



Inferência dos Estágios Iniciais da COVID-19 em Portugal



Fernando C. Batista*, Americo Cunha Jr.**

*ESTG, CDRSP, Instituto Politécnico de Leiria, P-2411-901, Leiria, Portugal
**Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 20550-900 Brasil



Primeiro casos com sintomas na Europa



Dezembro							Janeiro							Fevereiro							Março										
S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D				
48	25	26	27	28	29	30	1	30	31	1	2	3	4	5	27	28	29	30	31	1	2	9	24	25	26	27	28	29	1		
49	2	3	4	5	6	7	8	2	6	7	8	9	10	11	12	6	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8
50	9	10	11	12	13	14	15	3	13	14	15	16	17	18	19	7	10	11	12	13	14	15	16	11	9	10	11	12	13	14	15
51	16	17	18	19	20	21	22	4	20	21	22	23	24	25	26	8	17	18	19	20	21	22	23	12	16	17	18	19	20	21	22
52	23	24	25	26	27	28	29	5	27	28	29	30	31	1	2	9	24	25	26	27	28	29	1	13	23	24	25	26	27	28	29
1	30	31	1	2	3	4	5	6	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	14	30	31	1	2	3	4	5

França

- 25 janeiro - Primeiros casos
- 23 dezembro - Sintomas fortes de paciente que entrou nas urgências a 27 de dezembro.

Itália

- 31 janeiro - Turistas chineses
- 20 fevereiro - Surto na Lombardia
- 01 janeiro - 1º sintoma - "Cereda et al."

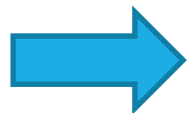
Portugal

- 02 março - Primeiros casos
- 11 março - Um idoso internado acusou positivo e já estava há uma semana no hospital.
- 21 fevereiro - DGS já tinha informação para calcular o $R(t)$



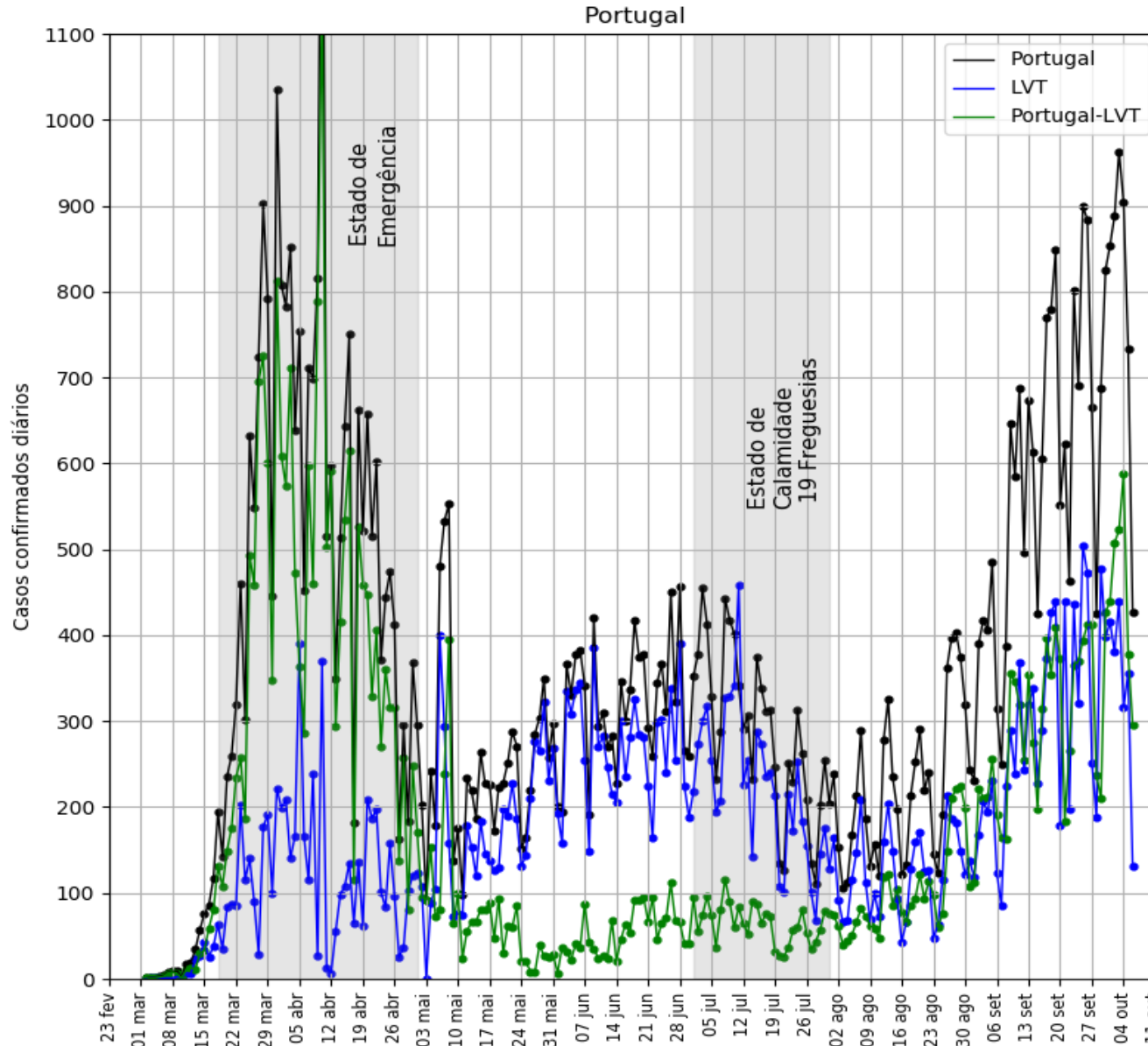
- O SARS-COV-2 **propaga-se muito silenciosamente** e sem os alertas clínicos e sem a realização de teste para a Covid-19 era muito **difícil detetar** a existência de pacientes infectados.
- Já há muita literatura a indicar que houve pessoas infectas muito **antes das primeiras notificações oficiais**.

