



# Qualidade do Ar como Fator de Risco para a Saúde Humana

Ana Isabel Miranda

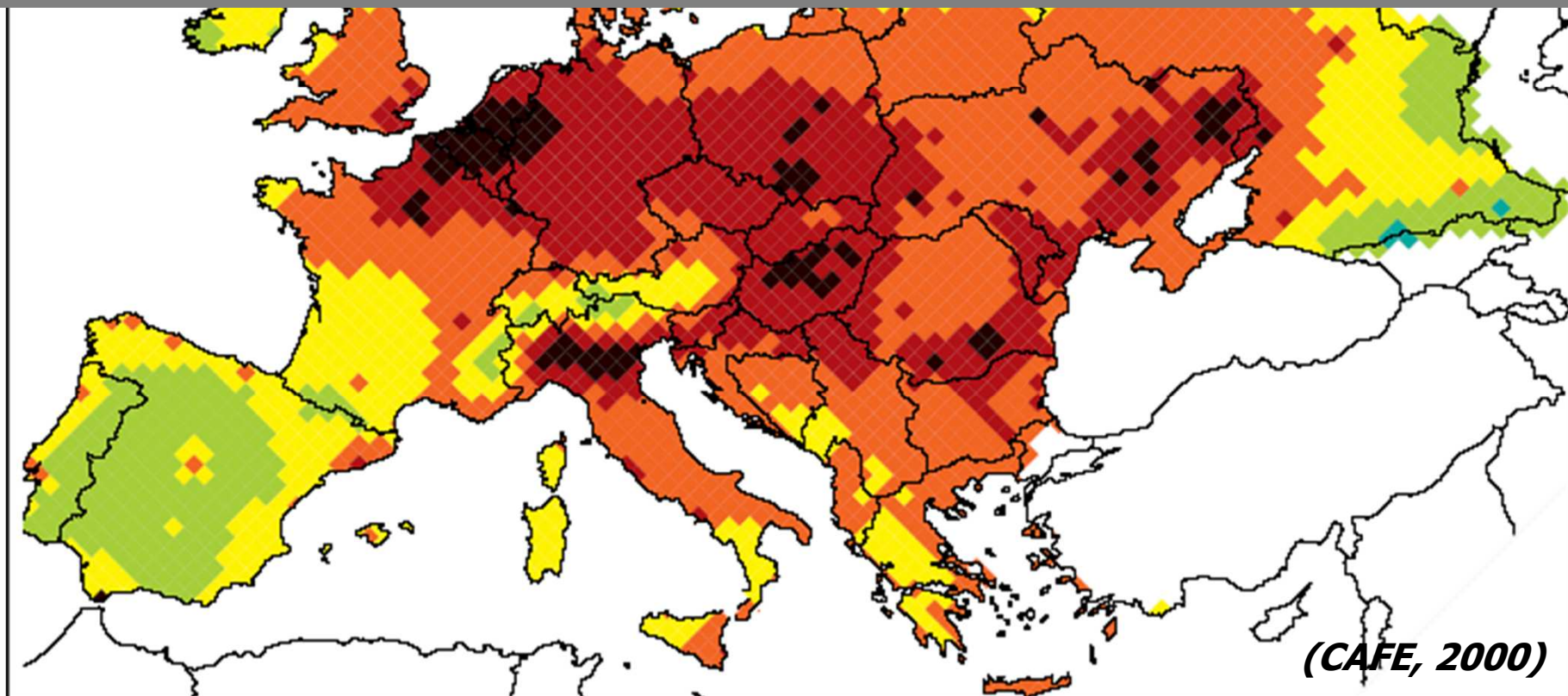
Departamento de Ambiente e  
Ordenamento

**Universidade de Aveiro**

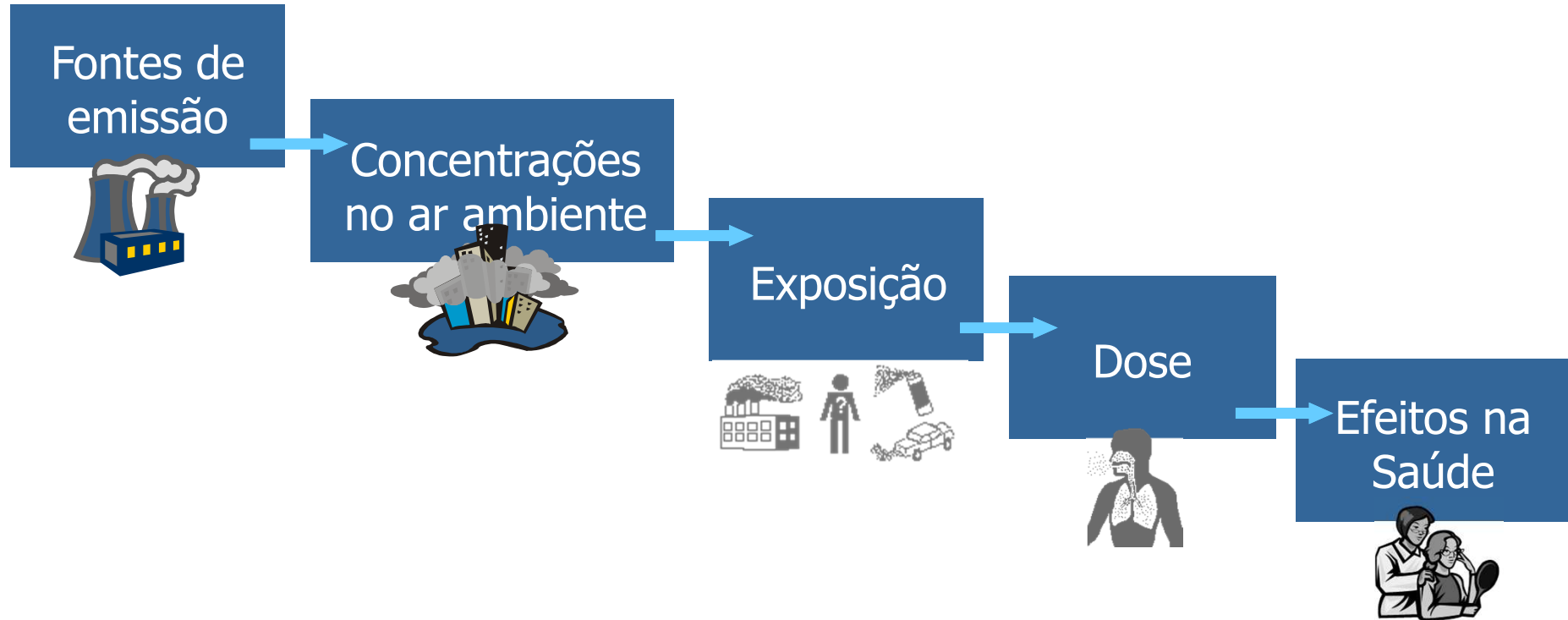


**Diminuição da esperança de vida devido às partículas finas no ar ambiente (em meses)  
350.000 mortes prematuras por ano**

**De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) morrem anualmente 3 milhões de pessoas devido à poluição atmosférica**



# Da Emissão ao Efeito...

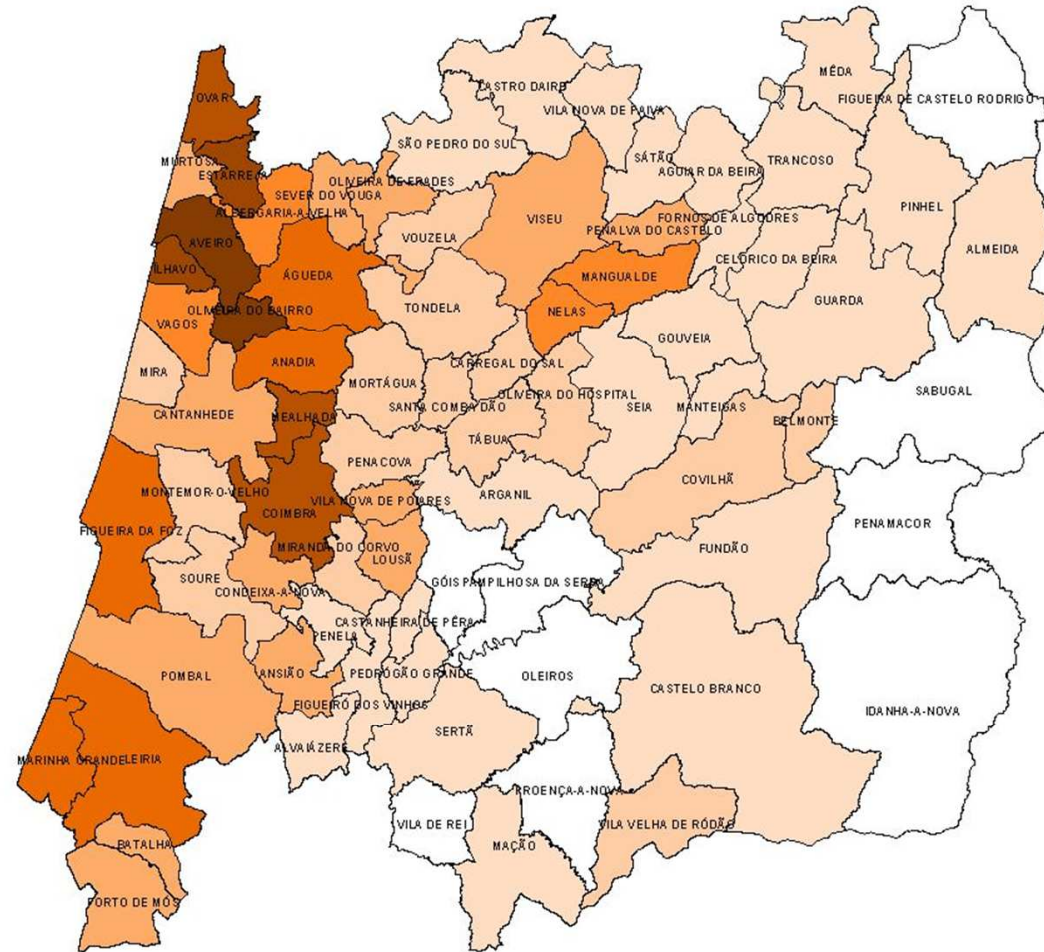


## Fontes de emissão



vários  
poluente  
(gases e  
partículas)

várias fontes  
(naturais e  
antropogénicas)



