

# ***Modelação do efeito do frio extremo na saúde da população de Lisboa: contributos para um sistema de vigilância e alerta***

Susana Pereira da Silva

Mestrado em Bioestatística - Trabalho de Projeto

Orientadora: Maria Helena Mouriño (FCUL-DEIO)

Coorientador: Baltazar Nunes (INSA-DEP)

Seminário MOC

11 de outubro de 2017



**Ciências  
ULisboa**

Faculdade  
de Ciências  
da Universidade  
de Lisboa



**REPÚBLICA  
PORTUGUESA**  
SAÚDE



**SNS** SERVIÇO NACIONAL  
DE SAÚDE



# Estrutura

- Enquadramento
  - Objetivos
- Material e Métodos
  - Dados
  - Metodologia
- Resultados
- Conclusões
- Perspectivas futuras

# Enquadramento

- A Saúde é sujeita a grande influência das alterações climáticas (OMS)
- Estudos reportaram os efeitos do frio na mortalidade, admissões hospitalares e recurso a serviços de urgência
  - Por doenças dos aparelhos Circulatório e Respiratório (C&R)
  - População mais idosa
- Importante conhecer a vulnerabilidade da população às condições meteorológicas adversas
  - Alguns países Europeus já fazem esta monitorização

# Enquadramento

- A mortalidade em Portugal é superior nos meses mais frios
  - Excessos associados a epidemias de gripe e a temperaturas baixas
  - Últimos episódios muito mediáticos em [2011/12](#), [2014/15](#) e [2016/17](#)
- FRIESA - Modelação e Previsão do Efeito do Frio Extremo na saúde da População: a base para o desenvolvimento de um sistema de alerta em tempo real - criou um sistema de vigilância e alerta do frio extremo (tmin)



- DGS criou um [PCTEA-MI](#) apenas com dados meteorológicos

# Enquadramento - Objetivos

- Contribuir para o ajuste do Sistema FRIESA através de
  - desenvolvimento de modelos que permitam avaliar o efeito do frio extremo (Lisboa 65+)
    - temperatura
    - temperatura e intensidade do vento
    - temperatura e humidade
    - temperatura *windchill*
  - comparação dos modelos para seleção do que melhor descreve os efeitos do frio

**Construção de modelos que permitam facultar aos decisores em Saúde Pública os meios apropriados de atuação em situações de perigosidade associadas ao frio extremo podendo contribuir para a mitigação dos seus possíveis efeitos adversos.**

# Material e Métodos - Dados



- População 65 e mais anos do distrito de Lisboa
  - Mortalidade diária (de 2002 a 2012)
    - Todas as Causas (TC) - CID10 A00-Y98
    - Doenças dos aparelhos Circulatorio e Respiratório (C&R) - CID10 I00-I99 e J00-J99
  - População média anual residente

Instituto Nacional de Saúde  
Doutor Ricardo Jorge



- Taxa de incidência de Síndrome Gripal (SG) (/100000 habitantes) - Rede Médicos-Sentinela



- Estação Meteorológica de Lisboa - Gago Coutinho
  - Temperaturas mínima e máxima (°C)
  - Temperatura registada às 09:00 horas (°C)
  - Humidade registada às 09:00 horas (%)
  - Intensidade do vento registada às 09:00 horas (m/s)
  - **Temperatura média**
  - **Temperatura *Windchill***

# Material e Métodos - Metodologia

- **Análise descritiva**
  - Séries temporais
  - Estatísticas descritivas das variáveis
- **Modelos Lineares e não lineares de desfasamento distribuído (DLNM)**

## **Associações exposição -lag- resposta**

associações em que a dependência entre exposição (variável climatérica) e resposta (mortalidade) é desfasada no tempo

A exposição no dia  $t$  determina o risco no dia  $t+k$

## **Risco Relativo (RR)**

Risco de um evento ocorrer - **óbito** - relativo à comparação entre dois<sub>6</sub> níveis da exposição ao fator de risco -**temperatura** -