Há assim todo o interesse em **detetar a data real da primeira infecção** para assim perceber melhor toda a dinâmica da pandemia.



Estimar a verdadeira curva epidêmica inicial

DADOS - Incidência da COVID-19 em Portugal - 02/03 a 06/10



Primeiro caso registado
2 de março

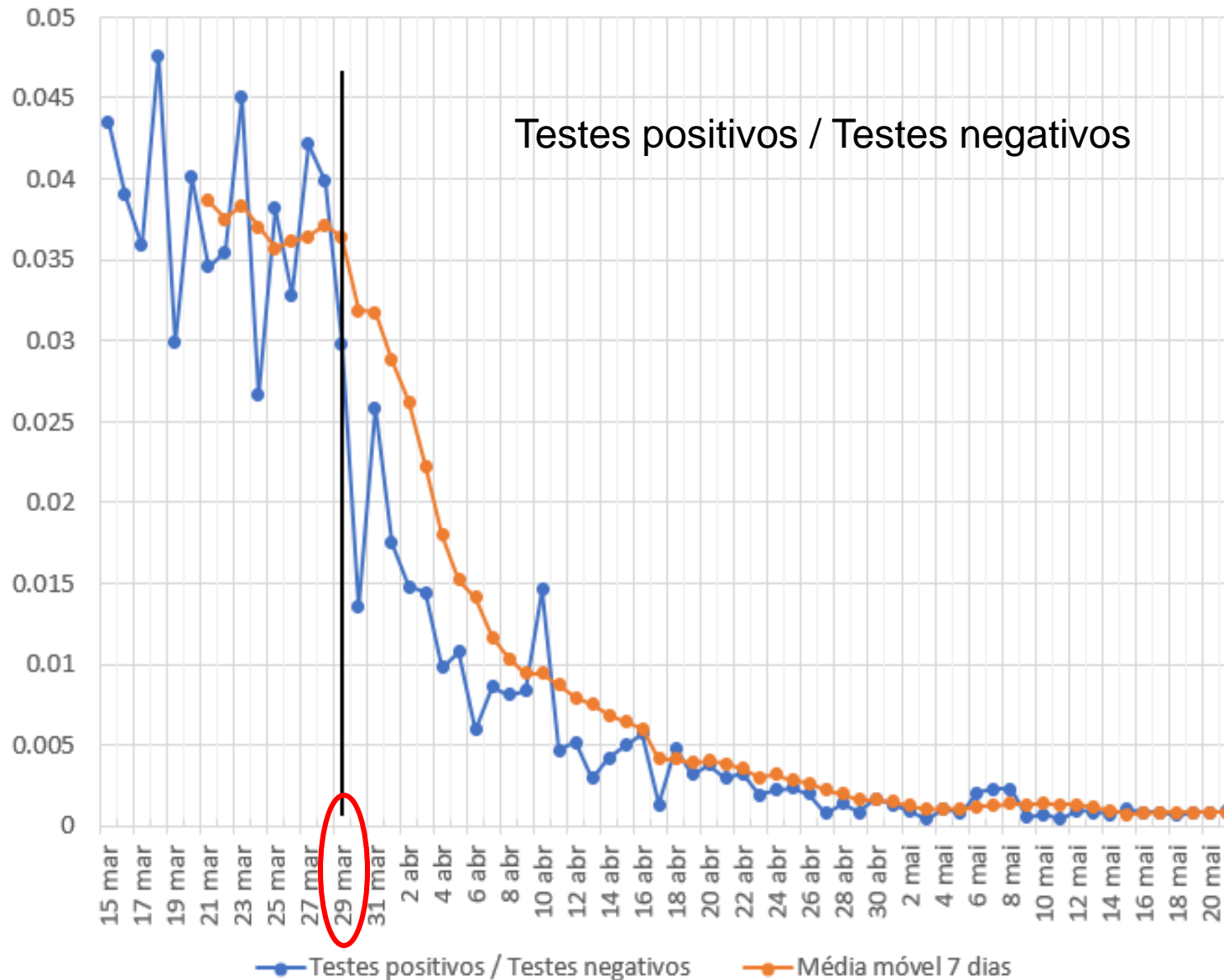
No mês de março houve uma subida exponencial de registos de casos que só inverteu no início de abril.



Qual será o dia onde encontramos a **curva epidêmica estacionária**?