40 0 40 80 120 Kilometers

## Distribuição espacial das emissões de PM10 por unidade de área na Região Centro (2007/2008) (CCDR-Centro, 2010)



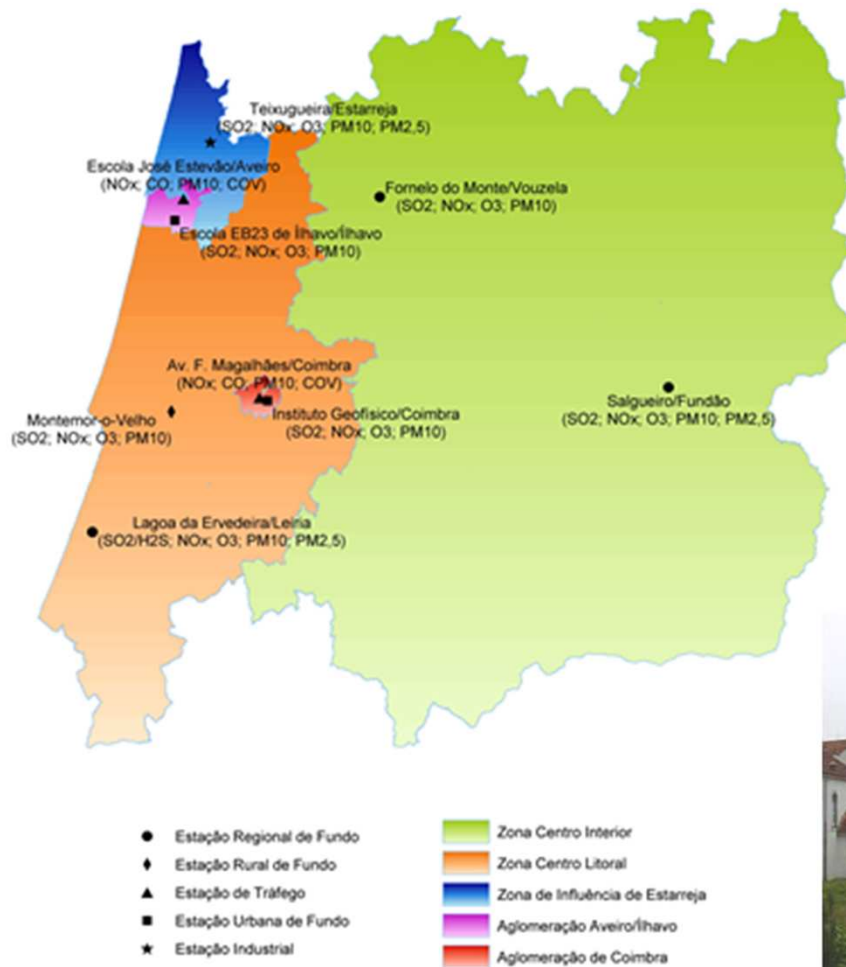
CO<sub>2</sub> tráfego rodoviário  
2009 (ton.ano<sup>-1</sup>)



