

ENEGI | 20
23

Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial

GESTÃO DE DADOS DURANTE A PANDEMIA: UM CASO DE ESTUDO



Fernando da Conceição Batista*, **Americo Barbosa da Cunha Junior****

*ESTG, CDRSP, Instituto Politécnico de Leiria, P-2411-901, Leiria, Portugal

** Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil



**POLITÉCNICO
DE LEIRIA**

CDRSP CENTRE FOR
RAPID AND SUSTAINABLE
PRODUCT DEVELOPMENT

Primeiro casos com sintomas na Europa - 2020

Dezembro 2019							Janeiro 2020							Fevereiro 2020							Março 2020								
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	24	25	26	27	28	29		
49	2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8
50	9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	11	9	10	11	12	13	14	15
51	16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	8	17	18	19	20	21	22	23
52	23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30	31	1	2	24	25	26	27	28	29	1	9	23	24	25	26	27	28	29
1	30	31	1	2	3	4	5	3	4	5	6	7	8	9	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 em Lisboa.
- 21 fevereiro - DGS já tinha calculado o $R(t)$

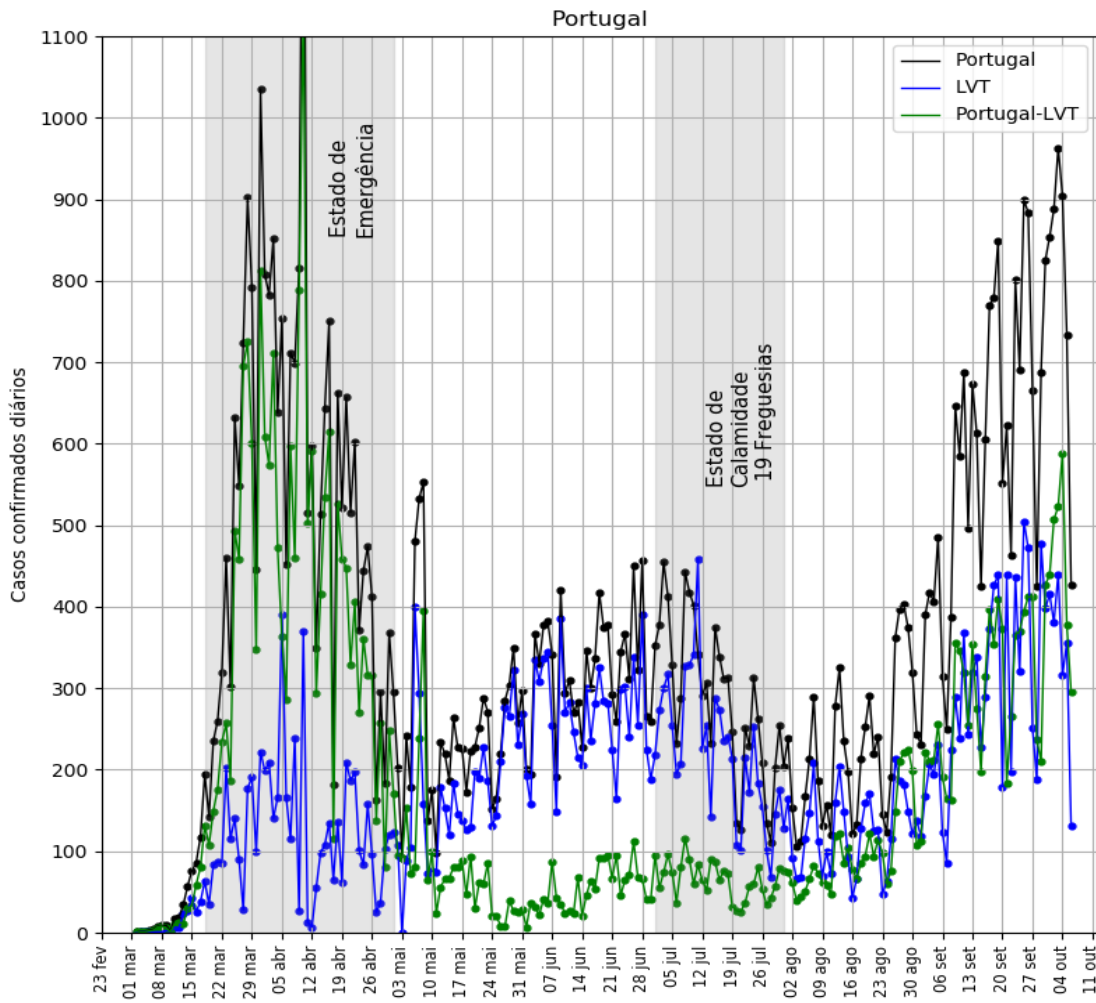
- O SARS-COV-2 **propaga-se muito silenciosamente** e sem os alertas clínicos e sem a realização de teste para a Covid-19 era muito **difícil detetar** a existência de pacientes infectados.
- Já há muita literatura a indicar que houve pessoas infectas muito **antes das primeiras notificações oficiais**.

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

Incidência da COVID-19 em Portugal – 02/03/2020 a 06/10/2020



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.