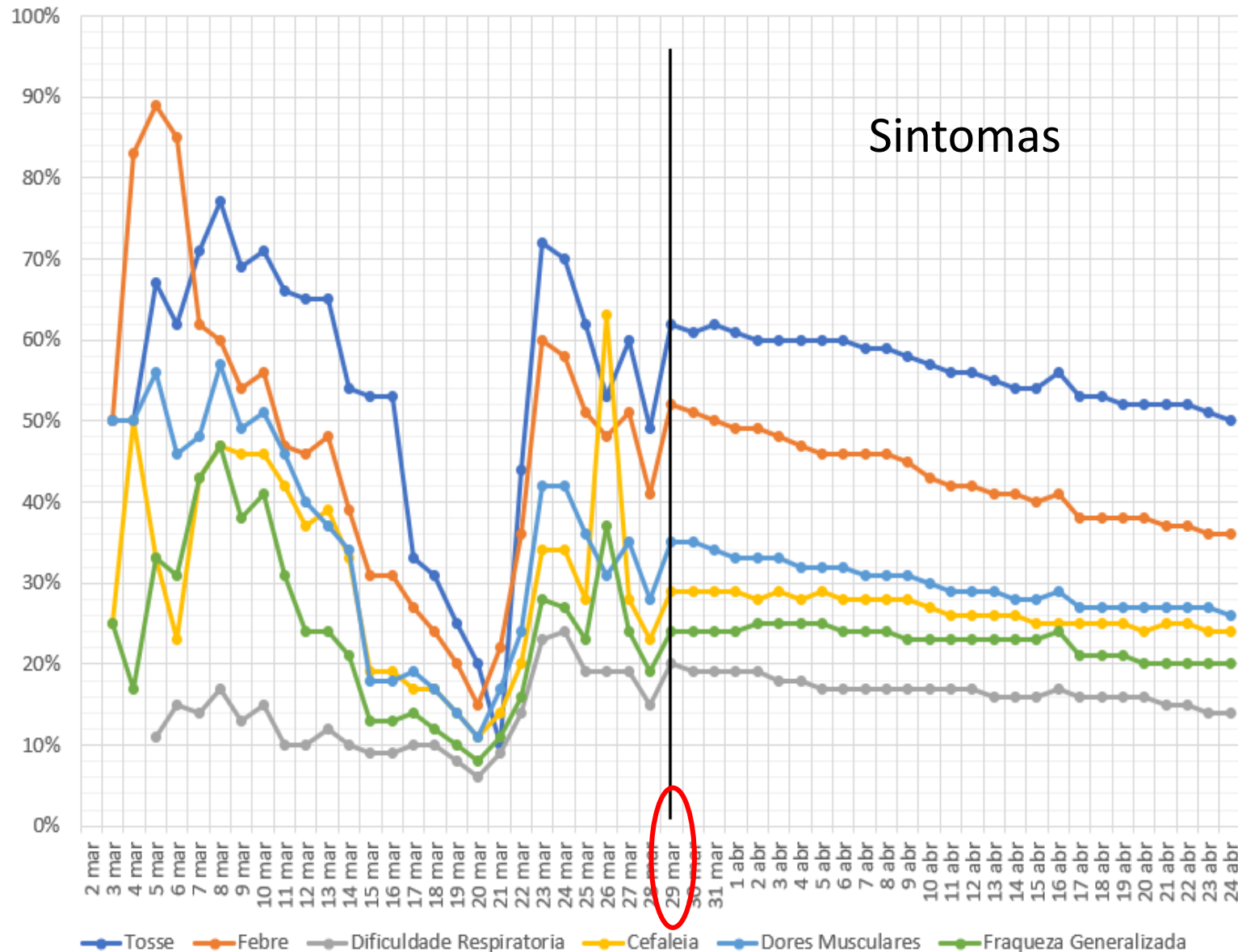
3 INDICADORES

INDICADORES - Rácio entre testes



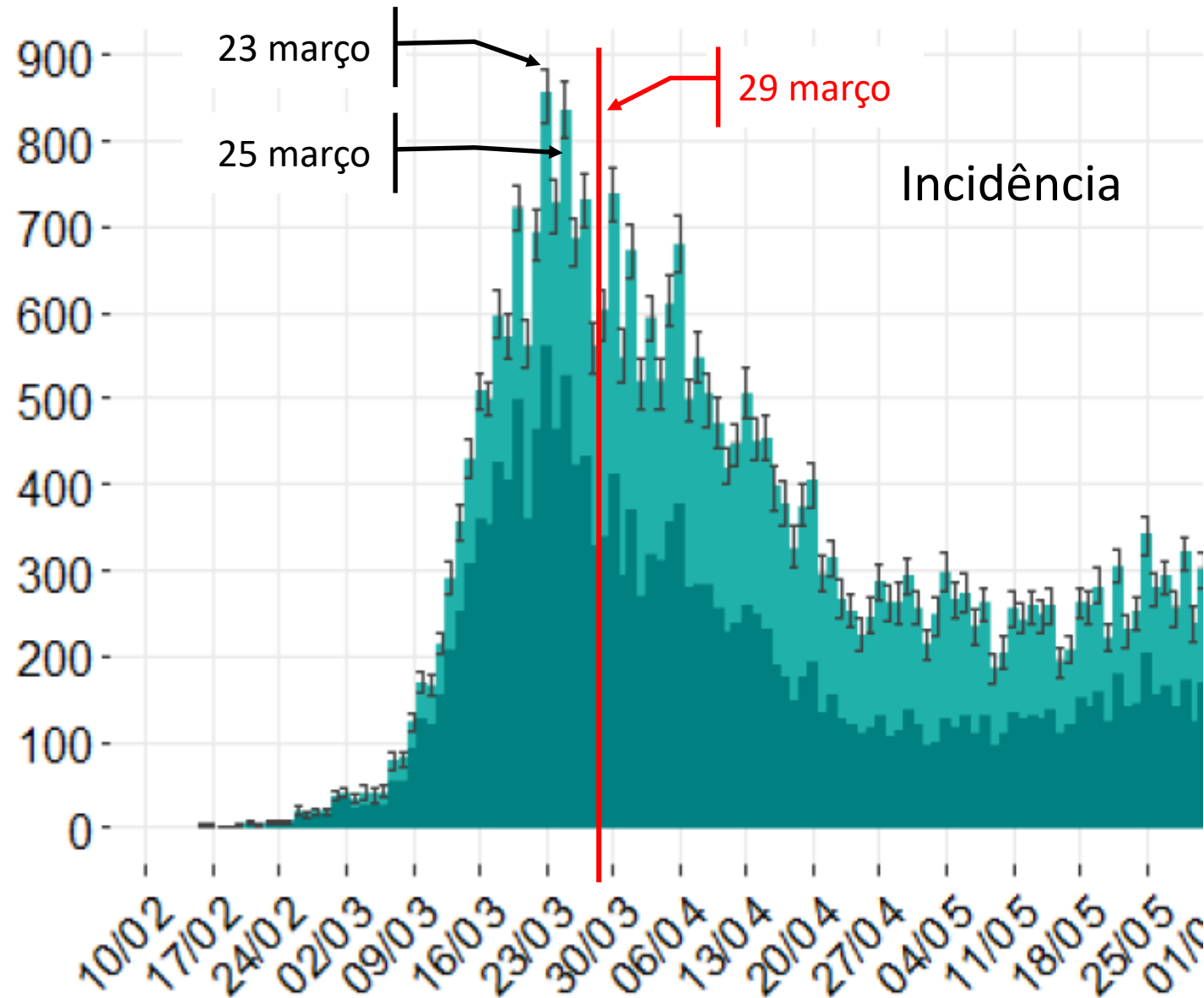
Até dia 29 de março não estavam a ser feitos testes suficientes para acompanhar toda a frente da infeção na comunidade.