Estações de qualidade do ar Região Centro

*como obter dados?*

das concentrações de  
ao longo do tempo  
ção em locais pontuais

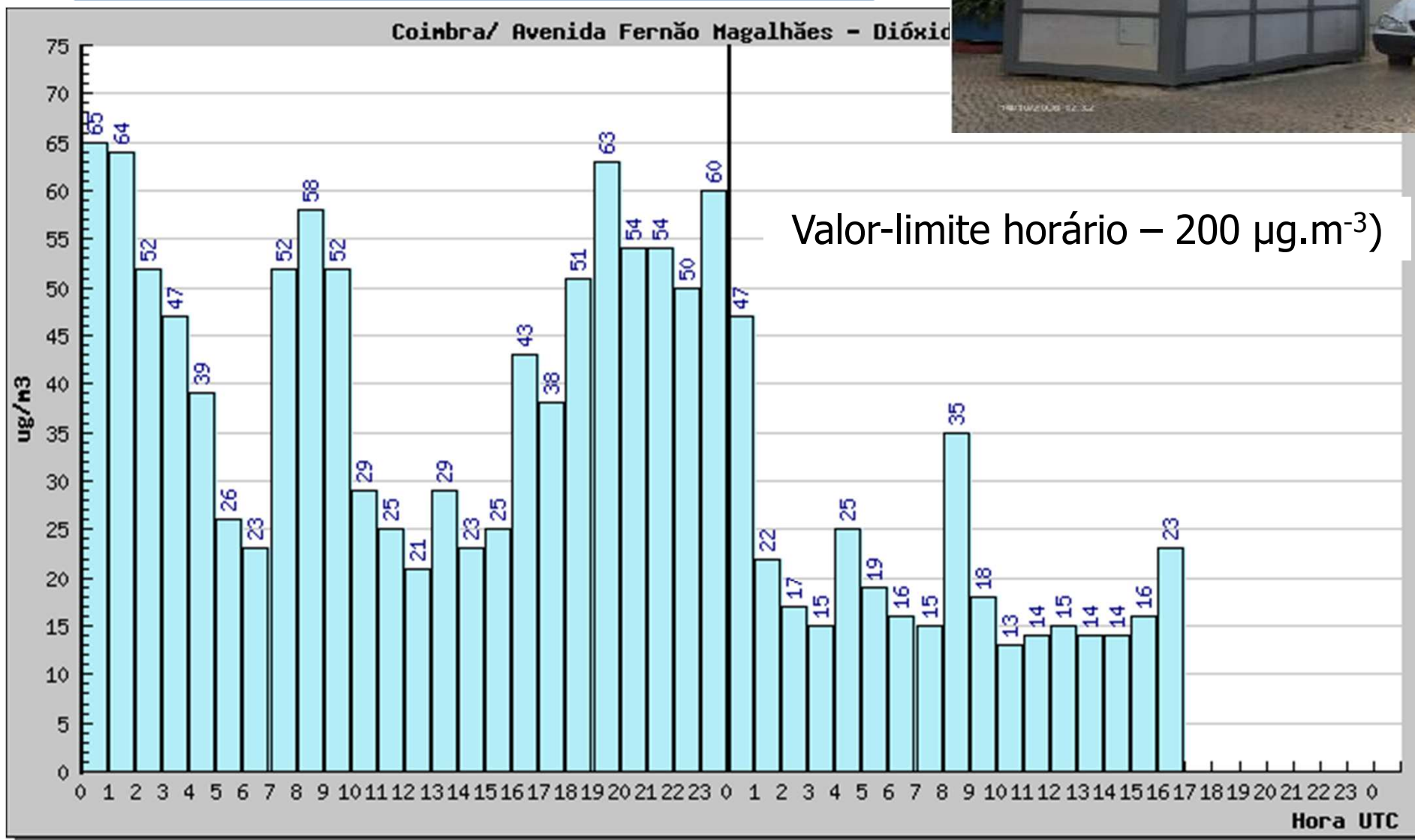


**Geofísico de Coimbra**

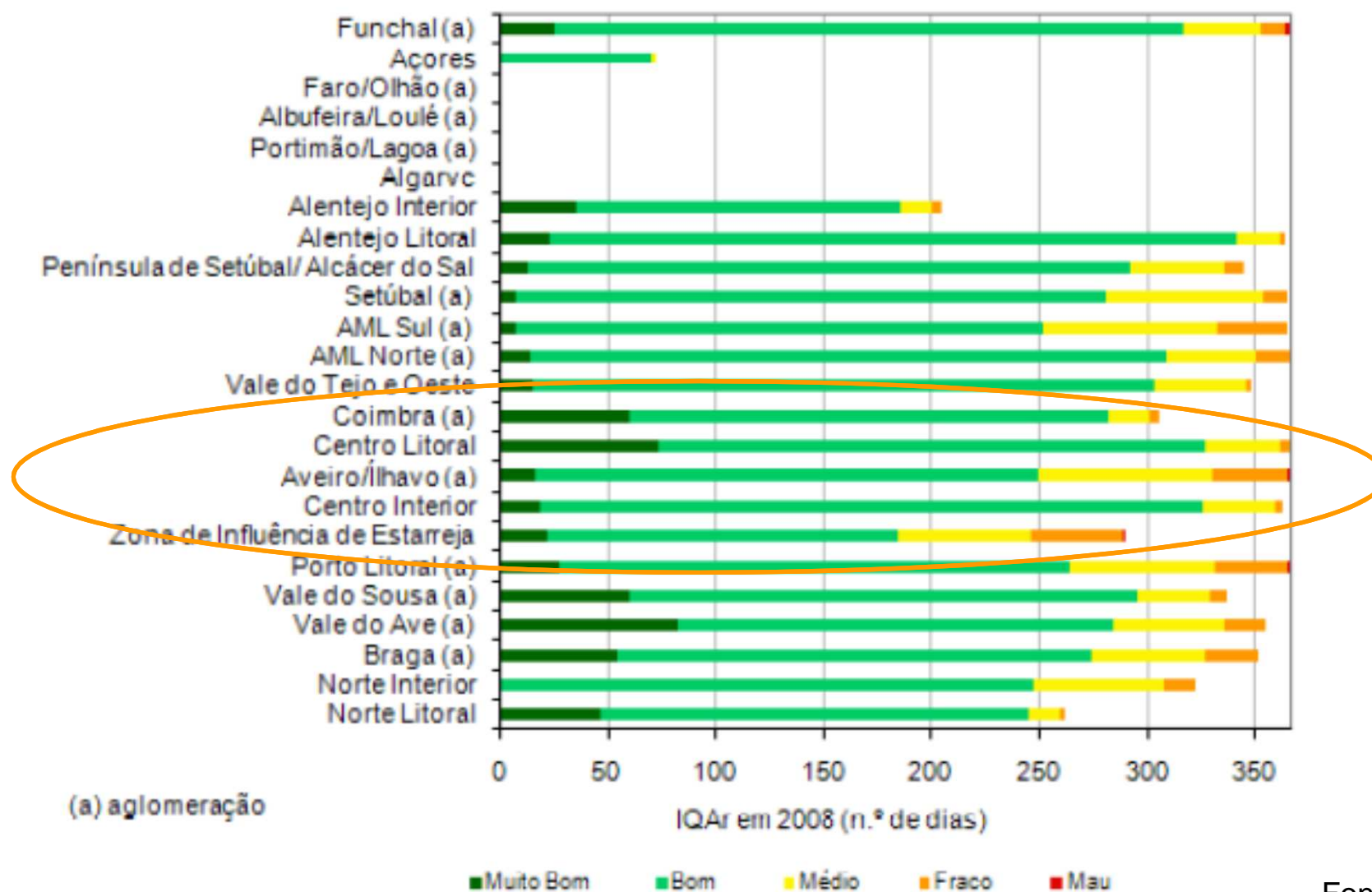
**Av. 25 Abril, Aveiro**



**Medições horárias de dióxido de azoto na  
estação da Av. Fernão de Magalhães  
(30/11 e 01/12 de 2013)**



# Índice de Qualidade do Ar em 2008



# Cidade de Aveiro

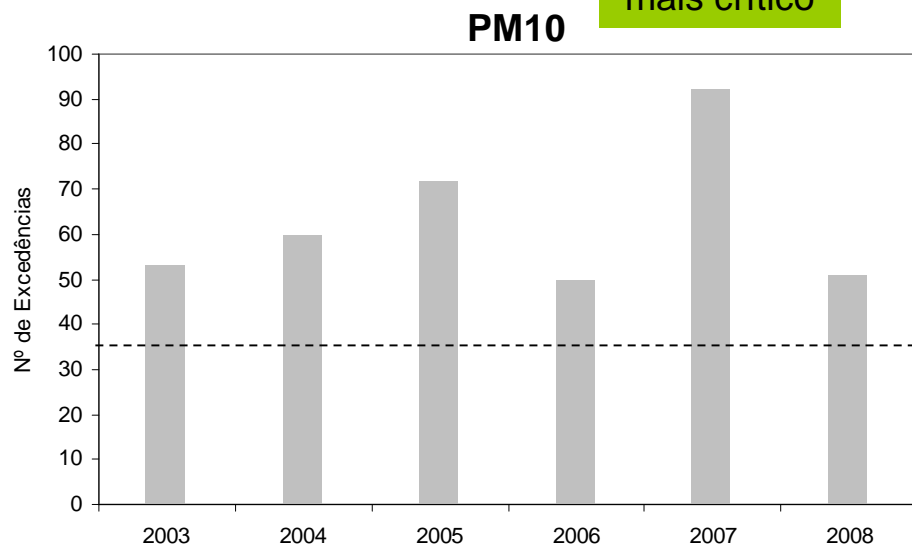
Estação de Qualidade do Ar de Aveiro (Estação de tráfego)

Localização: Av. 25 de Abril - Escola Secundária José Estêvão

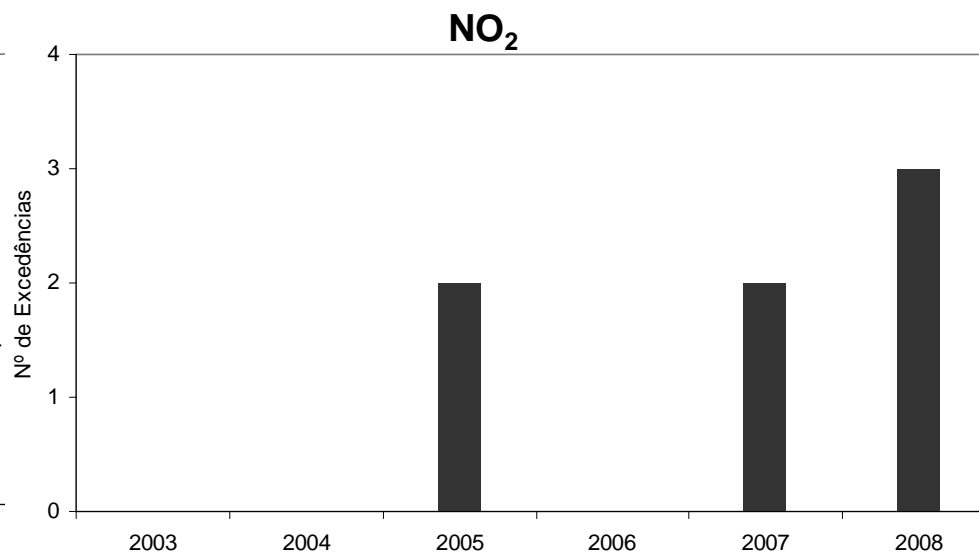
Poluentes medidos: **PM10**, NO<sub>2</sub>, Benzeno, CO



Poluente  
mais crítico



VL Diário=50 µg.m<sup>-3</sup>  
Valor a não exceder mais de 35 vezes no ano




VL Horário=200 µg.m<sup>-3</sup>  
Valor a não exceder mais de 18 vezes no ano

Os dados da Estação de QAr da Av. 25 de Abril refletem os valores de concentração de poluentes a que estão expostos todos os habitantes da Cidade de Aveiro?



# Qualidade do ar

## Redes de monitorização da qualidade do ar...



Dependendo da localização e da dimensão da região, os dados da monitorização poderão não ser suficientes para a caracterização da qualidade do ar da área e/ou para estimar a exposição humana a poluentes.



**Modelação numérica** → uma ferramenta complementar

# Modelação da **q**ualidade do **a**r

... recorre a técnicas matemáticas e numéricas para simular os processos físico-químicos que afetam os poluentes à medida que sofrem dispersão e transporte e reagem na atmosfera.