# Material e Métodos - Metodologia

$$\begin{aligned} \text{Ln}[E(Y_t)] = & \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_{k,t} \text{Temp}(l)_{k,t} + \gamma \text{Gripe}(l)_t + \delta ns(t_t, 4) \\ & + \epsilon ns(doy_t, 6) + \epsilon dow_t + \text{Ln}(pop_t) \end{aligned}$$

- $Y_t$  – mortalidade observada no dia  $t$  ( $t=1,2,3\dots 1830$ )
- $\alpha$  – ordenada na origem
- $\text{Temp}(l)_{k,t}$  – matriz cruzada relativa á  $k$ -ésima variável meteorológica considerada desde o dia corrente ( $lag=0$ ) até ao  $lag$  correspondente a  $l$  dias
- $\text{Gripe}(l)_t$  – matriz cruzada relativa á taxa de incidência de síndrome gripal desde o dia corrente ( $lag=0$ ) até ao  $lag$  correspondente a  $l$  dias
- $ns(t_t, 4)$  - corresponde a um *natural cubic spline* que é aplicado com 4 graus de liberdade ( $df$ ) ao dia da observação ( $t$ ) para controlar a tendência
- $ns(doy_t, 6)$  - corresponde a um *natural cubic spline* que é aplicado com 6 graus de liberdade ( $df$ ), um por cada mês, aplicado ao dia do ano ( $doy$ ) para descrever a sazonalidade em cada época
- $dow$  - variável categórica correspondente ao dia da semana
- $pop$  - população média anual residente que entra como *offset*.

# Material e Métodos - Metodologia

Modelos:	1	2	3	4
Tmédia	argvar	lin (cen= $Q_2$ ) thr ( $D_4, D_6$ ) poly (2) (cen= $Q_2$ ) ns(2:5) (cen= $Q_2$ )		—
	arglag	integer lin ns(3:6) poly(2:4)		—
Vento	argvar	—	lin (cen=0)	—
	arglag	—	integer lin ns(3:6) poly(2:4)	—
Humidade	argvar	—	—	thr (40,60)
	arglag	—	—	integer lin
WindChill	argvar	—	—	lin (cen= $Q_2$ ) poly (2) (cen= $Q_2$ ) ns(2:5) (cen= $Q_2$ )
	arglag	—	—	integer lin ns(3:6) poly(2:4)
Gripe	argvar	lin (cen=50) thr (50) (side=h) ns(2:5) cen=50)		—
	arglag	integer lin ns(3:6) poly(2:4)		—
Modelos testados:	3402	30618	6804	2916

# Material e Métodos - Metodologia

## Comparação e avaliação 4 dos modelos

Critério de informação de Akaike relativo à quasi-verosimilhança (QAIC)

$$QAIC = -2\mathcal{L}(\hat{\theta}) + 2\hat{\phi}k$$

Critério de informação de Bayesiano relativo à quasi-verosimilhança (QBIC)