INDICADORES - Estabilização dos sintomas



Só a partir do dia 29 de março é que se testou um numero representativo da frente da infecção na comunidade o que permitiu estabilizar a porcentagem dos sintomas dos infetados.

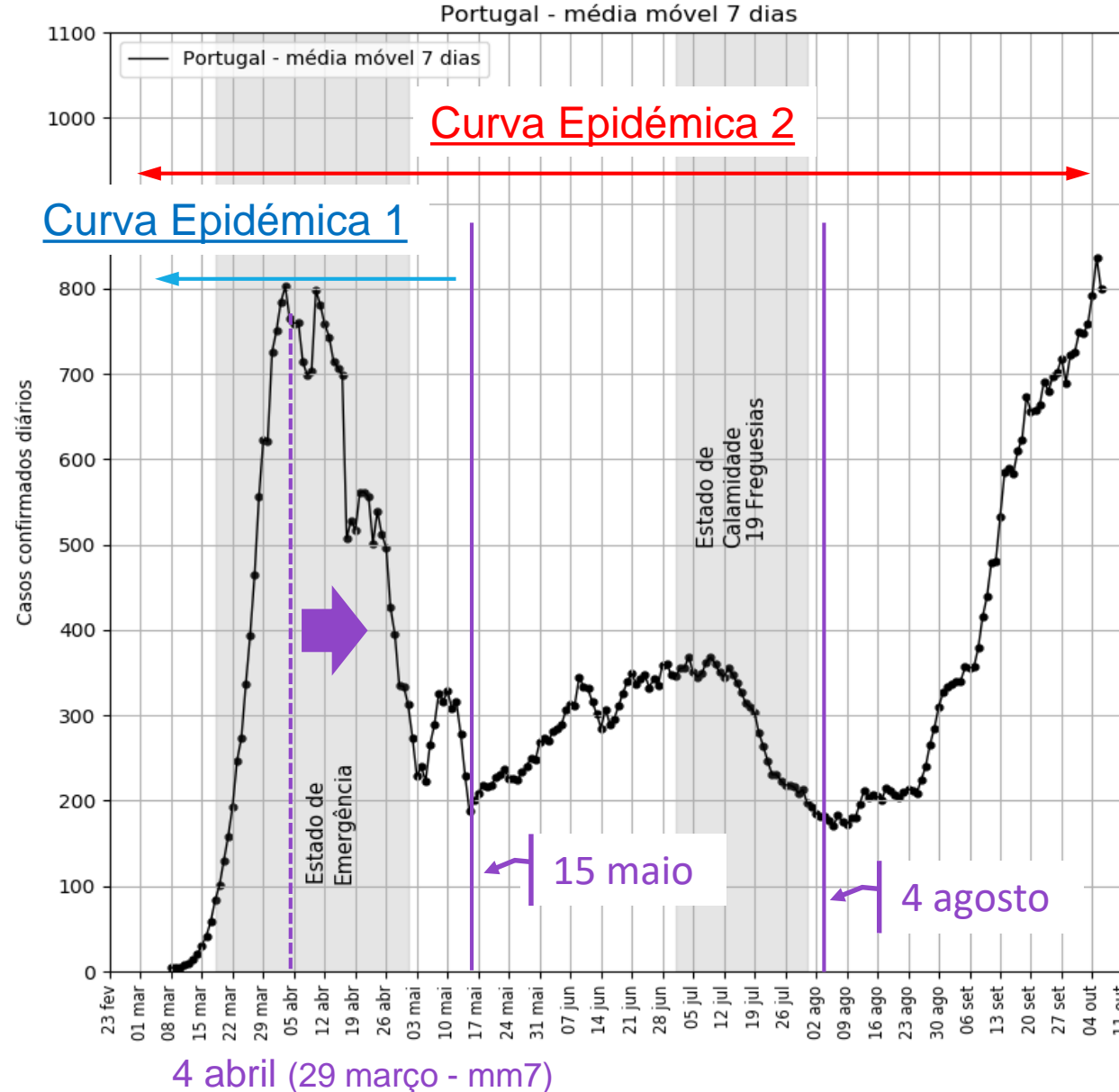
INDICADORES - Pico de início de sintomas



“Pico da incidência de início de sintomas terá sido entre o dia 23 e 25 de março”

Imagem: DGS Portugal

MÉTODO - Curvas epidémicas



Curva Epidémica 1

Uma onda

Curva Epidémica 2

Três onda

Três Cenários

Cenário 1 - Pico "29 março"

Cenário 2 - Pico "24 março"

Cenário 3 - Pico "19 março"

Curva Epidémica 1

Curva de crescimento acumulado (Curva logística)

$$C(t) = \frac{K}{1 + e^{-r(t-t_m)}} \Rightarrow I(t) = \frac{dC(t)}{dt} \Rightarrow$$