... simulam

- transporte
- transformação química
- deposição de poluentes

Fontes de emissão

Concentrações no ar ambiente

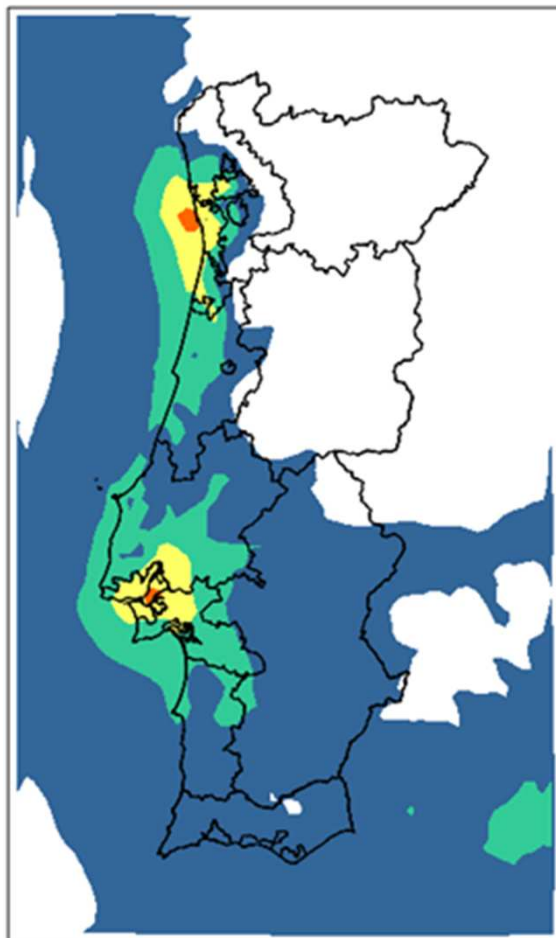
Exposição

Dose

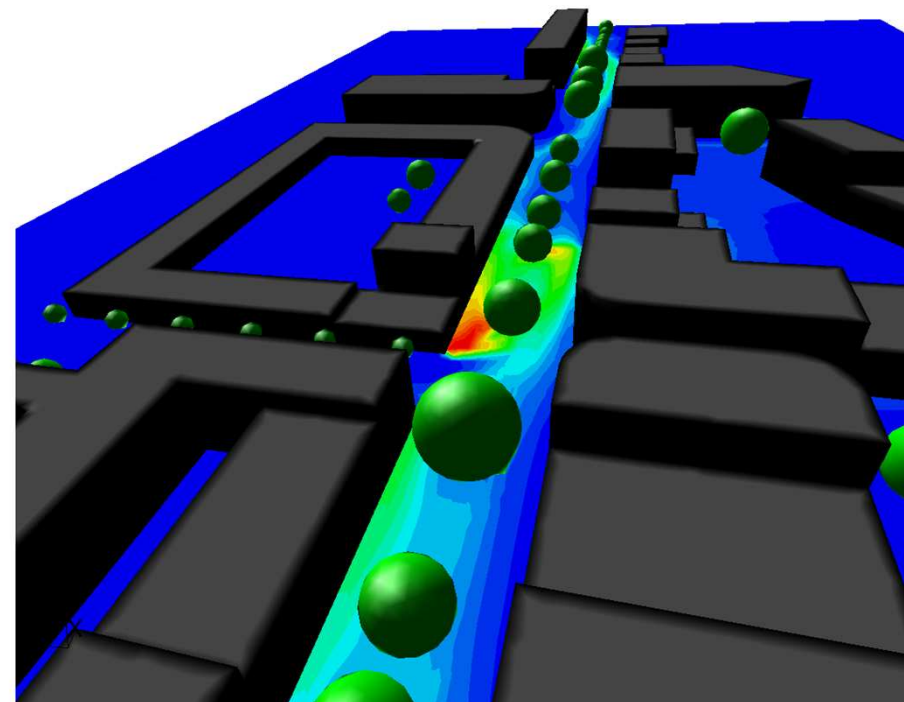
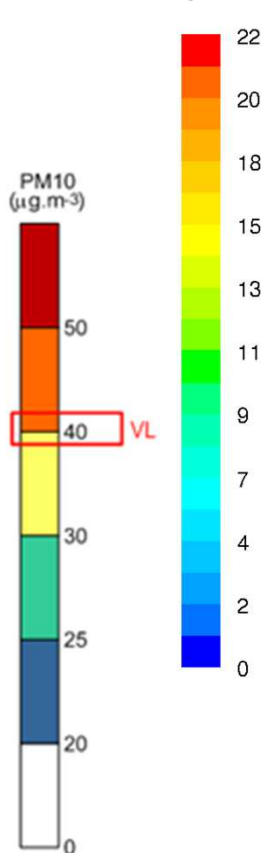
Efeitos na Saúde



Conc. PM10 média anual 2012  
 $\mu\text{g.m}^{-3}$



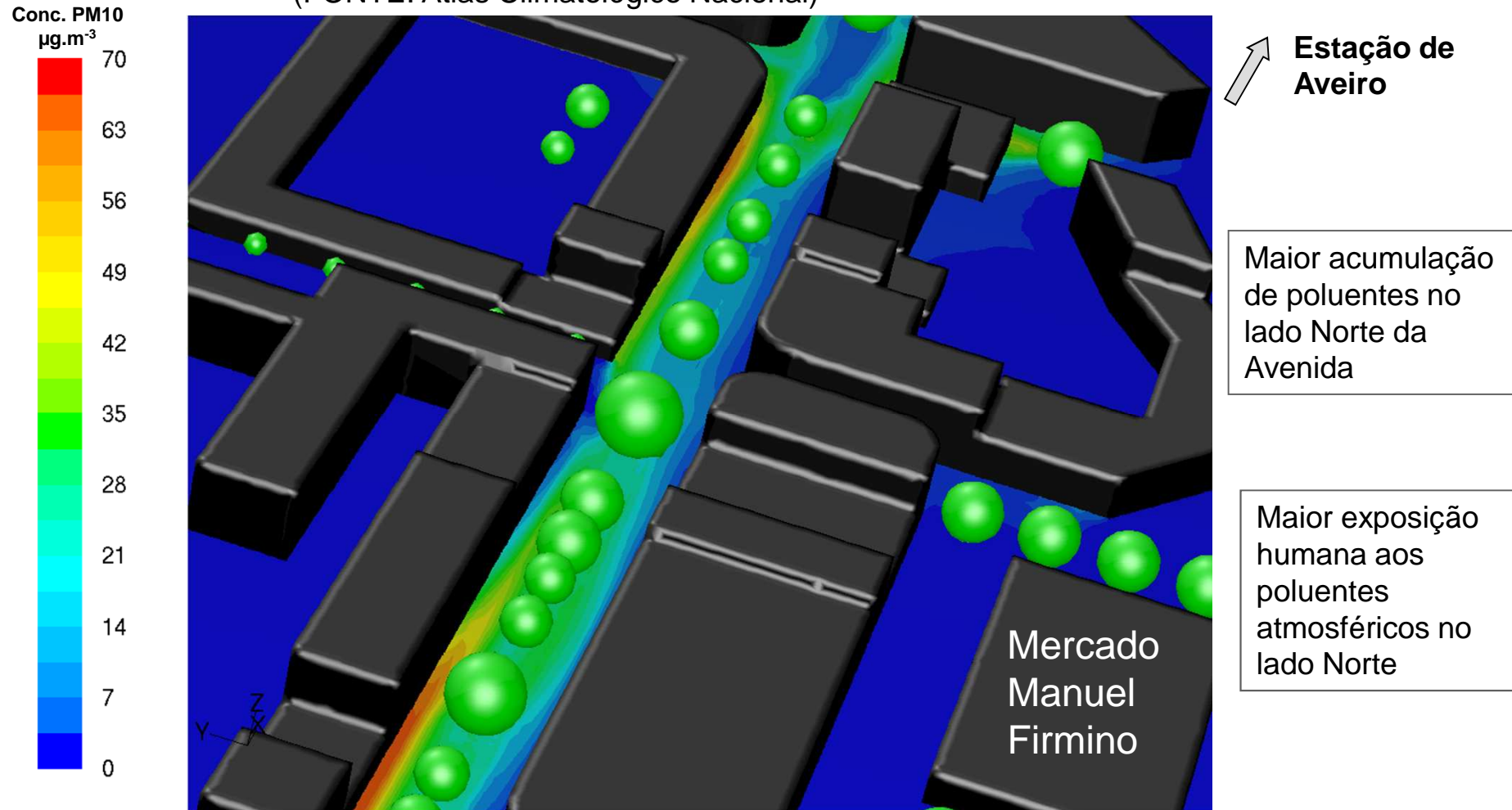
Conc. PM10  
 $\mu\text{g.m}^{-3}$



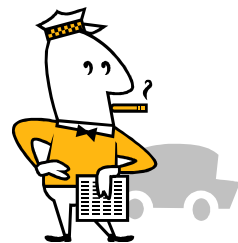
Resultados simulação PM10 na  
Avenida Dr. Lourenço Peixinho  
(condições típicas período da tarde)

# A Qualidade do Ar na Cidade de Aveiro

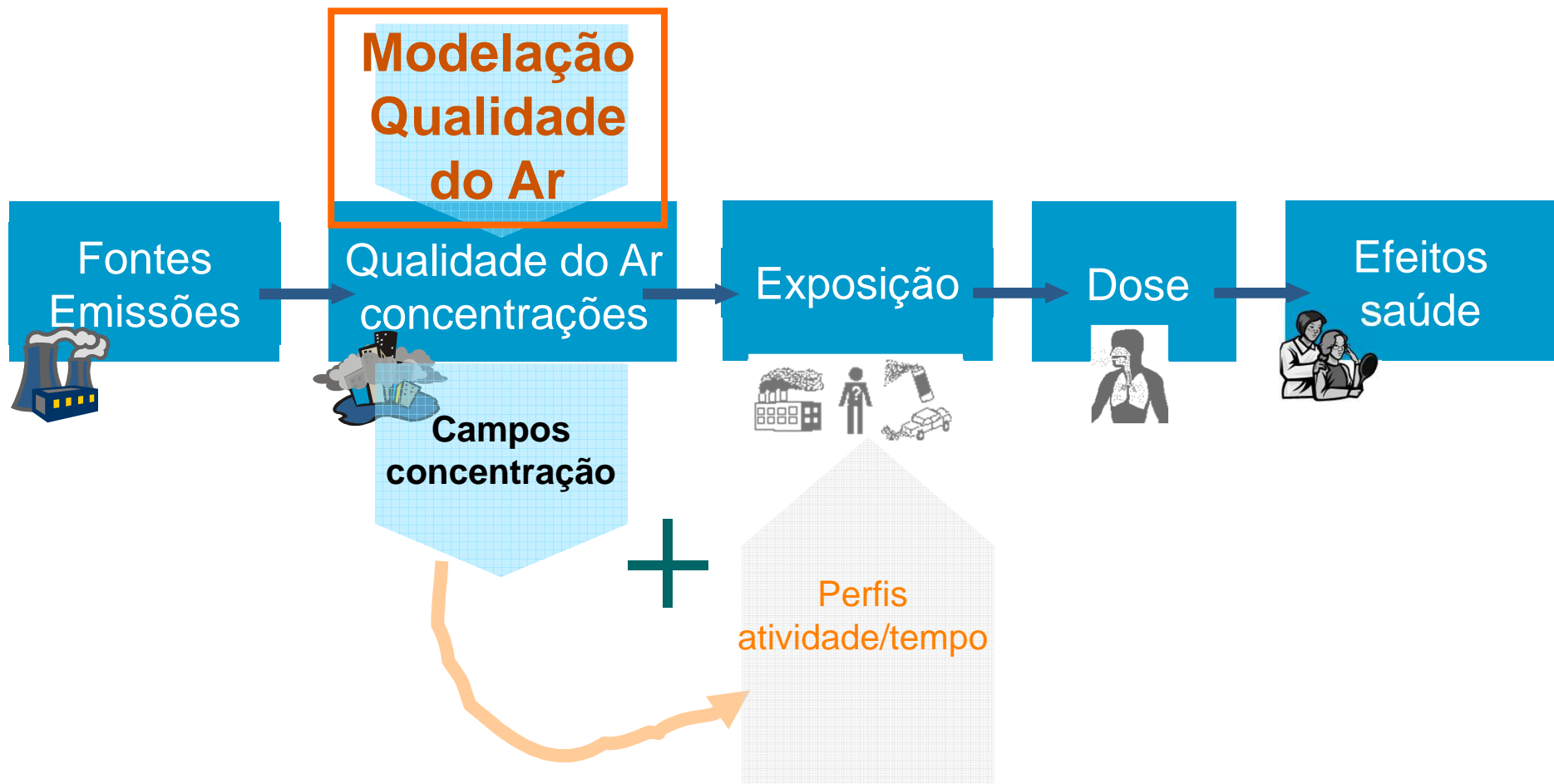
Velocidade do vento de  $5 \text{ m.s}^{-1}$  e direcção Norte  
(FONTE: Atlas Climatológico Nacional)