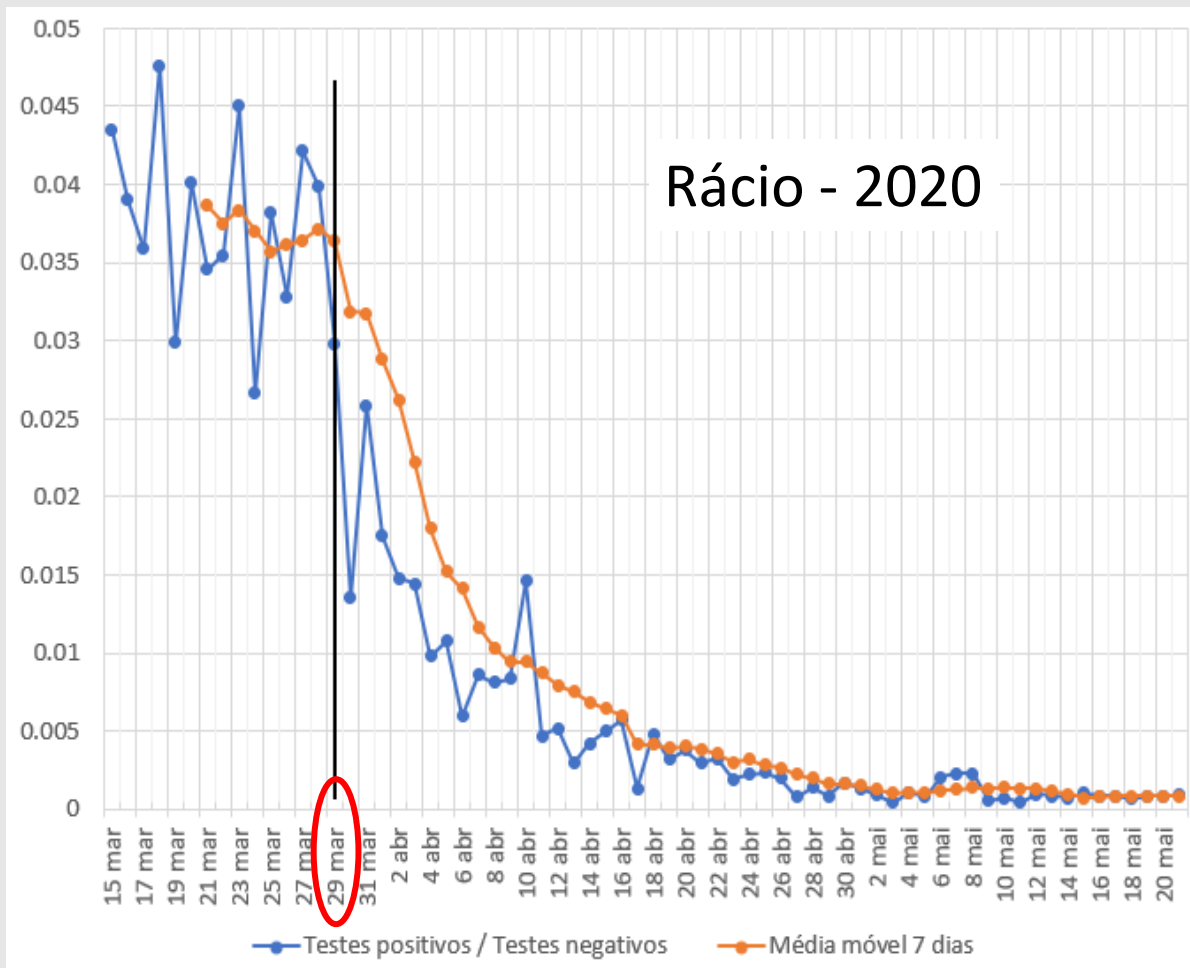


Qual será o dia onde encontramos a **curva epidêmica estacionária?**

3 INDICADORES

Fonte dos dados: DGS Portugal

INDICADORES - Rácio entre o número de testes

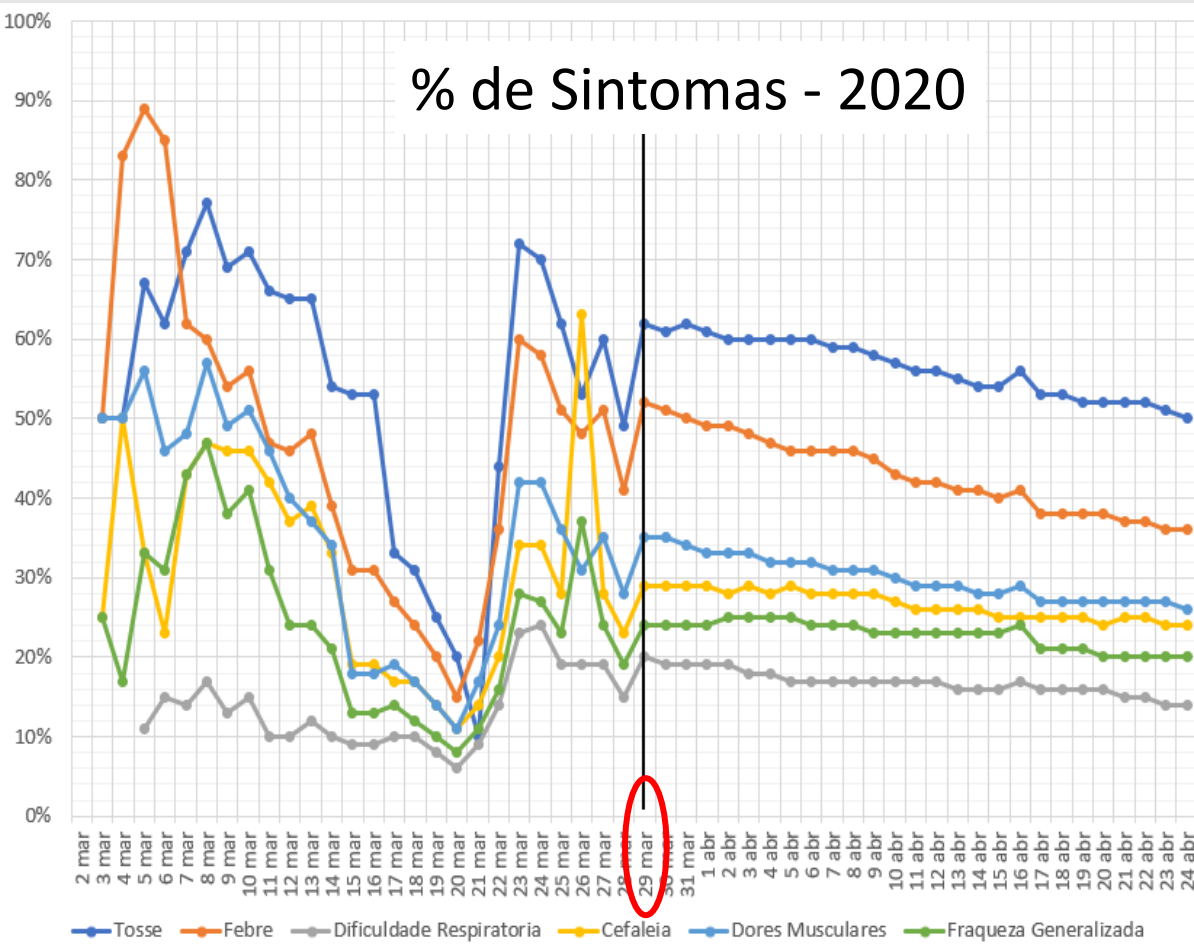


$$\text{Rácio} = \frac{n^{\circ} \text{ Testes positivos}}{n^{\circ} \text{ Testes negativos}}$$

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

INDICADORES - Estabilização da percentagem de sintomas

% de Sintomas - 2020

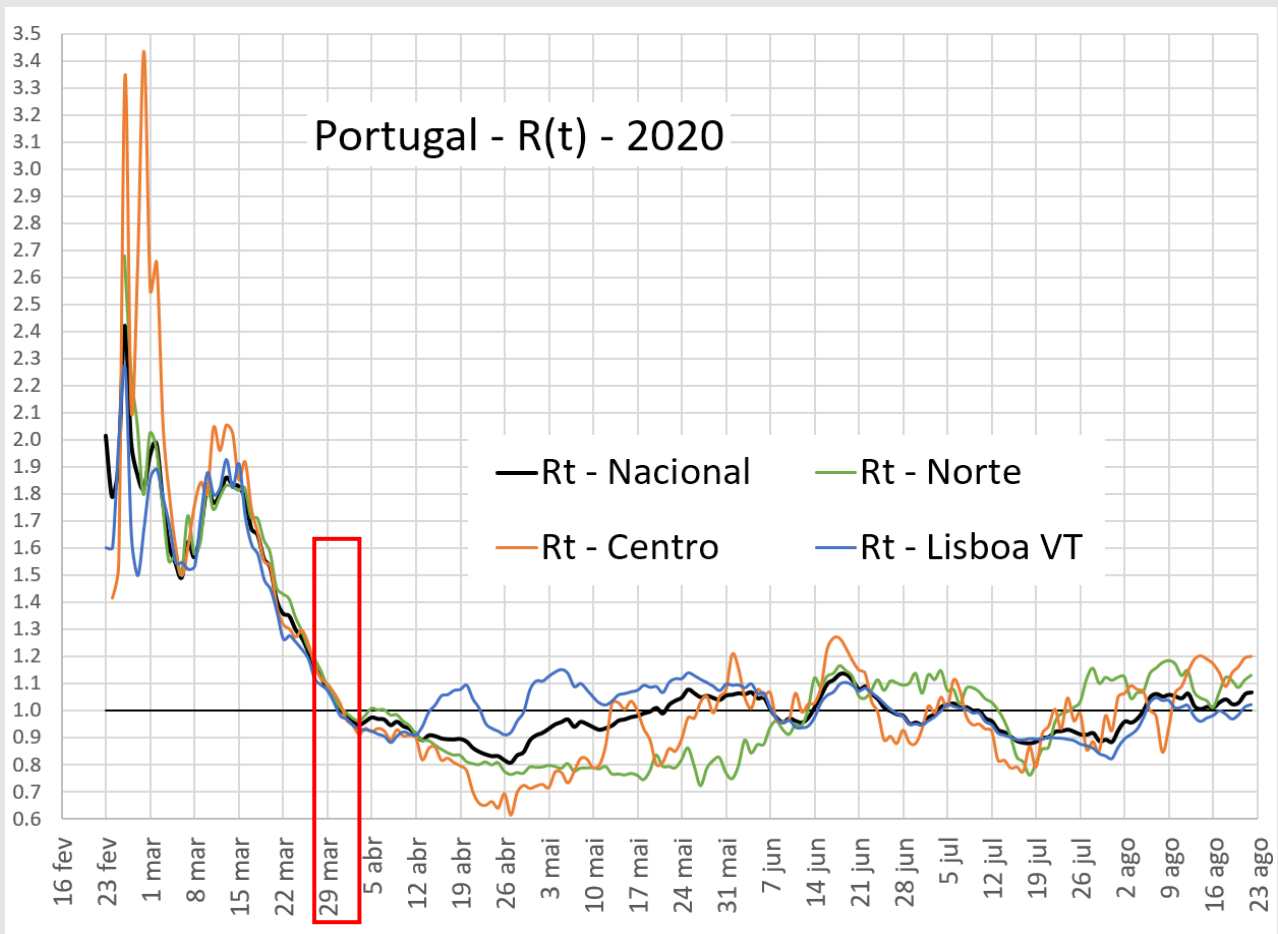


Sintomas

- Tosse
- Febre
- Dificuldade Respiratória
- Cefaleia
- Dores Musculares
- Fraqueza Generalizada