Curva de Incidência

$$I(t) = \frac{rKe^{-r(t-t_m)}}{(1 + e^{-r(t-t_m)})^2}$$

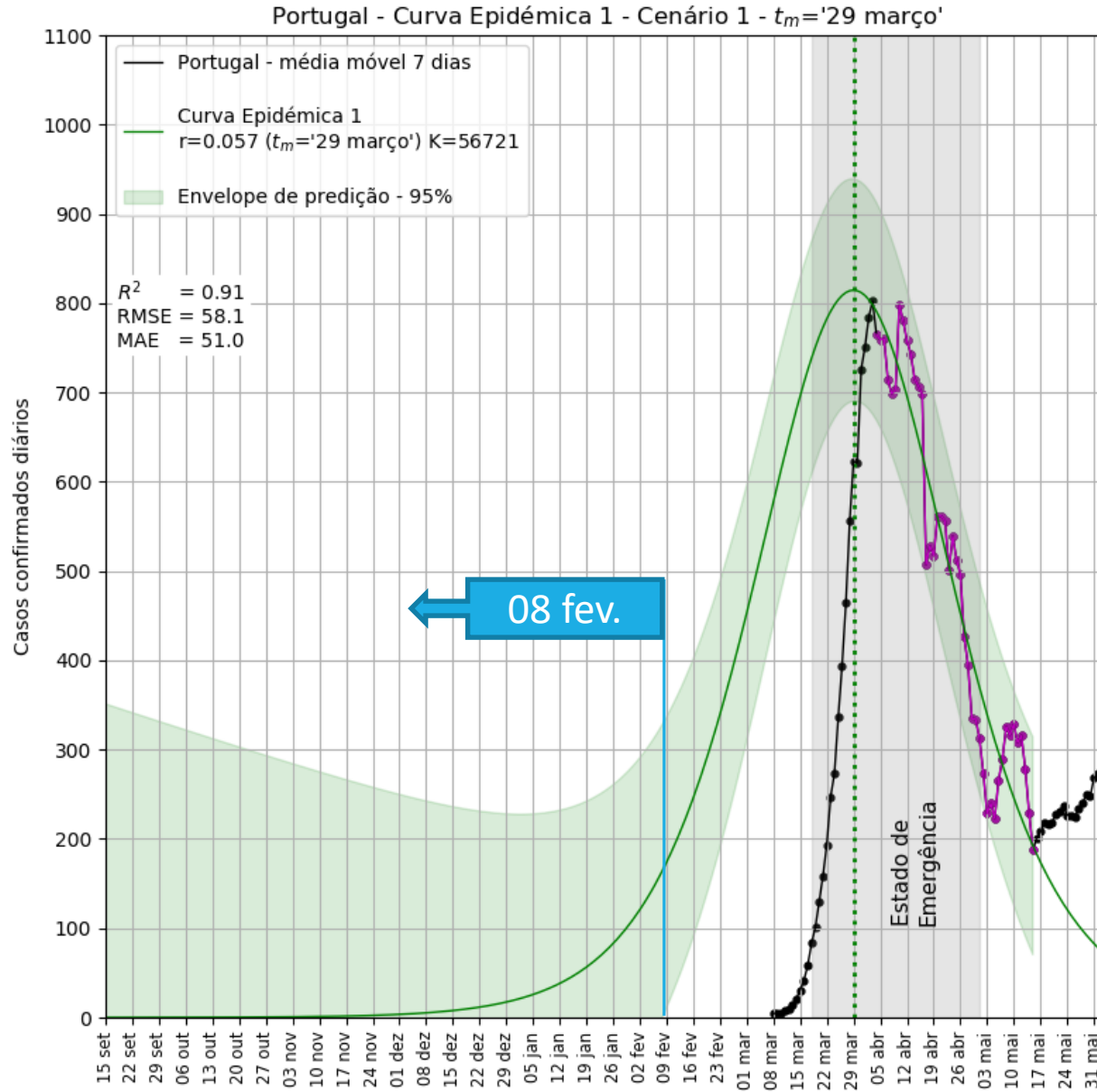
Curva Epidémica 2

$$I(t) = \frac{r_1 K_1 e^{-r_1(t-t_{m1})}}{(1 + e^{-r_1(t-t_{m1})})^2} + \frac{r_2 K_2 e^{-r_2(t-t_{m2})}}{(1 + e^{-r_2(t-t_{m2})})^2} + \frac{r_3 K_3 e^{-r_3(t-t_{m3})}}{(1 + e^{-r_3(t-t_{m3})})^2}$$

Envelope de predição

$$I(t_i) \pm t_{N-2}(\gamma/2) \cdot S \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{N} + \frac{(t_i - \bar{t})^2}{\sum_{j=1}^N (t_j - \bar{t})^2}}$$