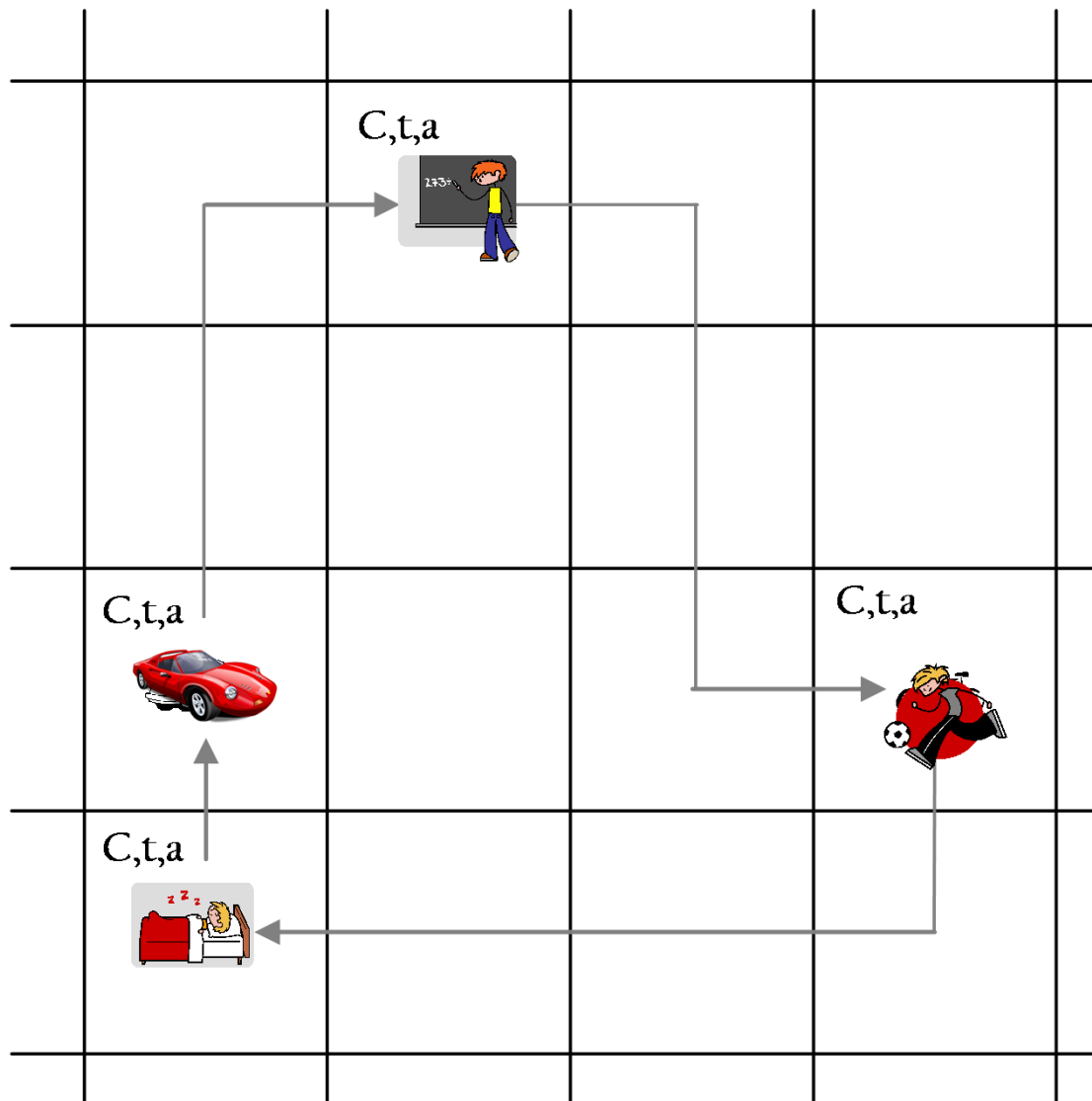
Será que estamos todos expostos à poluição da mesma maneira???



# Temos de passar da concentração à **exposição**



## Possível metodologia



*C* – concentração; *t* – tempo; *a* – nível de atividade física;

