

# Estimação não-paramétrica de processos pontuais

**Raquel Menezes** da Mota Leite

Universidade do Minho

Setembro de 2023



Universidade do Minho  
Escola de Ciências

# Método de suavização espacial tipo *kernel*

A ideia por trás deste método, também conhecido como **suavizador de Nadaraya-Watson** (Nadaraya, 1964, 1989; Watson, 1964), é a seguinte:

- Se os valores observados são  $y(x_1), \dots, y(x_n)$  nas localizações  $x_1, \dots, x_n$  respectivamente, então o valor estimado numa **nova localização  $x_0$**  é dado por

$$g(x_0) = \frac{\sum_{i=1}^n K(\overset{x_0}{\underset{x_0}{u}} - x_i) y(x_i)}{\sum_{i=1}^n K(\underset{x_0}{u} - x_i)}$$

$y =$  marca (p.ex: precipitação)

onde  $K(\cdot)$  é uma densidade de probabilidade, tipicamente escolhida como sendo a Gaussiana.

- Este método pode ser facilmente aplicado através da função “Smooth.ppp” da biblioteca do R spatstat desenvolvida por Baddeley et al (2016).

# Método de suavização espacial tipo *kernel*

- O desvio padrão do *kernel* é a **largura de banda**<sup>1</sup> de suavização, que pode ser especificada na função “Smooth.ppp”.
- Uma largura de banda  $h$  maior proporciona mais suavização. Como explicam Baddeley et al (2016):
  - ▶ Para **valores muito grandes** de  $h$ , o resultado em  $x_0$  será aproximadamente constante e igual ao valor médio dos valores observados.
  - ▶ Para **valores pequenos** de  $h$ , o resultado em  $x_0$  será semelhante ao valor observado na localização mais próxima.

---

<sup>1</sup>Na terminologia inglesa, denominado *bandwidth*.

# Método de suavização espacial tipo *kernel*

- O desvio padrão do *kernel* é a **largura de banda**<sup>1</sup> de suavização, que pode ser especificada na função “Smooth.ppp”.
- Uma largura de banda  $h$  maior proporciona mais suavização. Como explicam Baddeley et al (2016):
  - ▶ Para **valores muito grandes** de  $h$ , o resultado em  $x_0$  será aproximadamente constante e igual ao valor médio dos valores observados.
  - ▶ Para **valores pequenos** de  $h$ , o resultado em  $x_0$  será semelhante ao valor observado na localização mais próxima.
- A escolha da largura de banda  $h$  envolve um equilíbrio entre o viés e a variância. À medida que a largura de banda aumenta, o viés aumenta e a variância diminui.

---

<sup>1</sup>Na terminologia inglesa, denominado *bandwidth*.