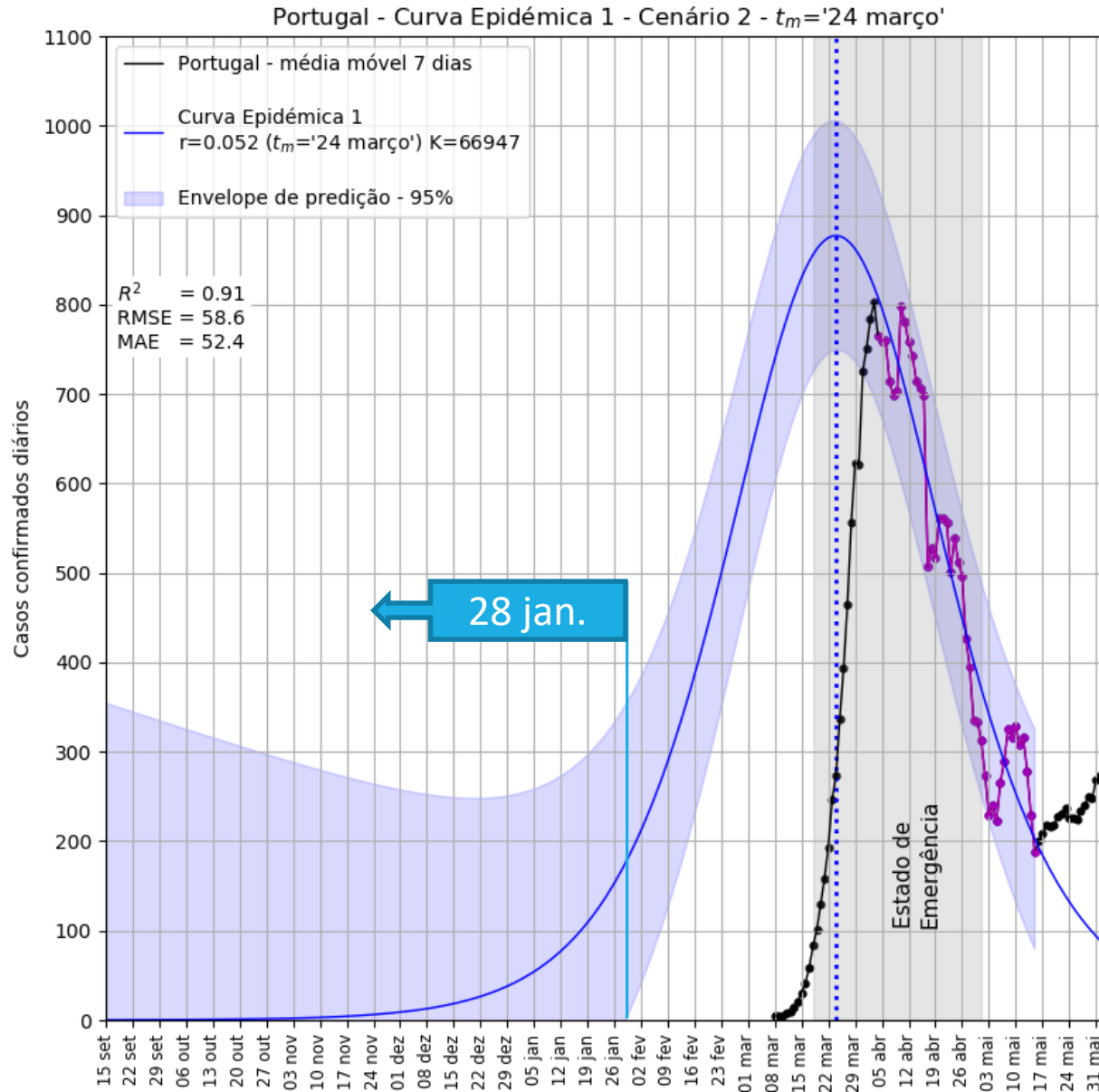
Resultados - Curva Epidêmica 1



Curva Epidêmica 1

Cenário 1
“29 de março”