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

INDICADORES - Índice de transmissão - R(t)

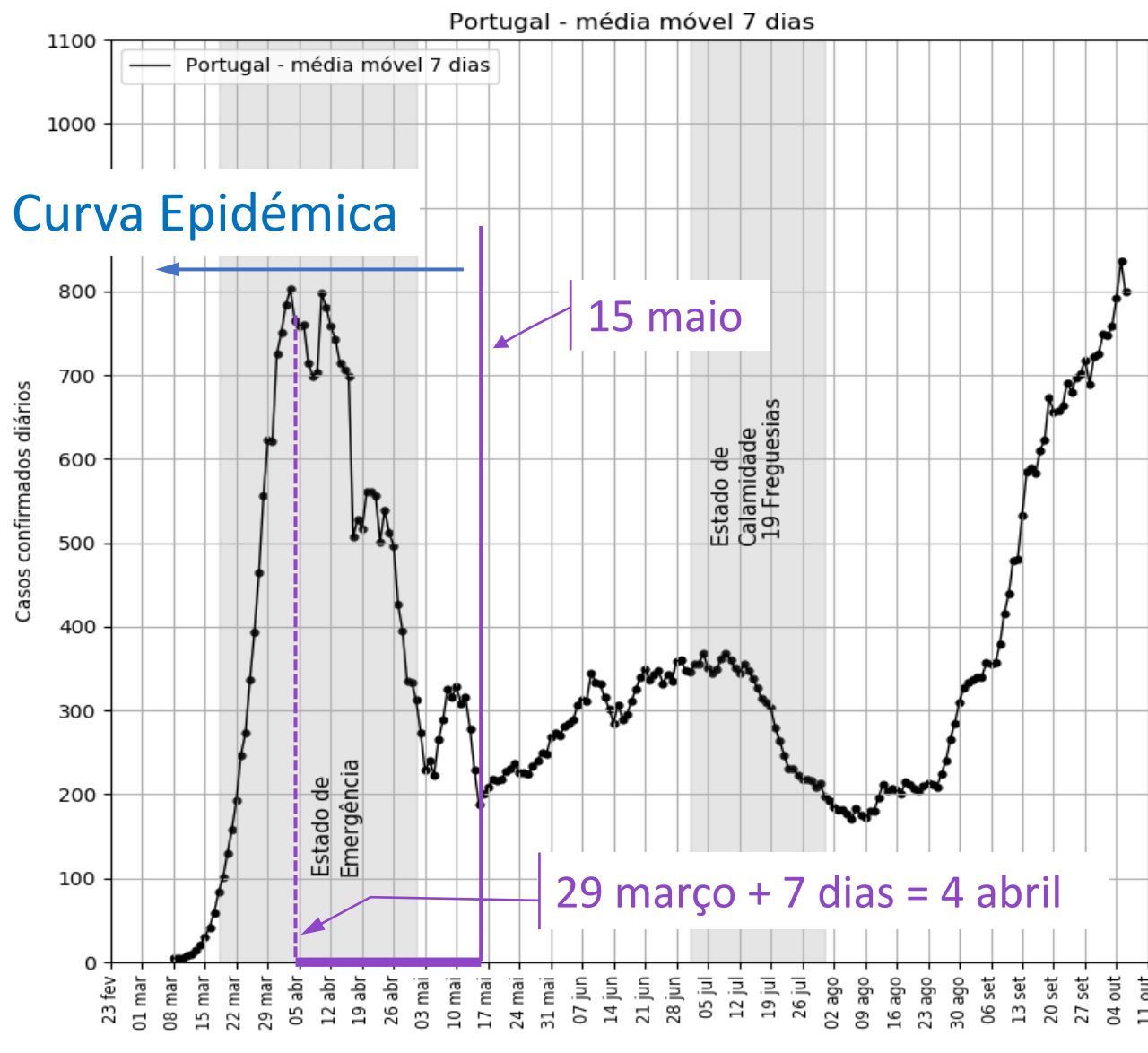


O cálculo do $R(t)$ tem como base a incidência.

Só a partir do dia **29 de março** é que surgiram valores coerentes com os valores de $R(t)$ deste vírus.

MÉTODO - Média Móvel de 7 dias

Curva Epidémica



Curva Epidémica

primeira onda

4 abril

a

15 maio 2020

Três Cenários

Cenário 1 - Pico "29 março"

Cenário 2 - Pico "24 março"

Cenário 3 - Pico "19 março"

MÉTODOS - Curva Logística C(t) e Curva Epidémica I(t)

Curva Epidémica Curvas de Richards (1959)

Curva de crescimento acumulado
(Curva logística)

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

$$I(t) = \frac{dC(t)}{dt} \Rightarrow$$

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

Curva de Incidência (Epidémica)

K – nº total de casos r – taxa de contágio t_m – dia do pico

Curva Epidémica total

$$I(t) = \sum_{i=1}^n \frac{r_i K_i e^{-r_i(t-t_{mi})}}{(1 + e^{-r_i(t-t_{mi})})^2}$$

$i = 1, \dots, n$ (ondas)