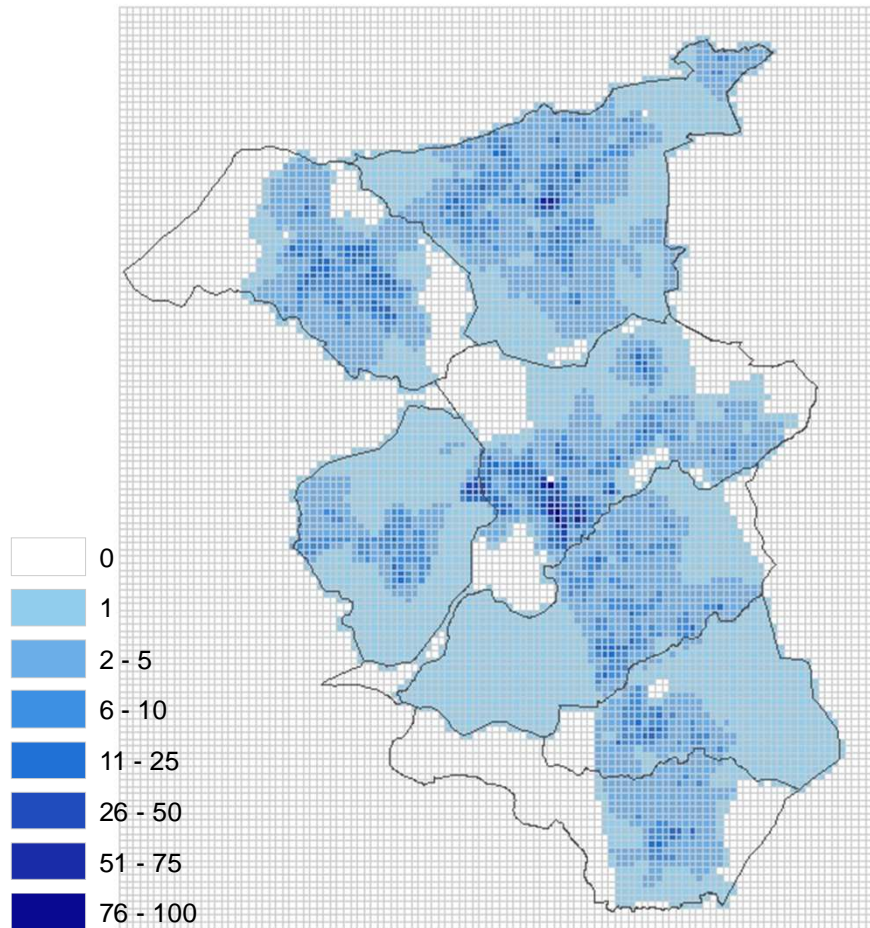
$$\text{exp}_{ij} = C_j \times t_{ij}$$

# Metodologia

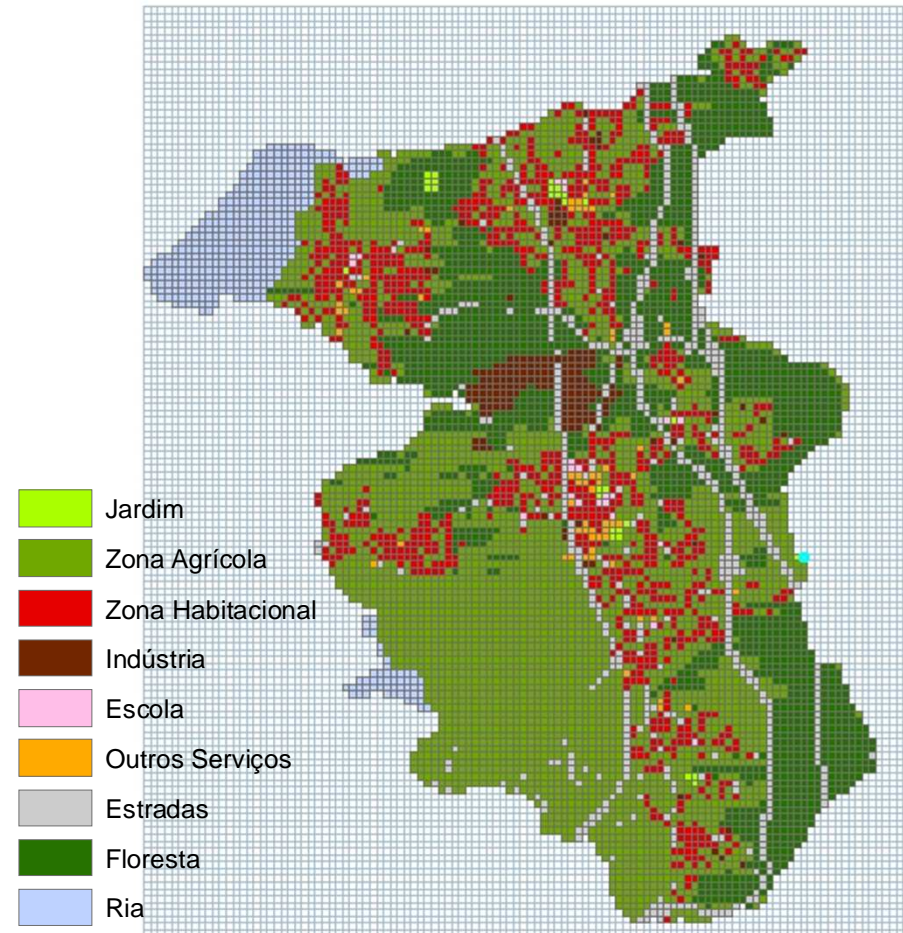
## Caso de estudo – Estarreja (projeto INSPIRAR)

Caracterização espacial, numa malha de 125 por 125 m<sup>2</sup> de resolução

### - População

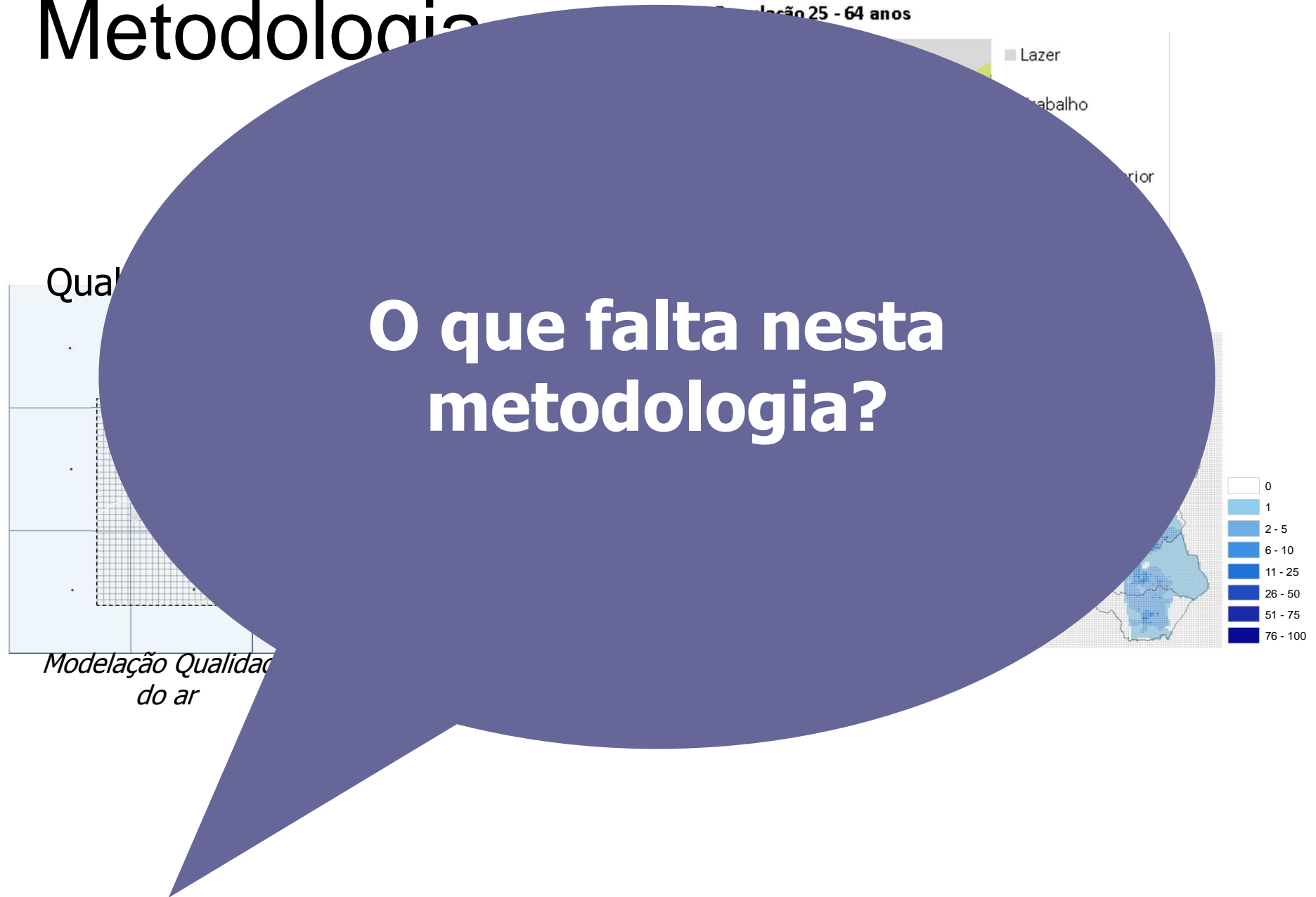


### - Microambientes





# Metodologia



# Cerca de 90% do tempo em ambiente interior



poluição atmosférica



exposição outdoor



# Relações empíricas para as concentrações outdoor/indoor em diferentes microambientes (PM10)

## Residências

$$C_{\text{indoor}}(\text{day}) = 48 + 0.52C_{\text{outdoor}}$$

$$C_{\text{indoor}}(\text{night}) = 20 + 0.51C_{\text{outdoor}}$$

## Escritórios

$$C_{\text{indoor}}(\text{day}) = 48 \cdot (1 - 0.14) + 0.52C_{\text{outdoor}}$$

$$C_{\text{indoor}}(\text{night}) = 20 \cdot (1 - 0.14) + 0.51C_{\text{outdoor}}$$

## Em veículos rodoviários

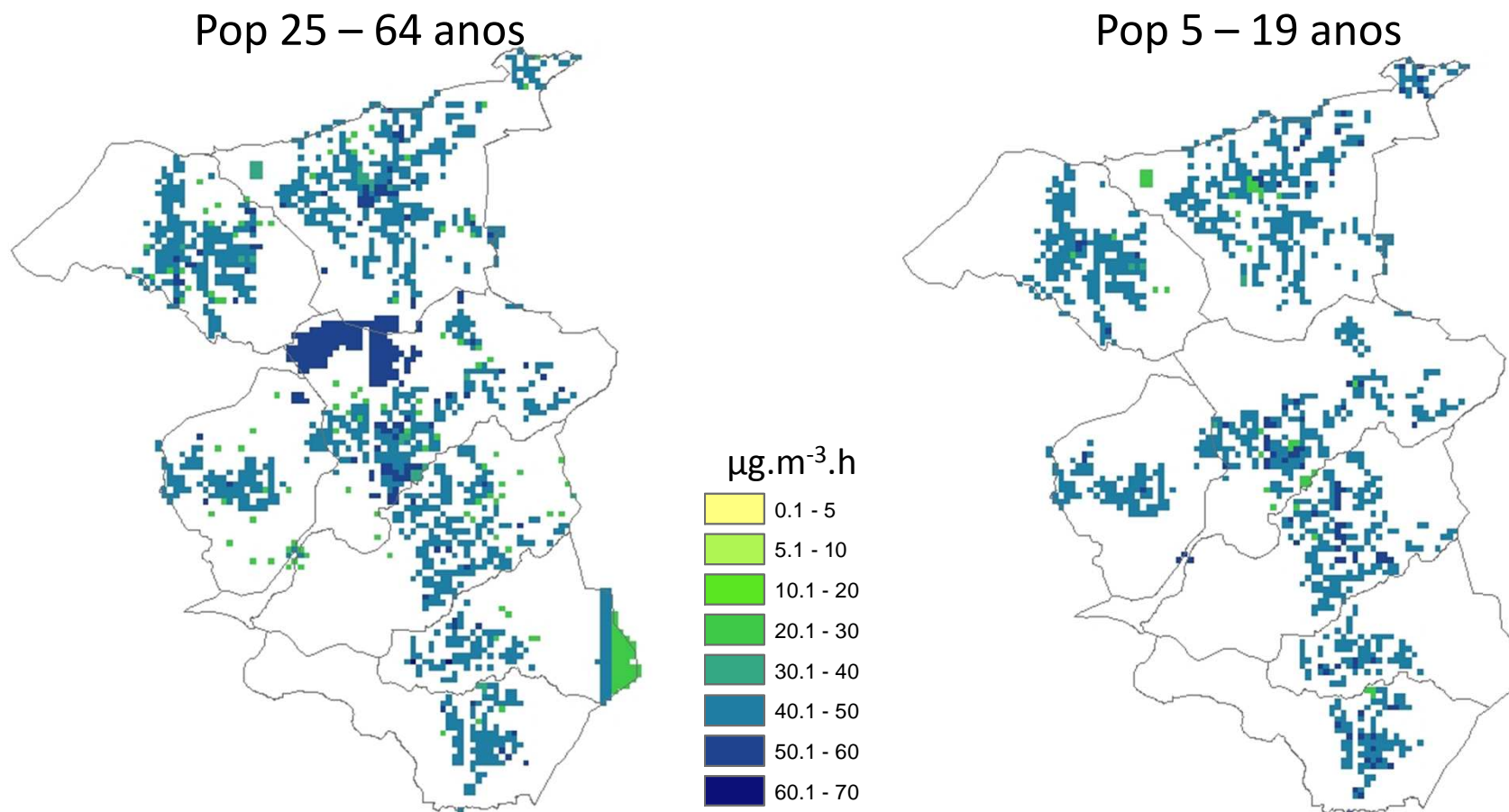
$$C_{\text{car}} = 13.1 + 0.83C_{\text{outdoor}}$$