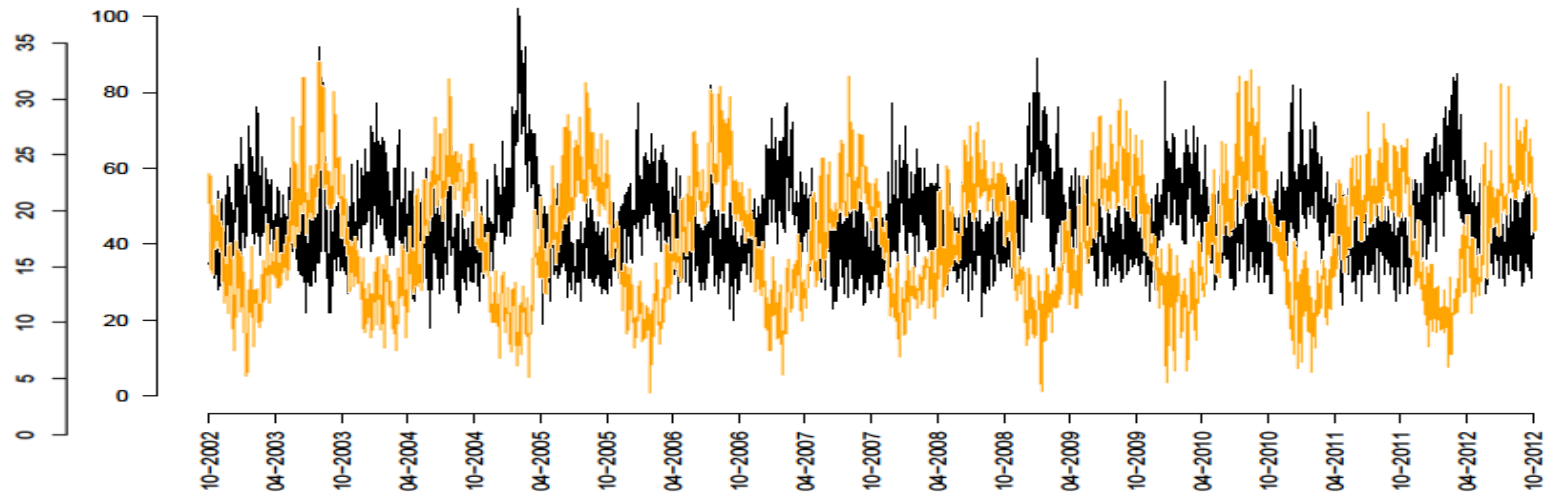
$$QBIC = -2\mathcal{L}(\hat{\theta}) + \text{Ln}(n)\hat{\phi}k$$

- ◊  $\mathcal{L}$  - *logaritmo* da função de verosimilhança associada ao modelo ajustado com parâmetros  $\theta$
- $\phi$  - *parâmetro de estimação da sobredispersão*
- $k$  - *número de parâmetros*
- $n$  - *número de observações*

Valores mais baixos destas medidas indicam melhores modelos

**Princípio da Parcimónia:** opção por modelos mais simples quando a qualidade do ajuste seja similar

# Resultados - Análise descritiva



<i>Variável</i>	<i>Obs</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>s.d.</i>	<i>min.</i>	<i>max.</i>
<b>TC</b>	1830	49,98	49	10,94	25	102
<b>C&amp;R</b>	1830	27,34	26	7,91	8	67
<b>T.Média</b>	1830	13,77	13,35	3,63	3,75	26,45
Intensidade do Vento	1830	3,14	2,9	1,81	0	11
Humidade	1830	79,08	81	14,36	23	100
T. Windchill	1830	11,44	11,57	4,82	-3,96	27,29

# Resultados - Todas as causas (TC)

	T. média	T. Média + Vento	T. Média + Humidade	Windchill
T. Média [lag]	lin [ns(4)]	lin [ns(4)]	lin [ns(4)]	-
Vento [lag]	-	lin [lin]	-	-
Humidade [lag]	-	-	double thr [lin]	-
T. Windchill	-	-	-	lin [ns(4)]
Gripe [lag]	thr [ns(3)]	thr [lin]	thr [ns(3)]	thr [ns(3)]
<b>QAIC</b>	10582.30	10573.14	<b>10559.04</b>	10571.61
<b>QBIC</b>	10731.81	10728.13	10730.57	<b>10720.14</b>
<b>Nº de parâmetros</b>	24	25	28	<b>24</b>

# Resultados - Circulatórias e Respiratórias (C&R)

	T. média	T. Média + Vento	T. Média + Humidade	T. Windchill
T. Média [lag]	lin [ns(4)]	lin [ns(4)]	lin [ns(4)]	-
Vento [lag]	-	lin [lin]	-	-
Humidade [lag]	-	-	double thr [lin]	-
T. Windchill	-	-	-	lin [ns(4)]
Gripe [lag]	thr [ns(3)]	thr [ns(3)]	thr [ns(3)]	thr [ns(3)]
<b>QAIC</b>	9660.08	9647.90	<b>9638.82</b>	9640.06
<b>QBIC</b>	9809.55	9808.72	9810.43	<b>9787.78</b>
<b>Nº de parâmetros</b>	24	26	28	<b>24</b>