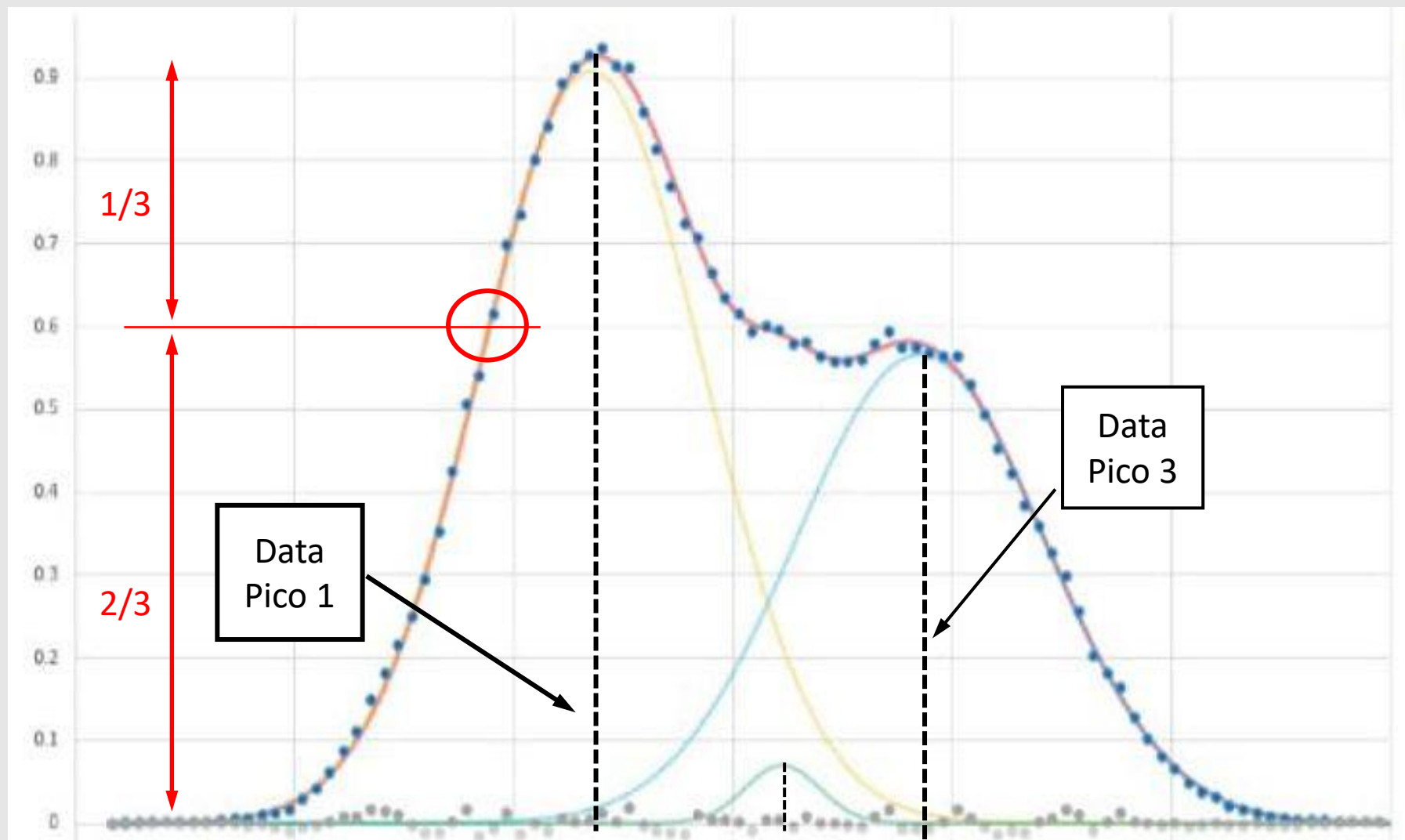
Envelope de predição

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

$\gamma = 5\%$

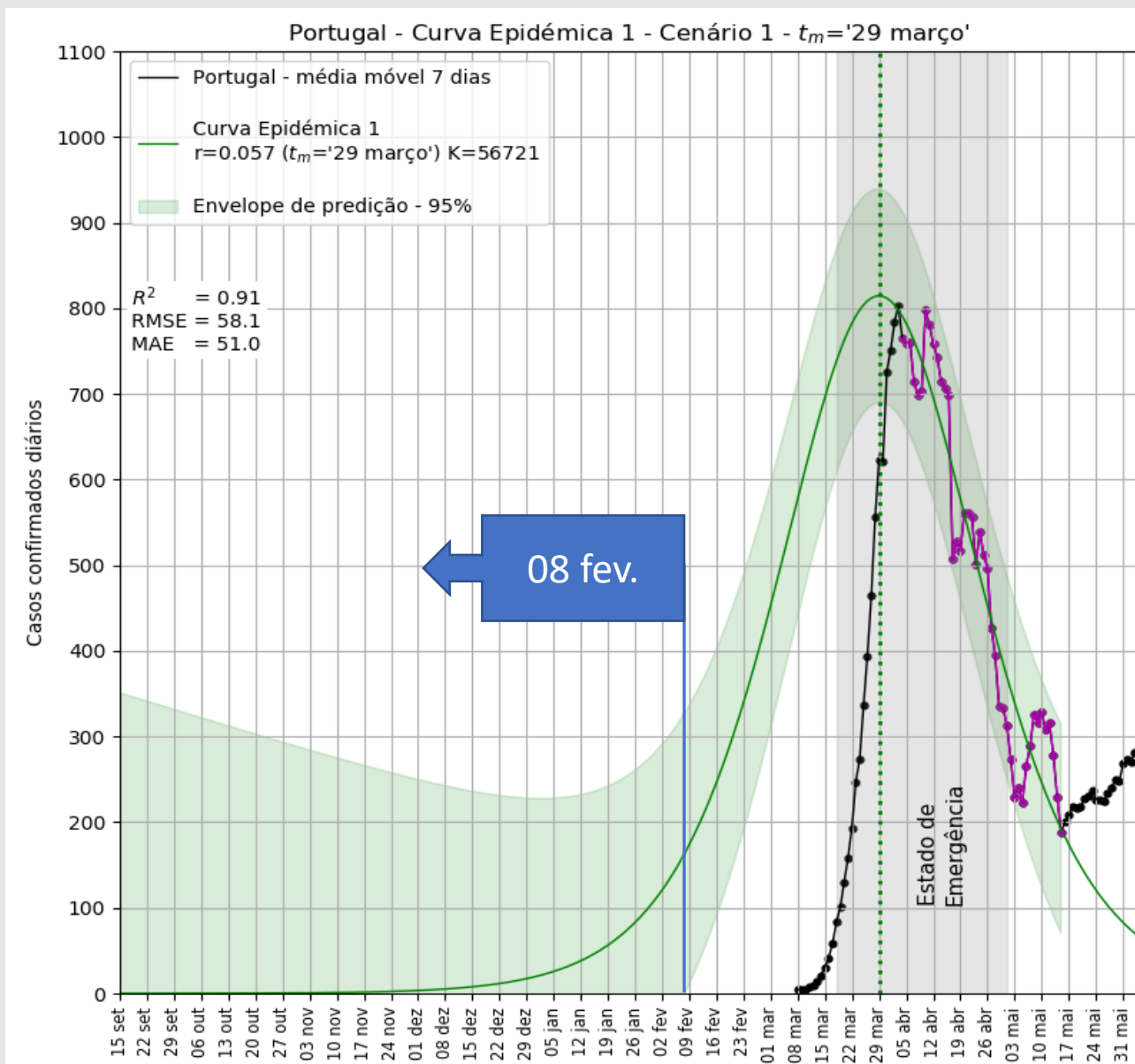
Confiança = 95%