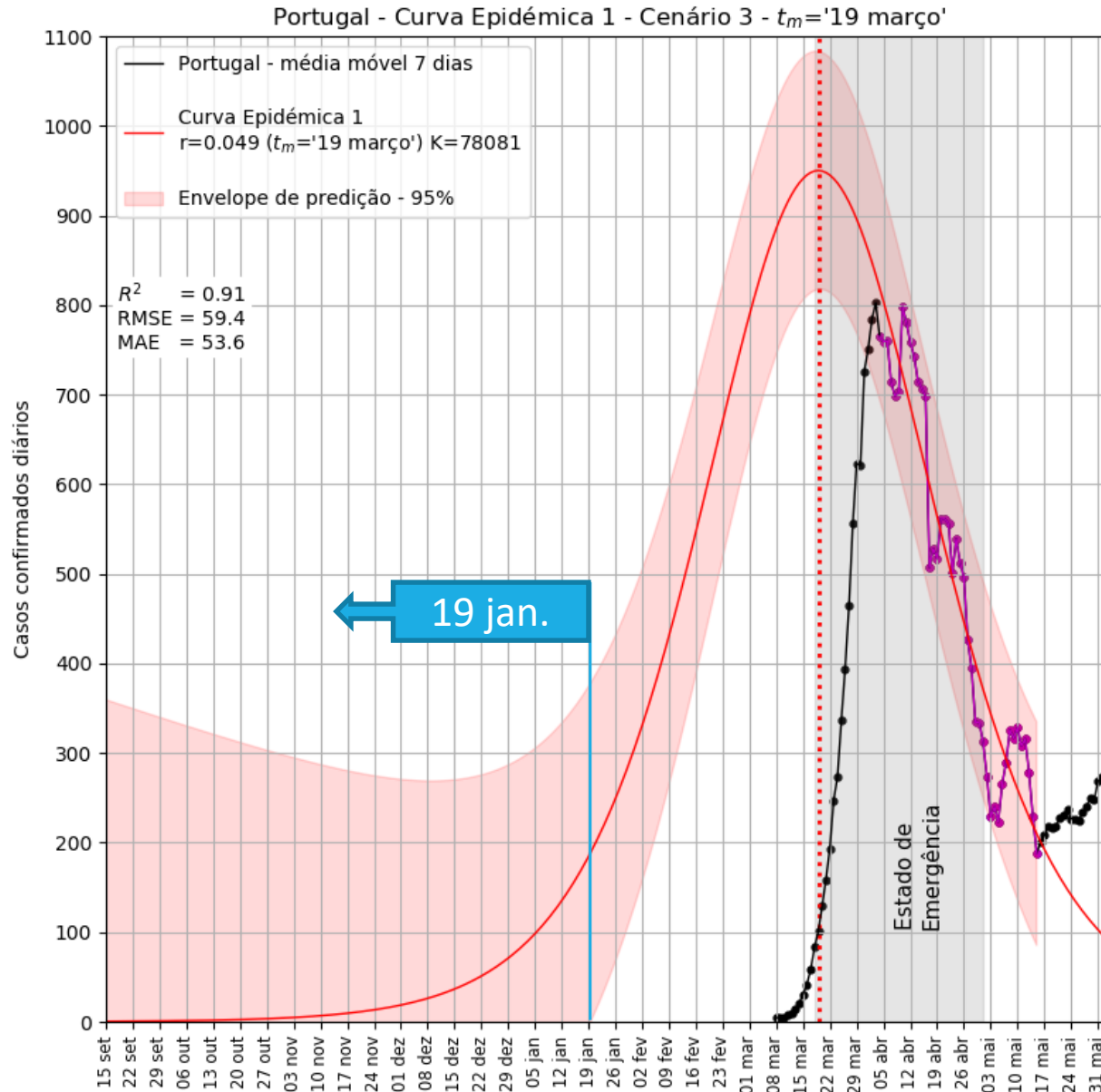
Resultados - Curva Epidêmica 1



Curva Epidêmica 1

Cenário 2
“24 de março”

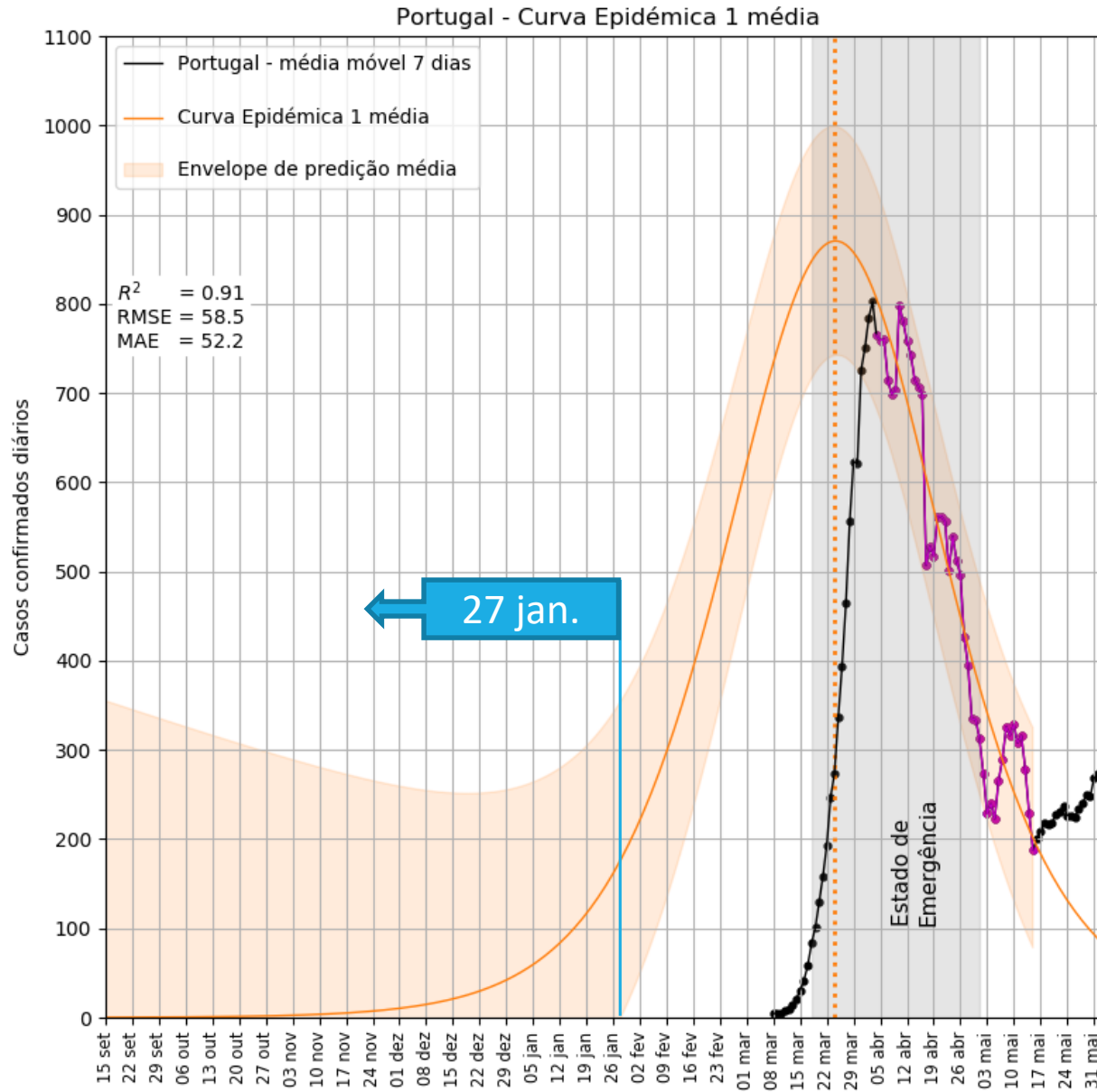
Resultados - Curva Epidêmica 1



Curva Epidêmica 1

Cenário 3
“19 de março”