# Resultados - *Windchill*

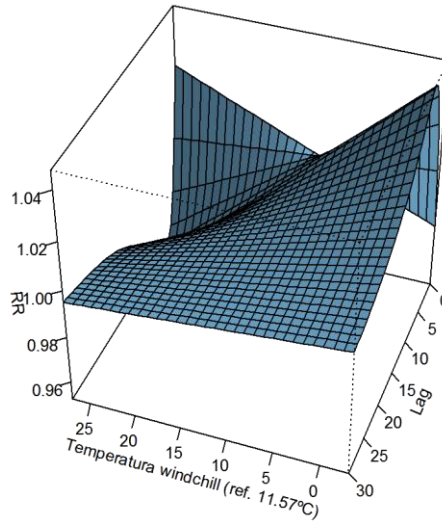
**TC**

RR 1.047

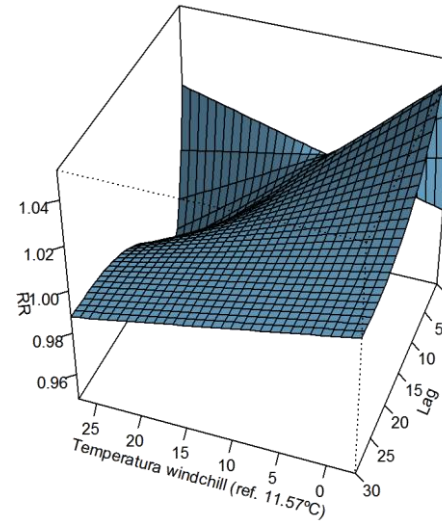
lag 5

WC -3

Efeito da temperatura windchill e do lag



Efeito da temperatura windchill e do lag



**C&R**

RR 1.052

lag 5

WC -3

Gráfico de contorno

RR

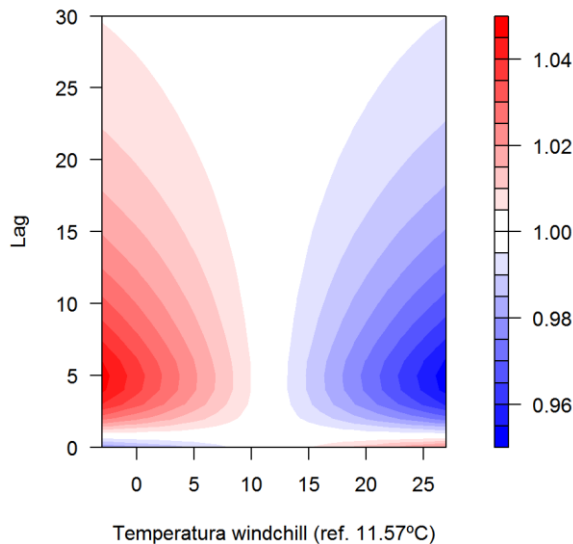
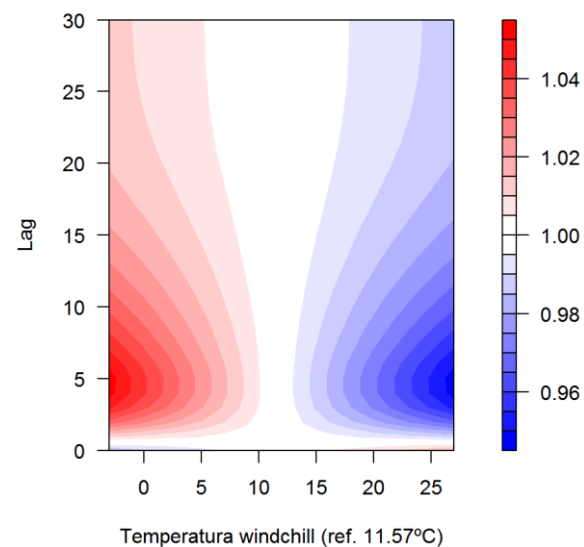