Exemplo - Curvas Epidémicas



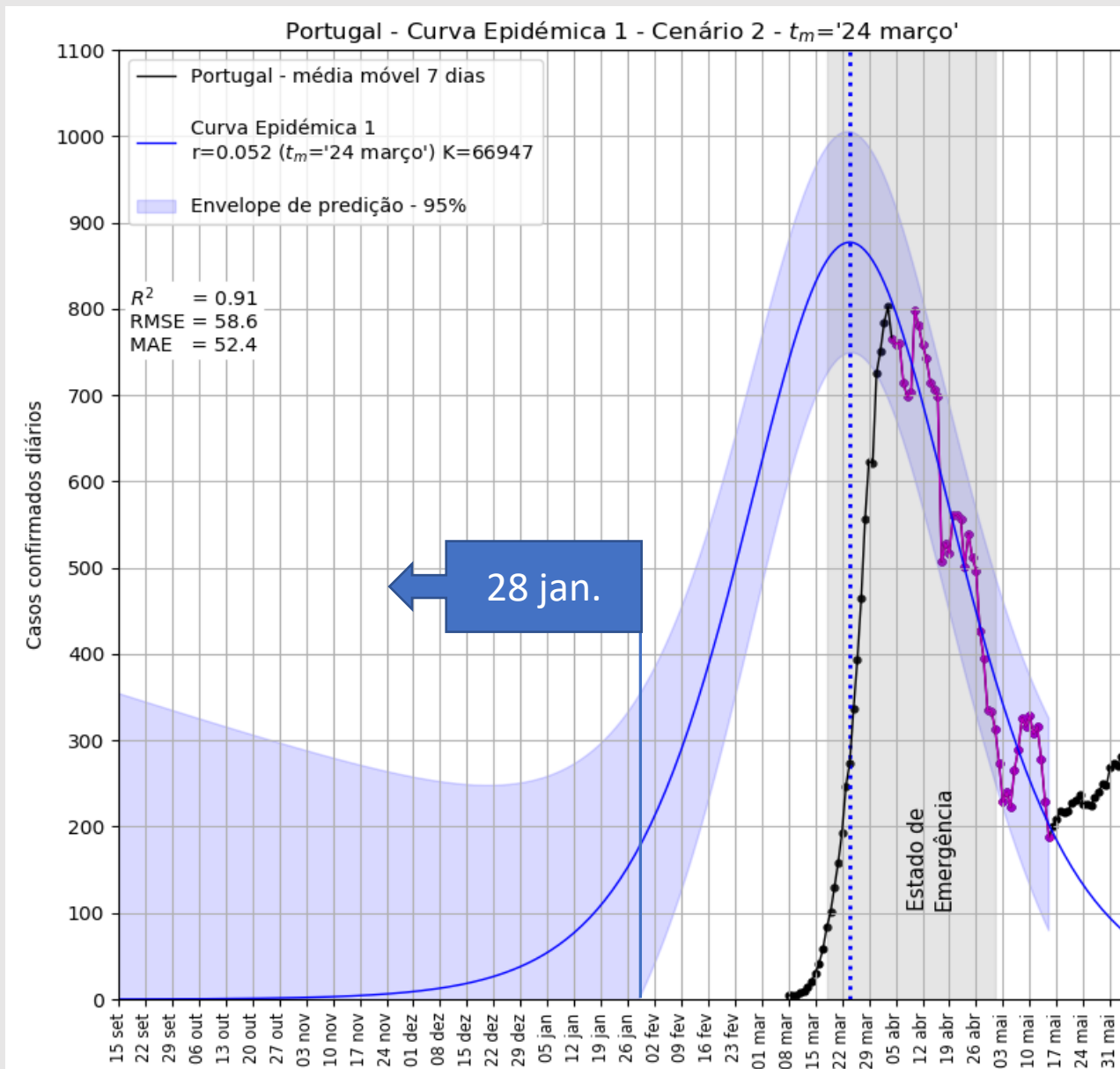
Fonte: desconhecida

Resultados - Curva Epidémica



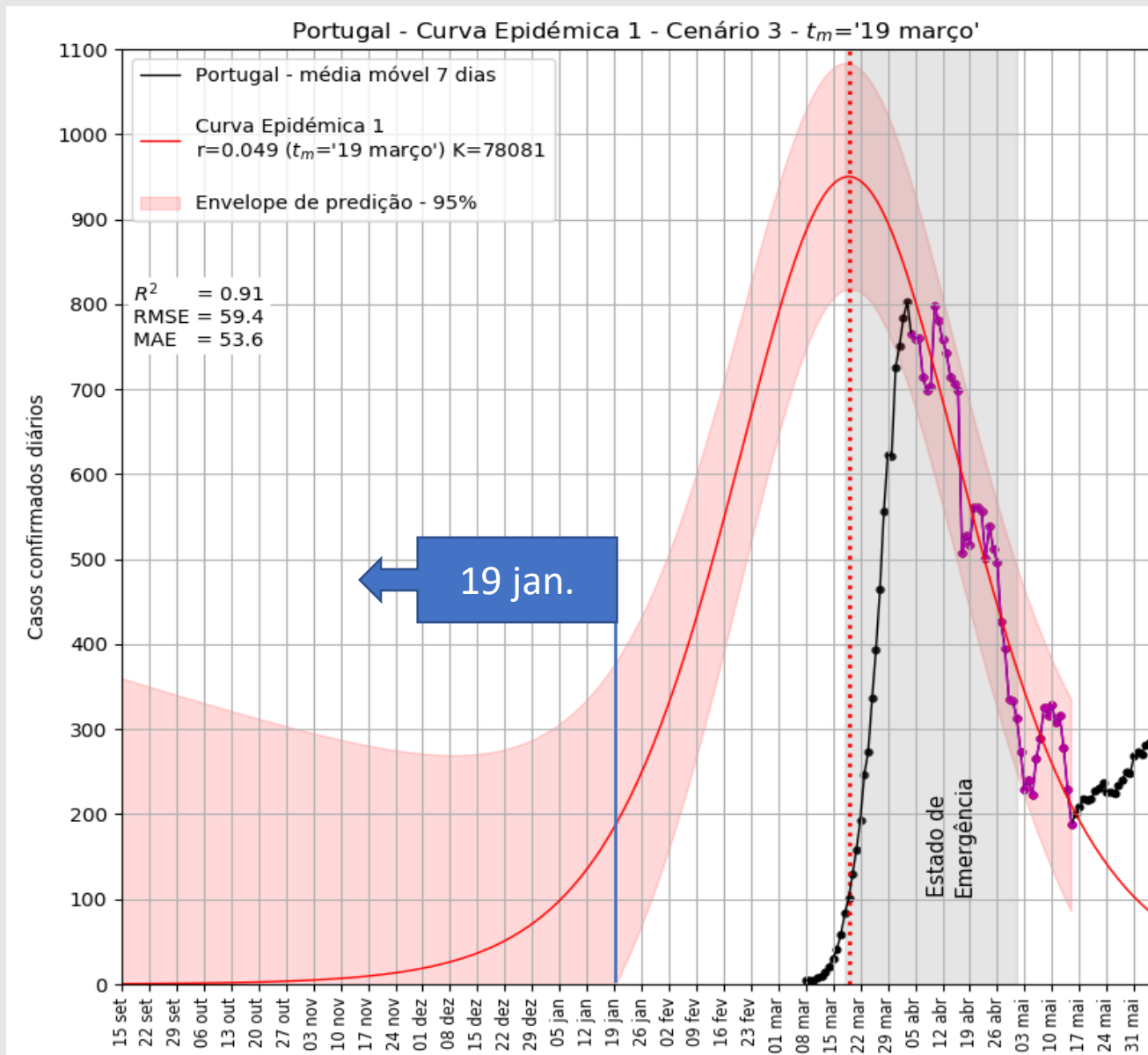
Cenário 1
“ $t_m = 29 \text{ de março}$ ”

