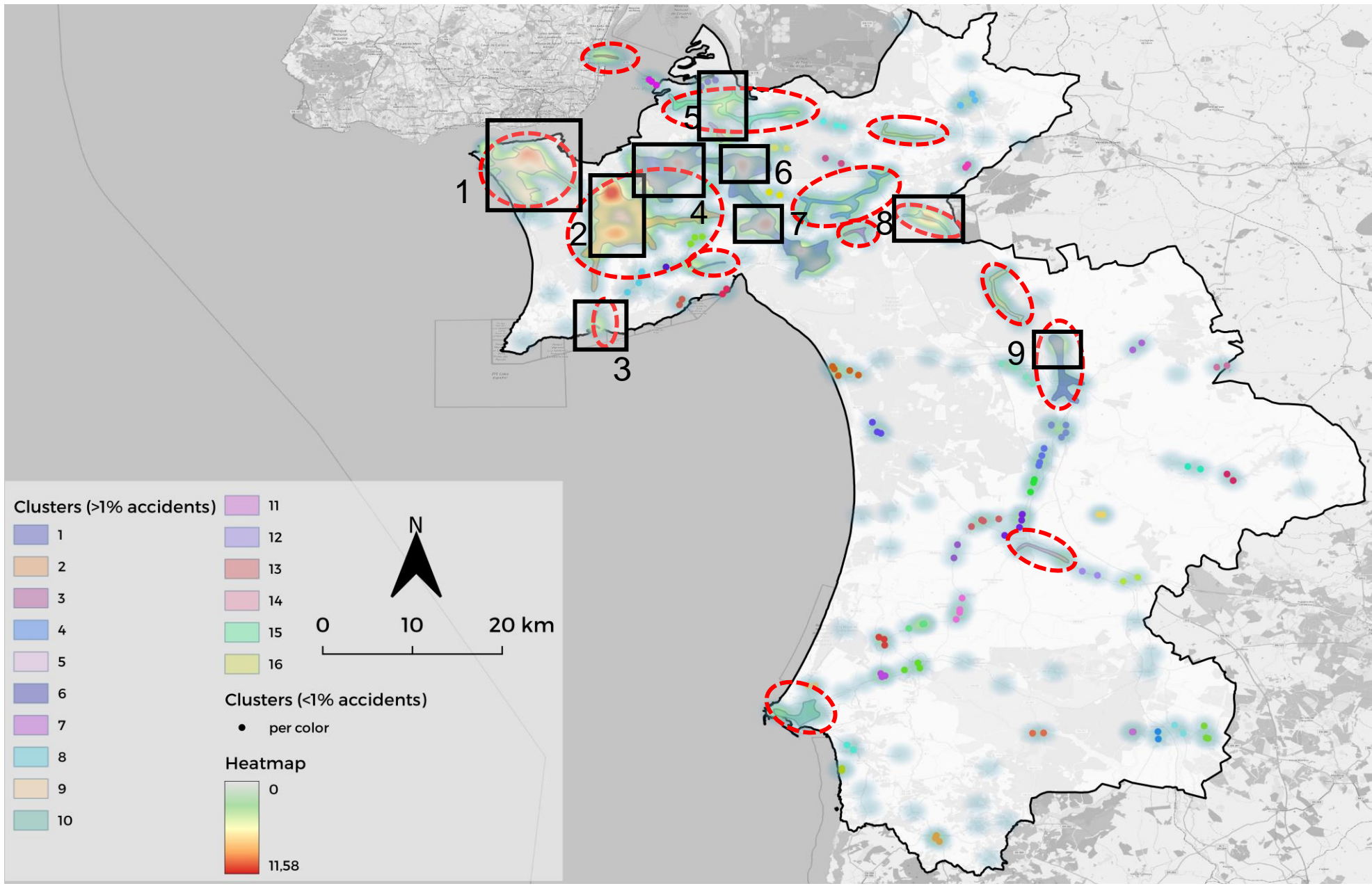


Apoios e organização:



**ii) Acidentes com vítimas graves ou mortais**  
**2000m raio**  
**2 vizinhos**

- O aglomerado 1 não é o aglomerado dominante
- Vários pequenos aglomerados espalhados pelo distrito
- Relação com os pontos do mapa térmico



**Apoios e organização:**



# Observações finais

- ✓ Todos os métodos testados identificaram as principais zonas propensas a acidentes rodoviários e ajudam a responder às questões “*Porquê aqui?*” e “*O que é que este lugares têm em comum?*”

## Mapas térmicos:

- ✓ Método expedito
- ✓ Robusto, não varia muito com a mudança de parâmetros
- ✓ Identifica locais com maior suscetibilidade de acidentes rodoviários

## Getis-Ord $G_i^*$ e Local Moran-I:

- ✓ Dá uma ideia do comportamento dos acidentes: aglomerado ou disperso
- ✓ Mais complexo que mapas térmicos; usa polígonos
- ✓ Os resultados mostram Hotspots e Coldspots; mostra melhor as diferenças entre locais aparentemente semelhantes

## DBSCAN:

- ✓ Útil para encontrar pequenos aglomerados com base na distância e relação espacial
- ✓ Requer experiência e sensibilidade na interpretação; os resultados variam consoante o raio e número de vizinhos
- ✓ A combinação com mapas térmicos restringe locais críticos

## Apoios e organização:



NE  
RE





# Observações finais

- ✓ A visualização dos dados em formato espacial é crucial para entender a sua distribuição
- ✓ Os mapas térmicos são um bom ponto de partida, e dão locais com densidade de acidentes
- ✓ O Getis-Ord  $G_i^*$  e Local Moran-I adicionam informação relacionada com o comportamento dos acidentes
- ✓ O DBSCAN aglomera acidentes com base em distribuições espaciais, não apenas distância
- ✓ A utilização conjunta de vários métodos espaciais é maior que soma de cada método individual

Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS

nov  
EGT  
Soluções de Engenharia

THE  
NAVIGATOR  
COMPANY

EDIA

# QGIS

**Muito obrigado pela vossa atenção**

**4º Encontro De Utilizadores QGIS Portugal**

**Évora, 26 de Maio 2023**

**Encontro de  
utilizadores**

**Apoios e organização:**



**NE  
RE**



**natural  
GIS**



## Leitura adicional

Santos, D., Nogueira, V., Saias, J., Quaresma, P., Infante, P., Jacinto, G., Afonso, A., Nogueira, P., Silva, M., Costa, R., Gois, P., & Manuel, P. (2022). Machine Learning Approach to Identify Factors that Influence Accident Severity, IFCS22

Gatrell, A. C., Bailey, T. C., Diggle, P. J., & Rowlingson, B. S. (1996). Spatial Point Pattern Analysis and Its Application in Geographical Epidemiology. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 21(1), 256–274.  
<https://doi.org/10.2307/622936>

P., Infante, P., Jacinto, G., Afonso, Rego, L., Nogueira, V., Quaresma, Saias, J., Santos, D., Nogueira, P., Silva, M., Costa, R., Gois, P., & Manuel, P. (2022). Comparison of Statistical and Machine-Learning Models on Road Traffic Accident Severity Classification, *Computers 2022*, 11(5), 80

P., Infante, P., Jacinto, G., Afonso, Rego, L., Nogueira, V., Quaresma, Saias, J., Santos, D., Nogueira, P., Silva, M., Costa, R., Gois, P., & Manuel, P. (2022). Some Factors That Influence the Nature of Road Traffic Accidents, IFCS22

Nogueira, P., Silva, M., P., Infante, P., Jacinto, G., Afonso, Rego, L., Nogueira, V., Quaresma, Saias, J., Santos, D., & Gois, P. (2023). Learning from Accidents: Spatial Intelligence Applied to Road Accidents with Insights from a Case Study in Setúbal District, Portugal, *ISPRS International Journal of Geo-Information* 12, no. 3: 93.  
<https://doi.org/10.3390/ijgi12030093>

World Health Organization. (2018). *Global status report on road safety 2018*, Geneva

Apoios e organização:



NE  
RE



natural  
GIS