Gráfico de contorno

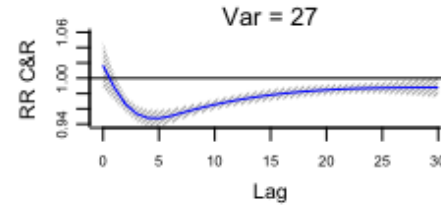
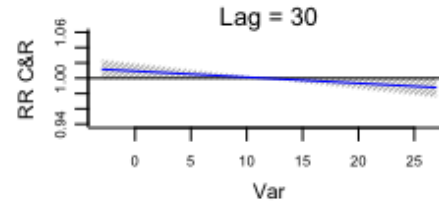
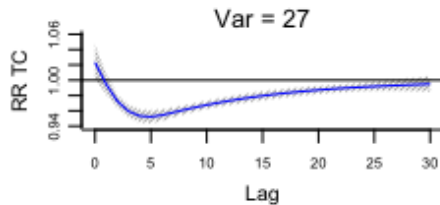
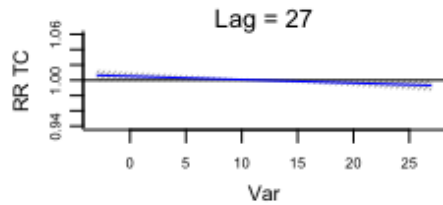
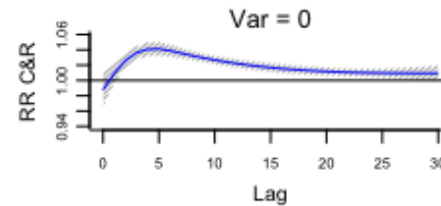
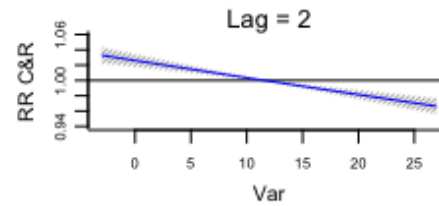
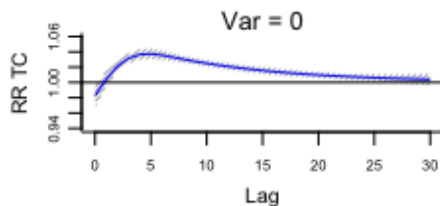
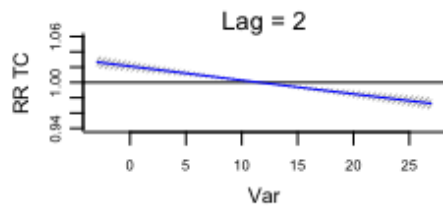
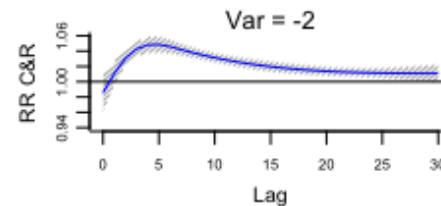
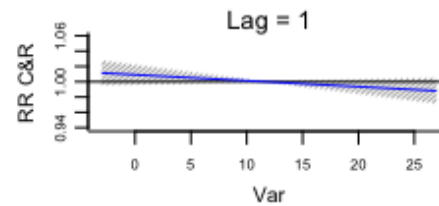
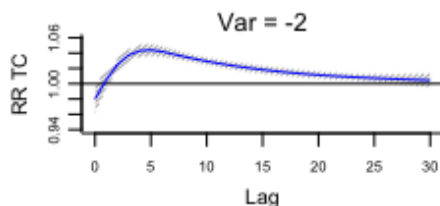
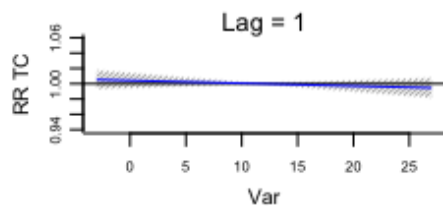
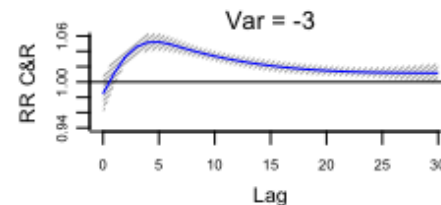
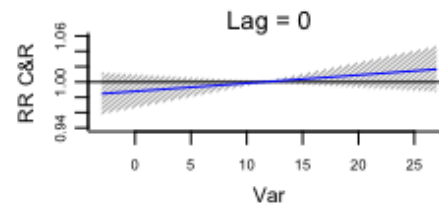
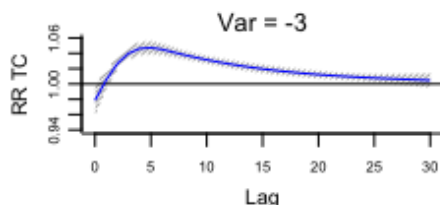
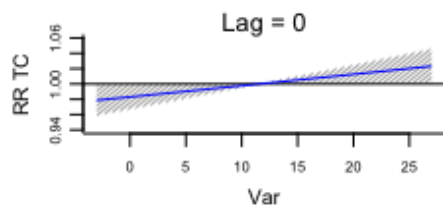
RR