Resultados - Curva Epidémica



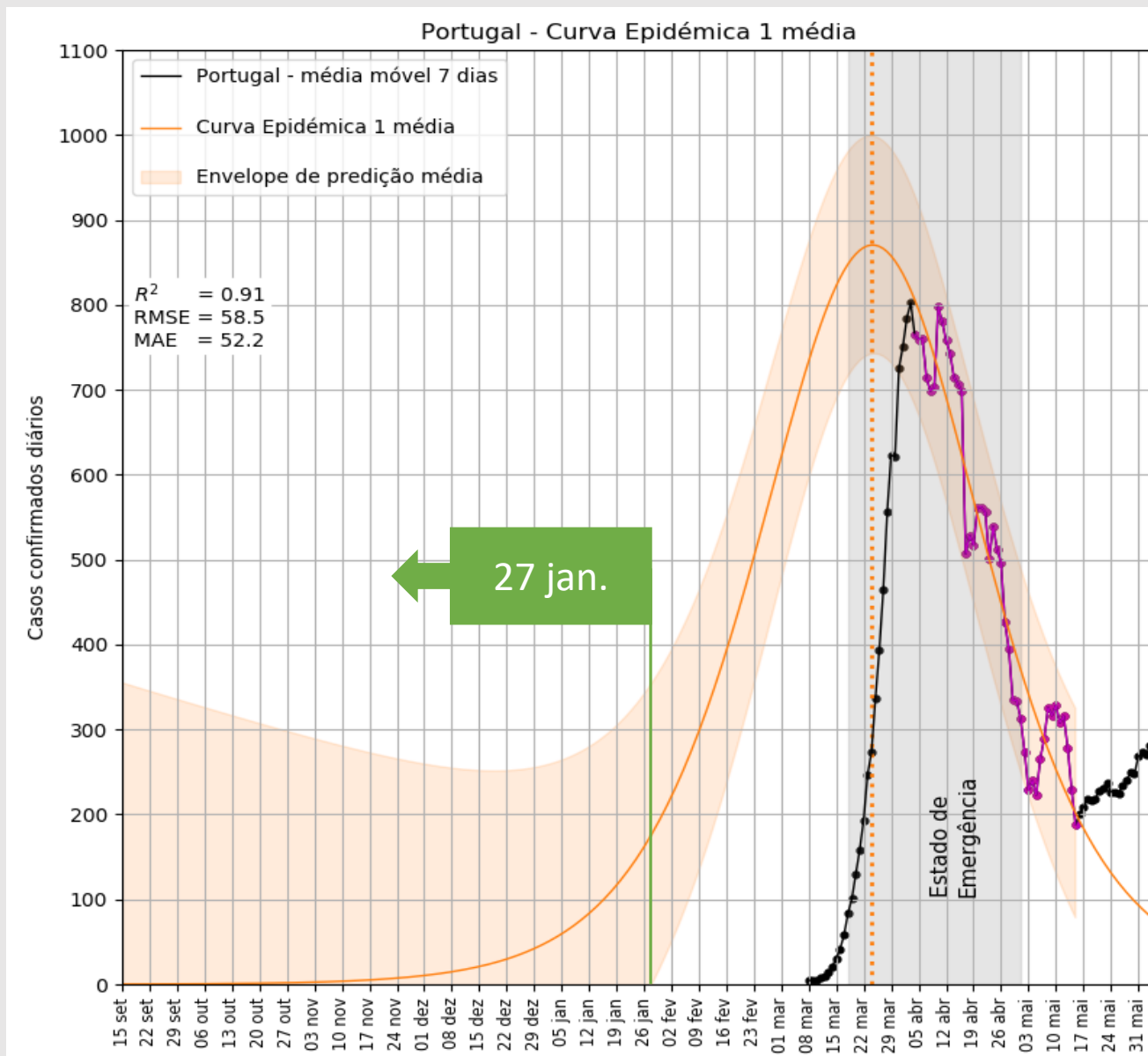
Cenário 2
“ $t_m = 24 \text{ de março}$ ”

Resultados - Curva Epidémica

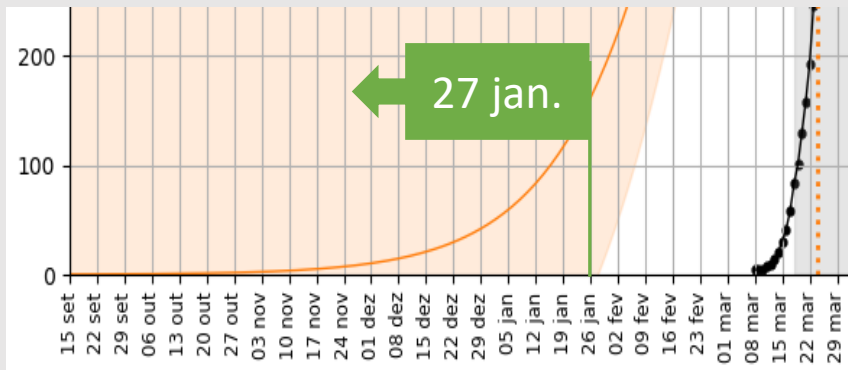


Cenário 3
“ $t_m = 19 \text{ de março}$ ”

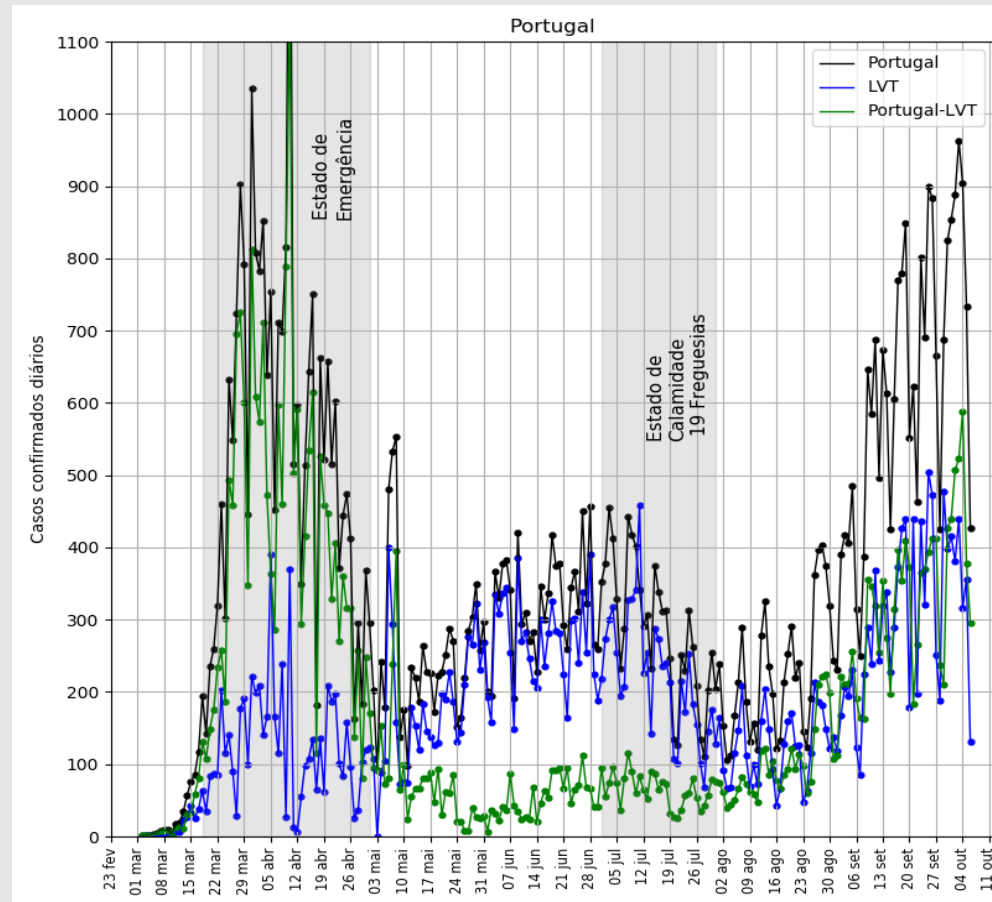
Resultados - Curva Epidémica - Média dos 3 Cenários



Conclusões



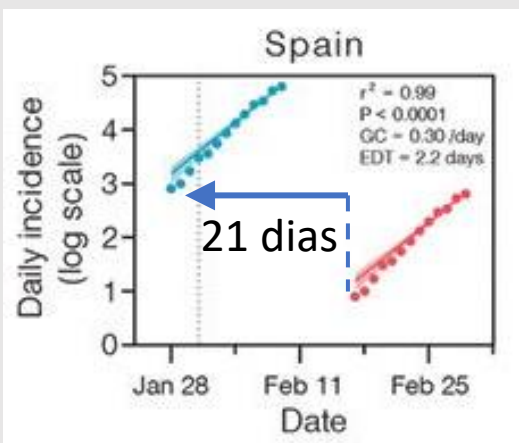
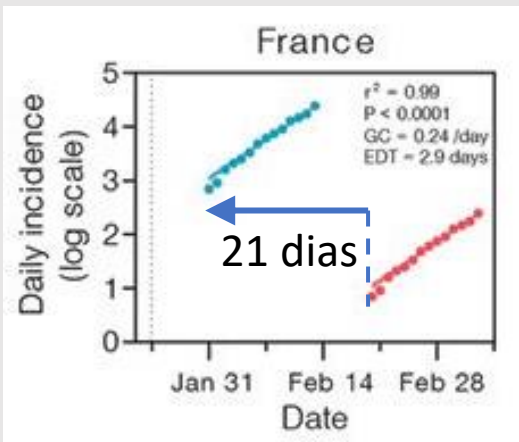
A **Curva Epidémica inicial** foi muito influenciada pela região norte e centro do país.