**Valores superiores indoor e durante o dia!**



# Resultados

## Exposição populacional – média mensal PM10 – junho 2011

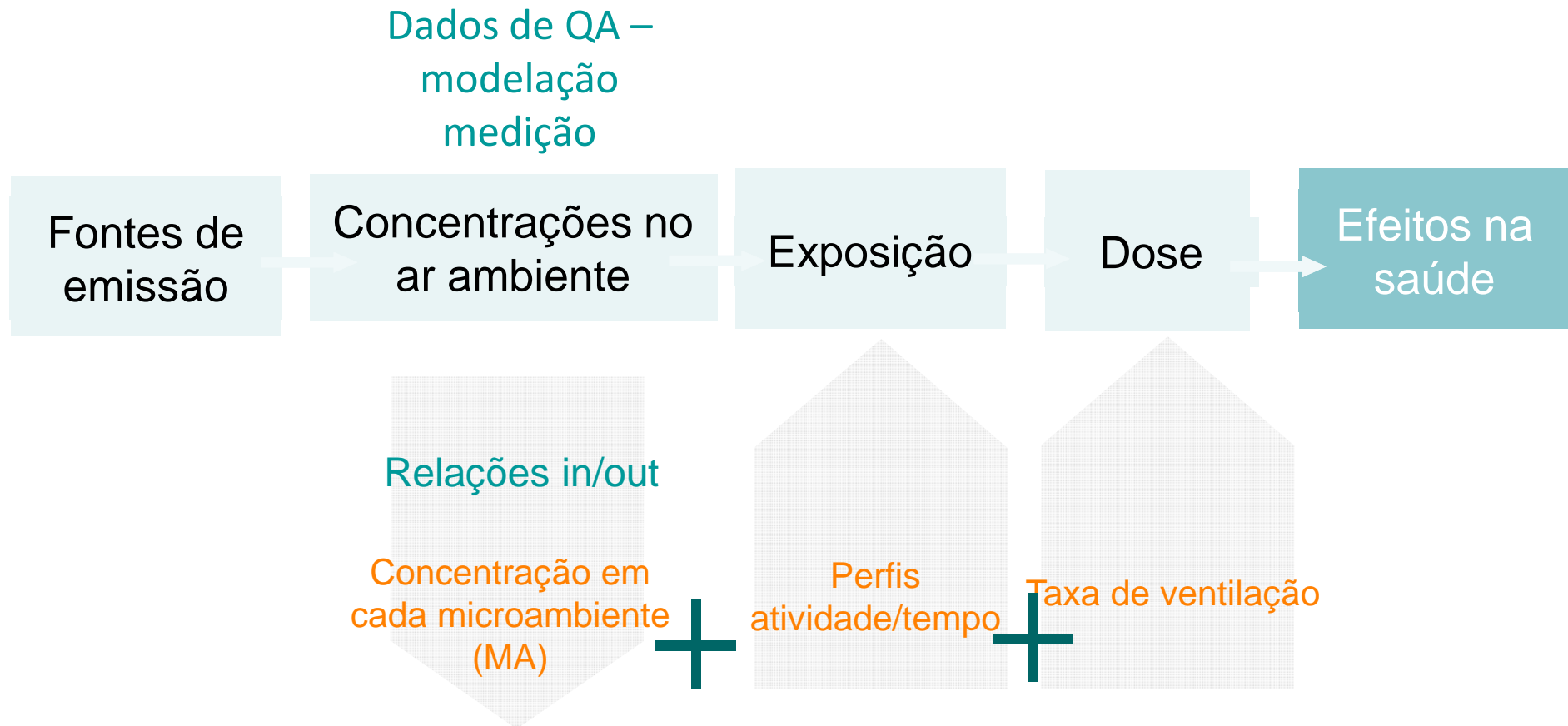


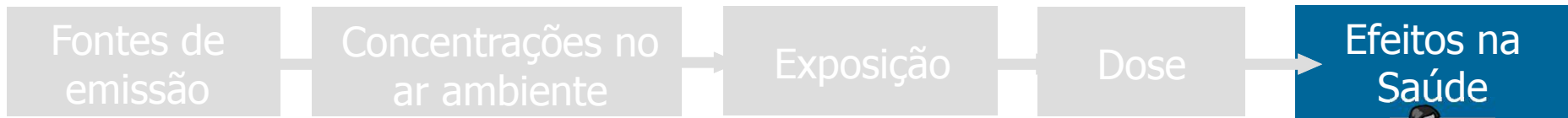
- **Baixa variabilidade espacial**
- **Exposição elevada junto ao CQE e na área urbana (níveis > VL diário)**



**Será que a dose inalada é a mesma?**

... da fonte ao efeito...



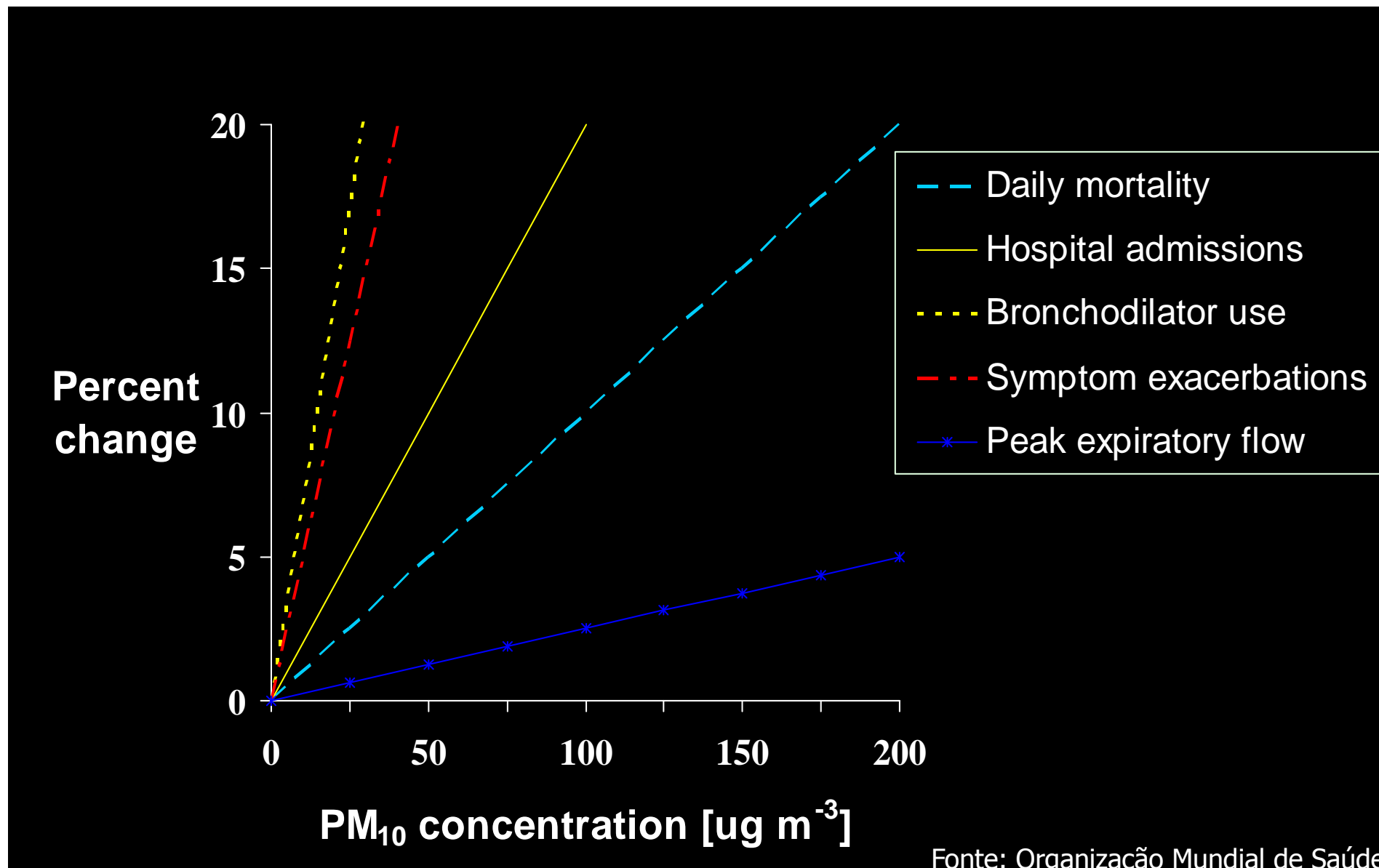


### A intensidade do efeito na saúde depende de vários fatores:

- **concentração:** elevada ou baixa
- **duração da exposição:** curto ou longo prazo
- estado e tipo de **indivíduo:** idade, estado nutricional, etc.