# Resultados – *Windchill*

**TC**

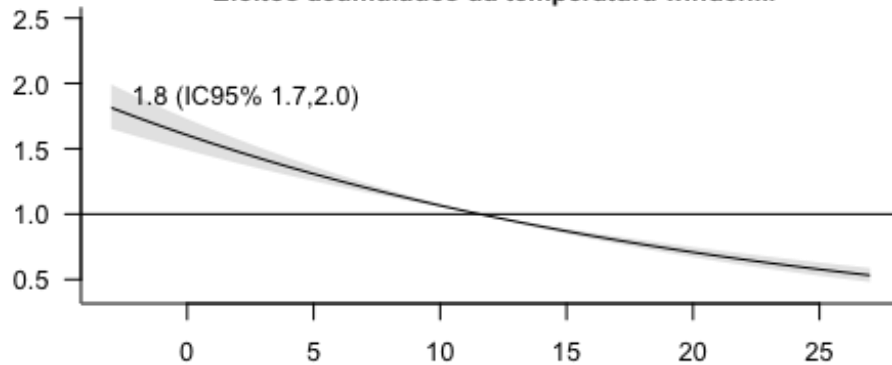
**C&R**



# Resultados – *Windchill*

TC

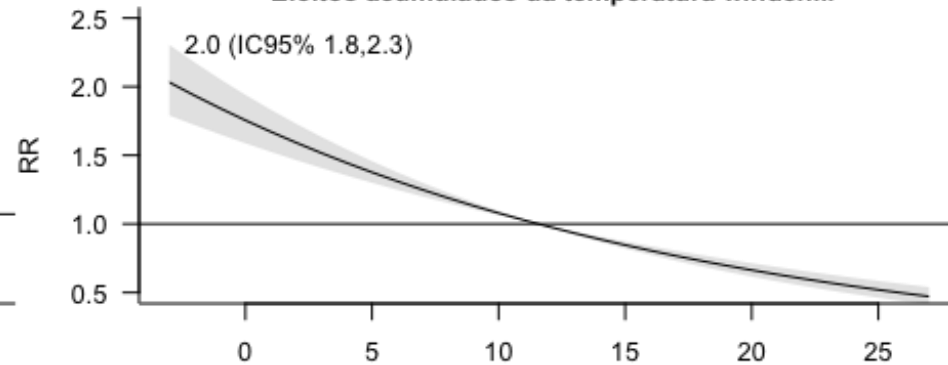
Efeitos acumulados da temperatura windchill



Temperatura windchill (ref. 11.57°C)