Fernando C. Batista, Americo Cunha Jr., Inferência dos Estágios Iniciais da COVID-19 em Portugal. XXIII Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2020), Nov 2020, Congresso Virtual, Brazil.
<https://hal.science/hal-02975810v2>

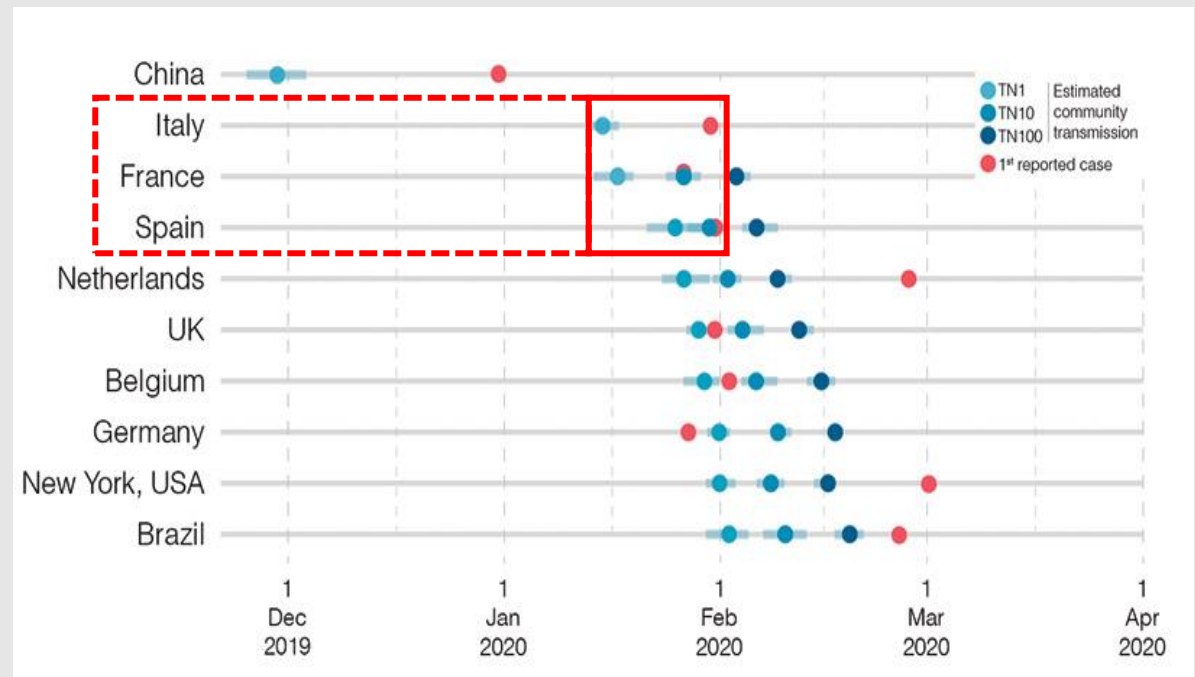
- Não foi tomado em conta a possível redução de contágios imposta pelo **confinamento** a partir do dia 18 de março de 2020.
- Em março e em abril houve com certeza um **atraso irregular nas notificações** dos casos.
- Não foi possível olhar para a evolução das **datas de início dos sintomas** que representam com maior precisão a evolução da doença.

Delatorre, Edson et al., Tracking the onset date of the community spread of SARS-CoV-2 in western countries, 2020, DOI: 10.1590/0074-02760200183.



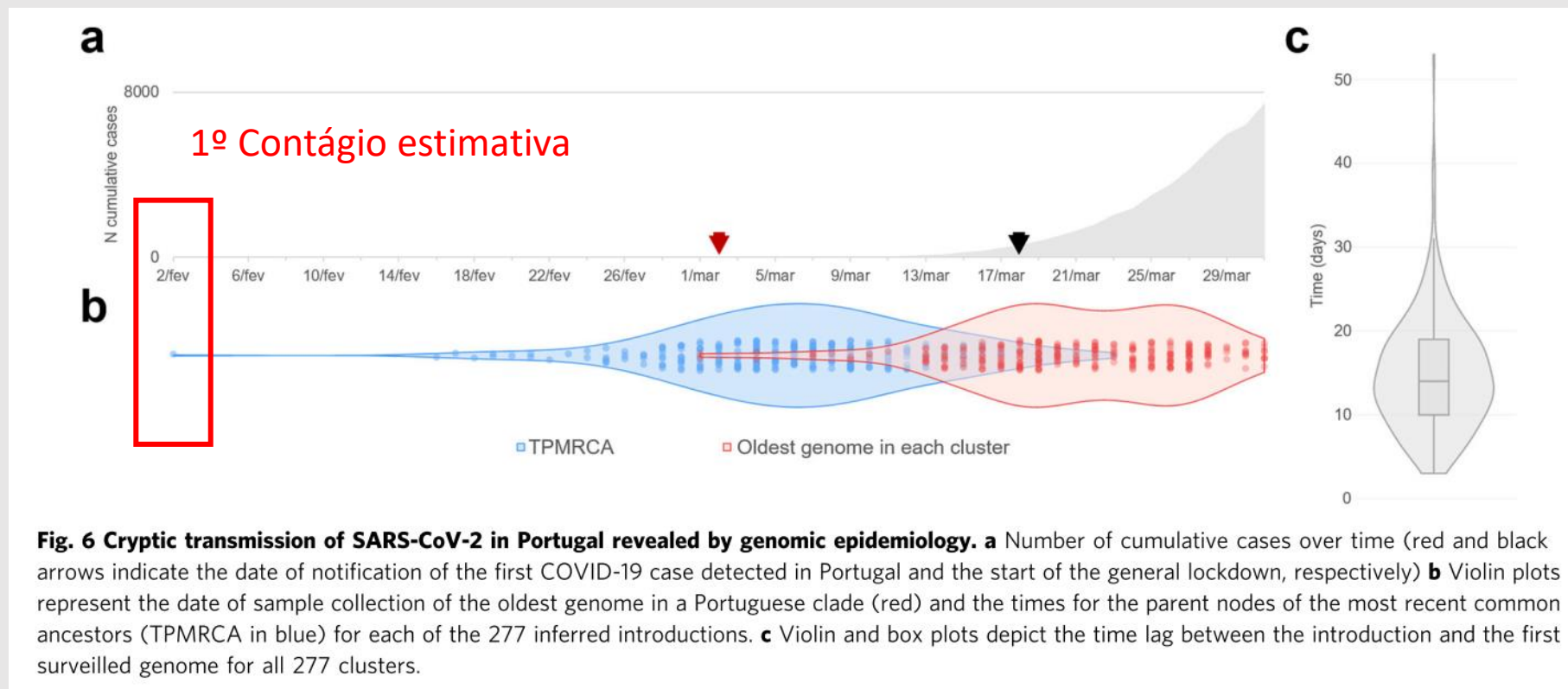
Estimaram a curva da incidência com 15 dias de atraso a curva dos óbitos

1º Contágio na última quinzena de janeiro



Borges, V., Isidro, J., Trovão, N.S. et al. SARS-CoV-2 introductions and early dynamics of the epidemic in Portugal. *Commun Med* 2, 10 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43856-022-00072-0>

“Although most introductions were estimated to have occurred during early March 2020, it is likely that SARS-CoV-2 was silently circulating in Portugal throughout February, before the first cases were confirmed.”