*Relação das concentrações de PM10 com indicadores de diferentes efeitos na saúde*

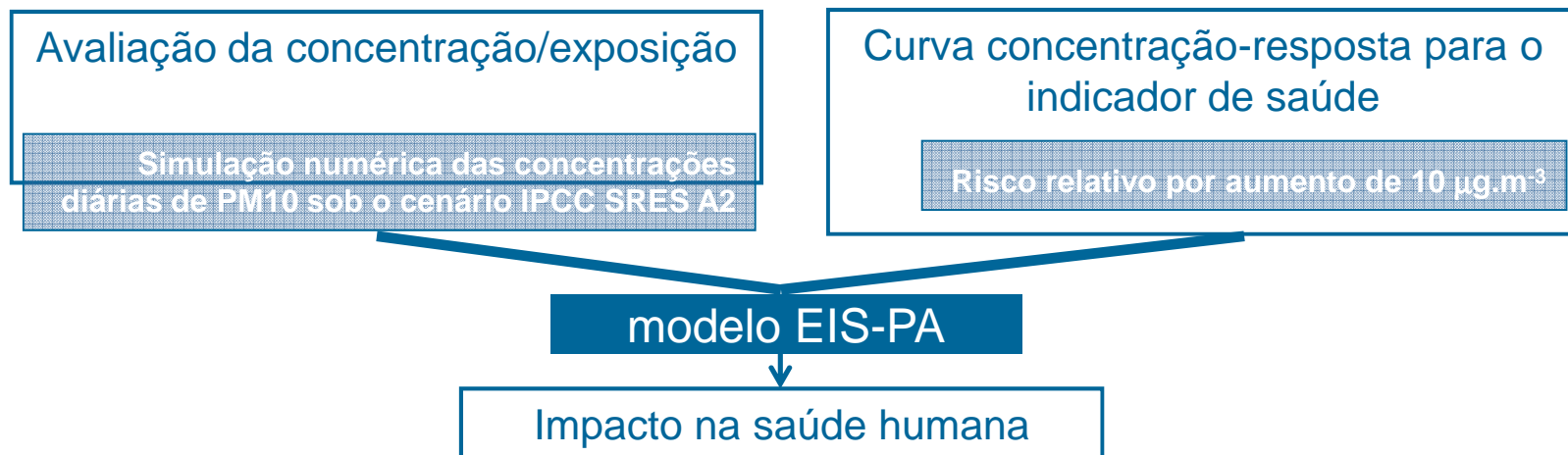




# Avaliação do Risco para a Saúde

No futuro...com alterações climáticas

- **Área de Estudo:** Portugal Continental
- **Objetivo:**
  - ▶ Avaliação quantitativa dos efeitos na saúde humana associados às alterações de concentrações de partículas inaláveis (PM10) sob um cenário climático futuro.
- **Metodologia:**



## Resultados:

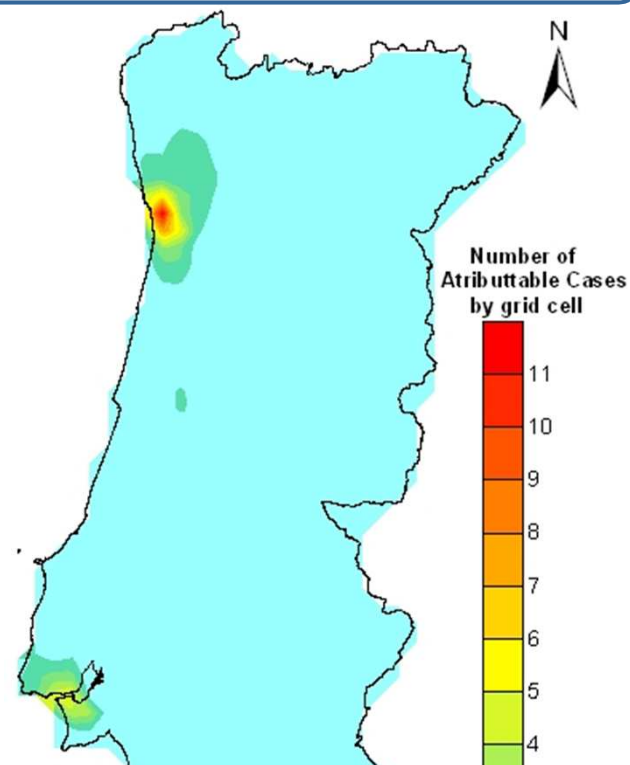
### Impactes para a saúde humana

↳ Atribuíveis à alteração de concentração de PM10 sob um cenário climático futuro :

#### Mortalidade anual por distrito:

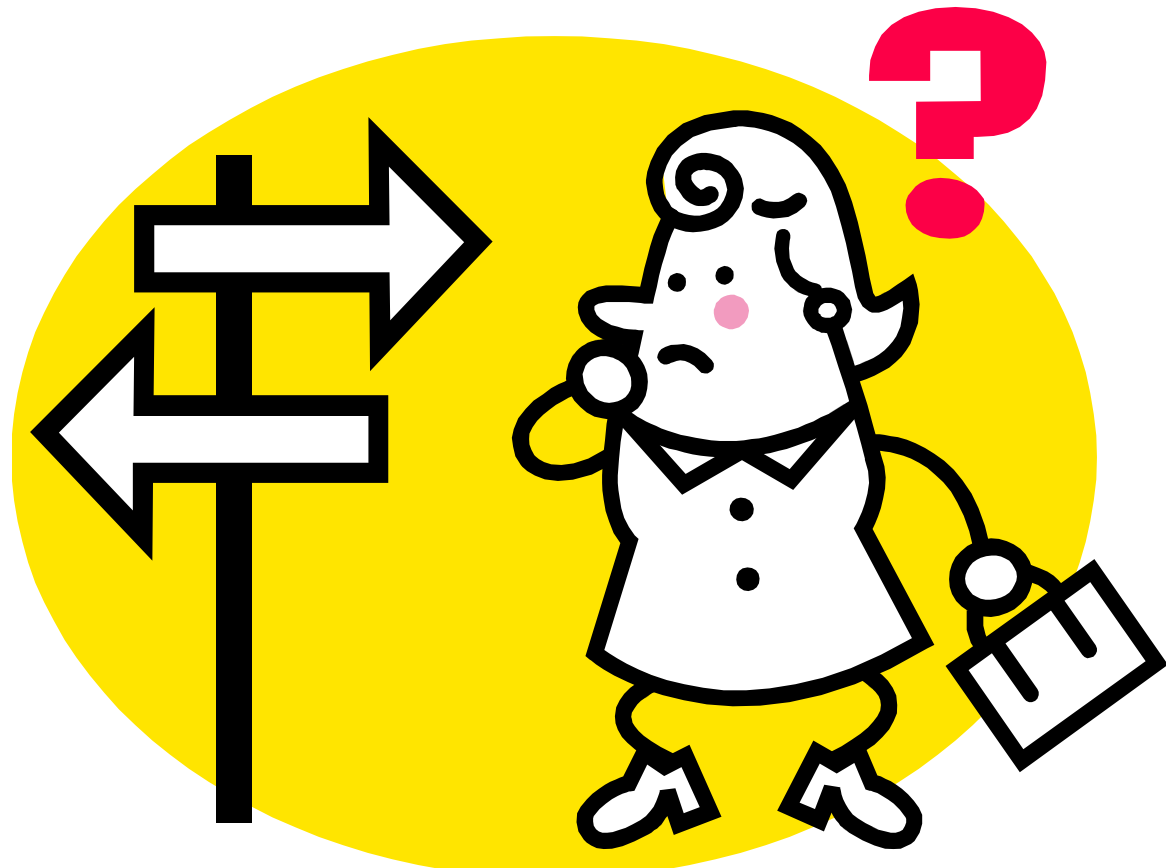


Aumento da mortalidade anual por todas as causas externas:



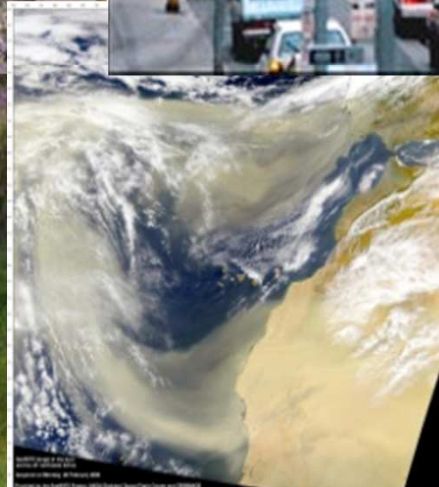
**A exposição de curto prazo a variações da concentração de PM10 sob um cenário climático conduz a um aumento total de 203 mortes em Portugal, sendo o distrito do Porto o mais afectado (total de 62 mortes).**

O que fazer?????



Atuar na fonte....

COMO???????



# Previsão para amanhã

Previsão do Índice de Qualidade do Ar para Portugal Continental



- IOA**
- Muito Bom
  - Bom
  - Médio
  - Fraco
  - Mau



**Muito obrigada!!!**

[www.dao.ua.pt/gemac](http://www.dao.ua.pt/gemac)

miranda@ua.pt