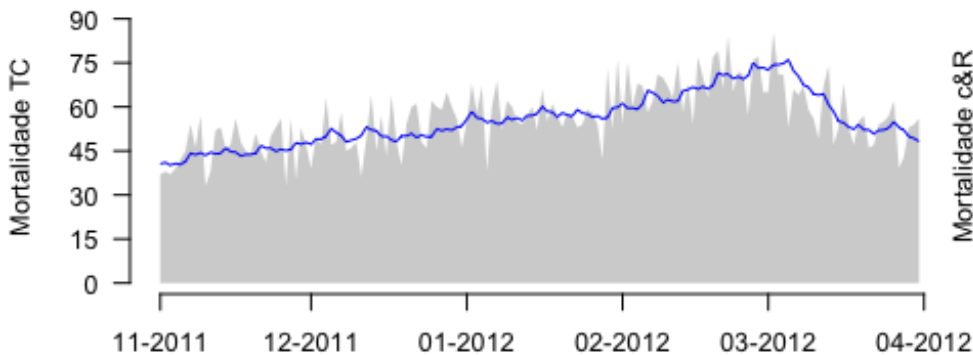
C&R

Efeitos acumulados da temperatura windchill



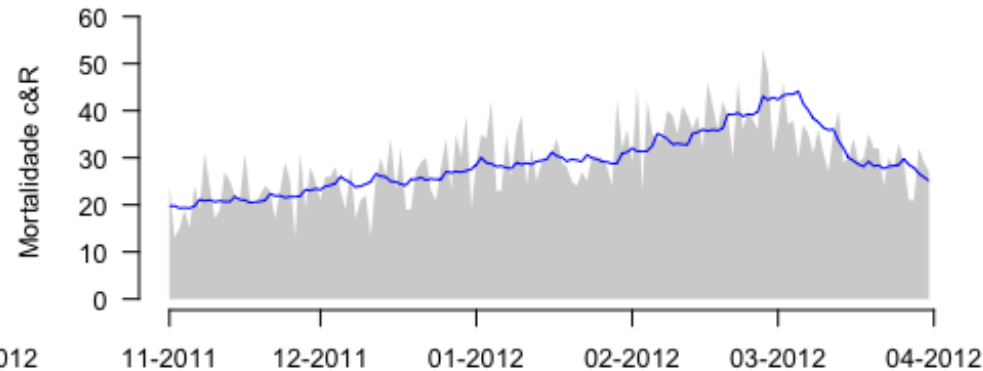
Temperatura windchill (ref. 11.57°C)

Ajustamento do modelo com temperatura windchill à época 2011/12



Época 2011/2012

Ajustamento do modelo com temperatura windchill à época 2011/12



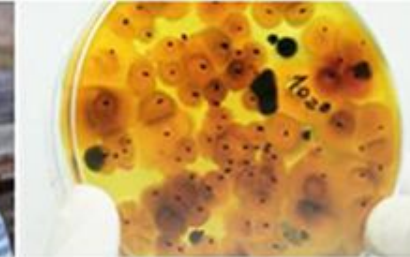
Época 2011/2012

# Conclusões

- O método utilizado permite modelar de forma flexível
  - a relação entre a temperatura e a mortalidade cujo efeito é desfasado
  - a relação entre os fatores concorrenciais como o aumento das infeções respiratórias e a mortalidade
  - e estudar o risco usando índices meteorológicos e biometeorológicos
- As temperaturas baixas representam um bom preditor da mortalidade em Lisboa
  - Os seus efeitos são superiores na mortalidade por doenças dos aparelhos circulatório e respiratório ([Carmona et al, 2015](#))
  - Temperatura *Windchill* melhor descritor que temperatura média ([Carder et al, 2005](#) e [Kunst et al, 1994](#))

## PERSPECTIVAS FUTURAS

- Testar diferentes *lags*
- Usar indicador diário para controlar o confundimento da atividade gripal
- Contribuir para a atualização do Sistema FRIESA



# Modelação do efeito do frio extremo na saúde da população de Lisboa: contributos para um sistema de vigilância e alerta

## Muito Obrigada!

Susana Pereira da Silva

[susana.pereira@insa.min-saude.pt](mailto:susana.pereira@insa.min-saude.pt)

Relatório  
Completo