Resultados - Curva Epidêmica 1

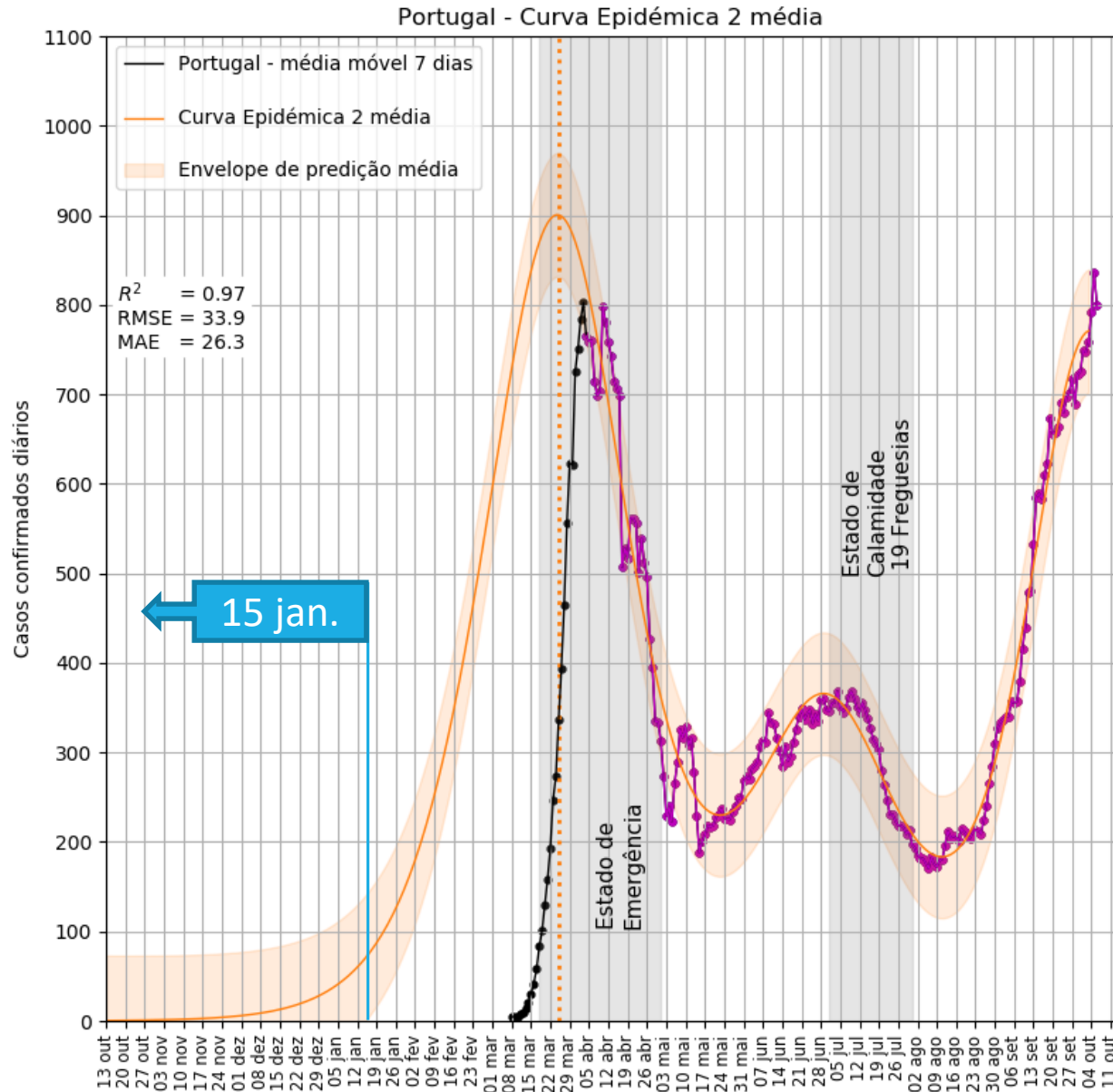


Curva Epidêmica 1

Média dos
3 Cenários

27 de janeiro

Resultados - Curva Epidêmica 2



Curva Epidêmica 2

Média dos
3 Cenários

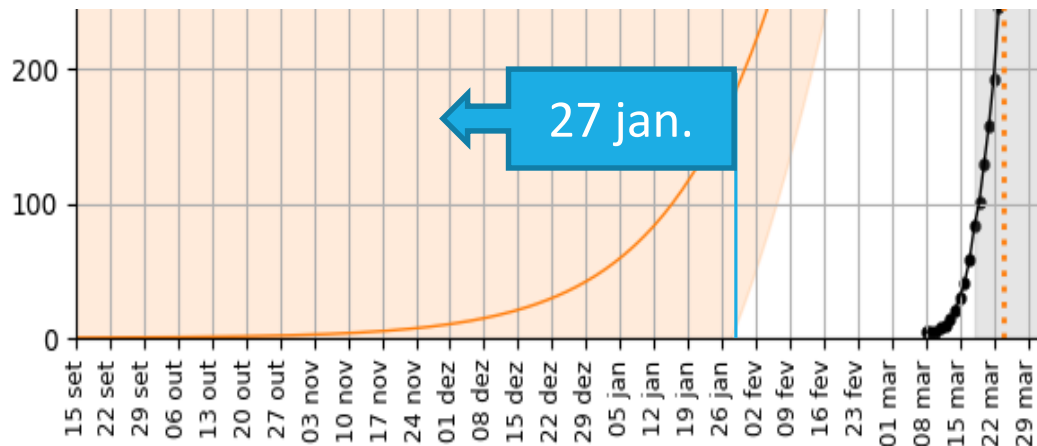
- Não foi tomado em conta a possível redução de contágios imposta pelo **confinamento** a partir do dia 18 de março.
- Em março e em abril houve com certeza um **atraso irregular nas notificações** dos casos.
- Não foi possível olhar para a evolução das **datas de início dos sintomas** que representam com maior precisão a evolução da doença.

- A **Curva Epidêmica 1** é gerada com a informação que descreve mais corretamente o início da infecção, pois **tem apenas informação pertencente à primeira onda.**

Cenários	Curva Epidêmica 1
1 - (29 março)	[Final de novembro, 8 fevereiro]
2 - (24 março)	[Início de novembro, 28 janeiro]
3 - (19 março)	[Meados de outubro, 19 janeiro]
Curva média	[Início de novembro, 27 janeiro]

Delatorre et al. com os dados do Worldometer

País	Data
Itália	15-jan
Espanha	28-jan
França	22-jan



Obrigado pela atenção!

Perguntas!?

Fernando C. Batista

`fernando.batista@ipleiria.pt`

Americo Cunha Jr.

`americo.cunha@uerj.br`