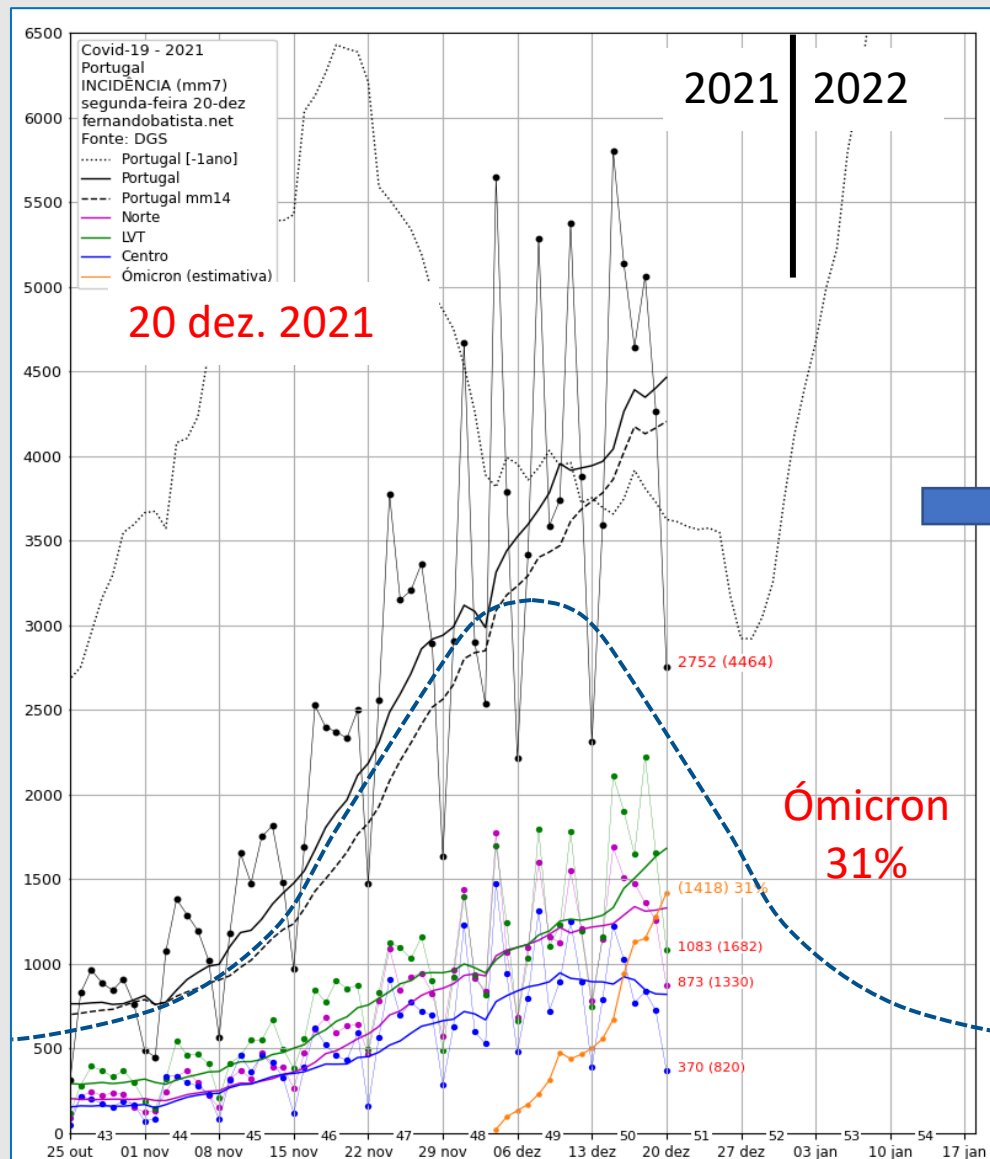
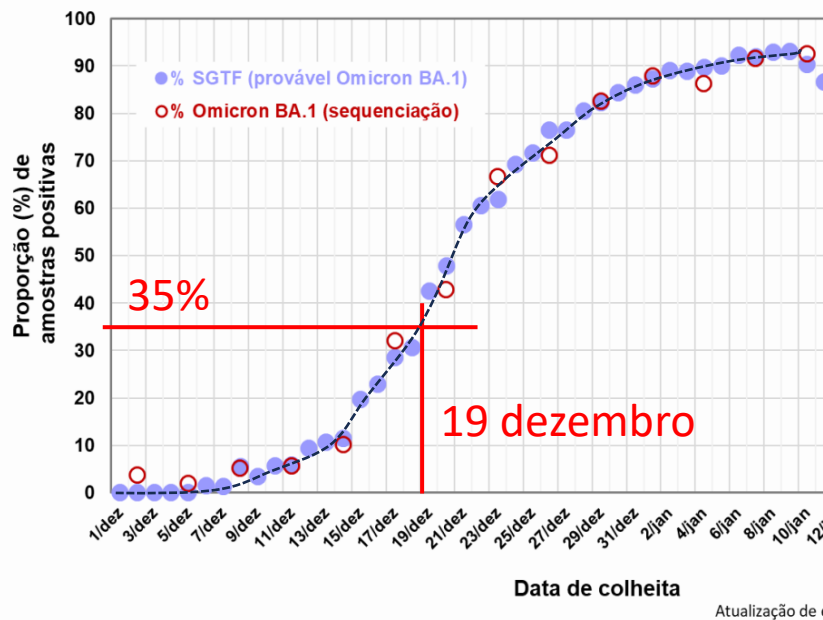


Monitorização das linhas vermelhas para a COVID-19

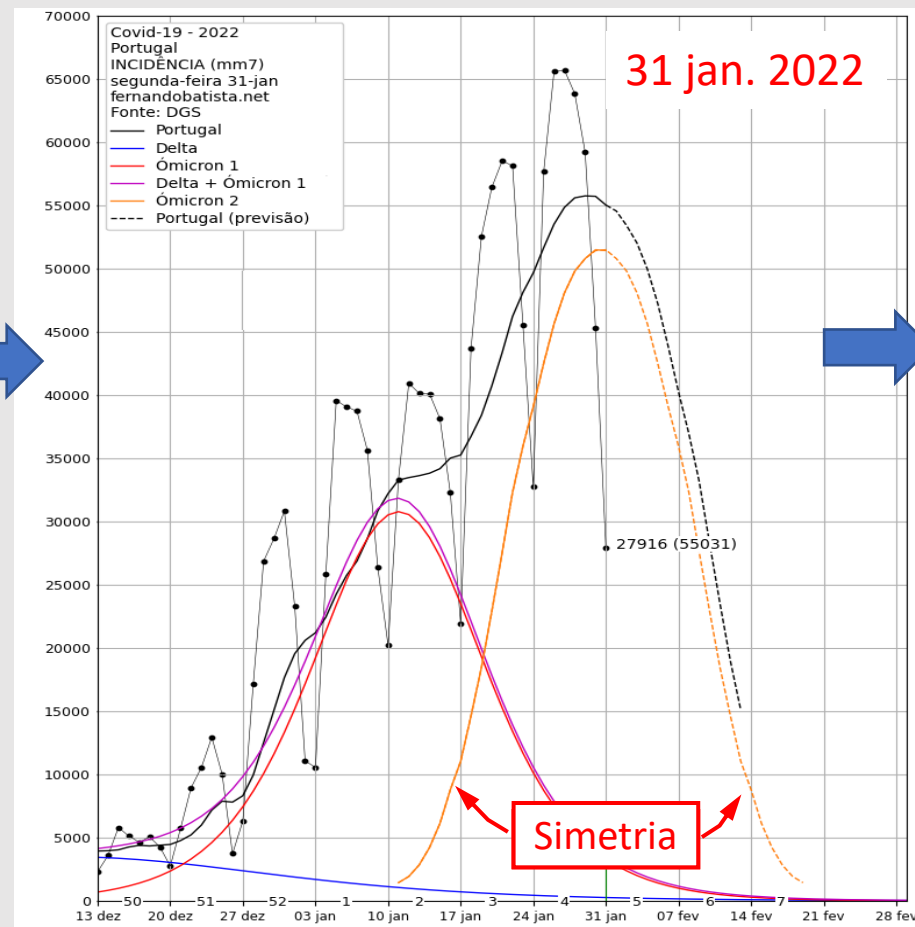
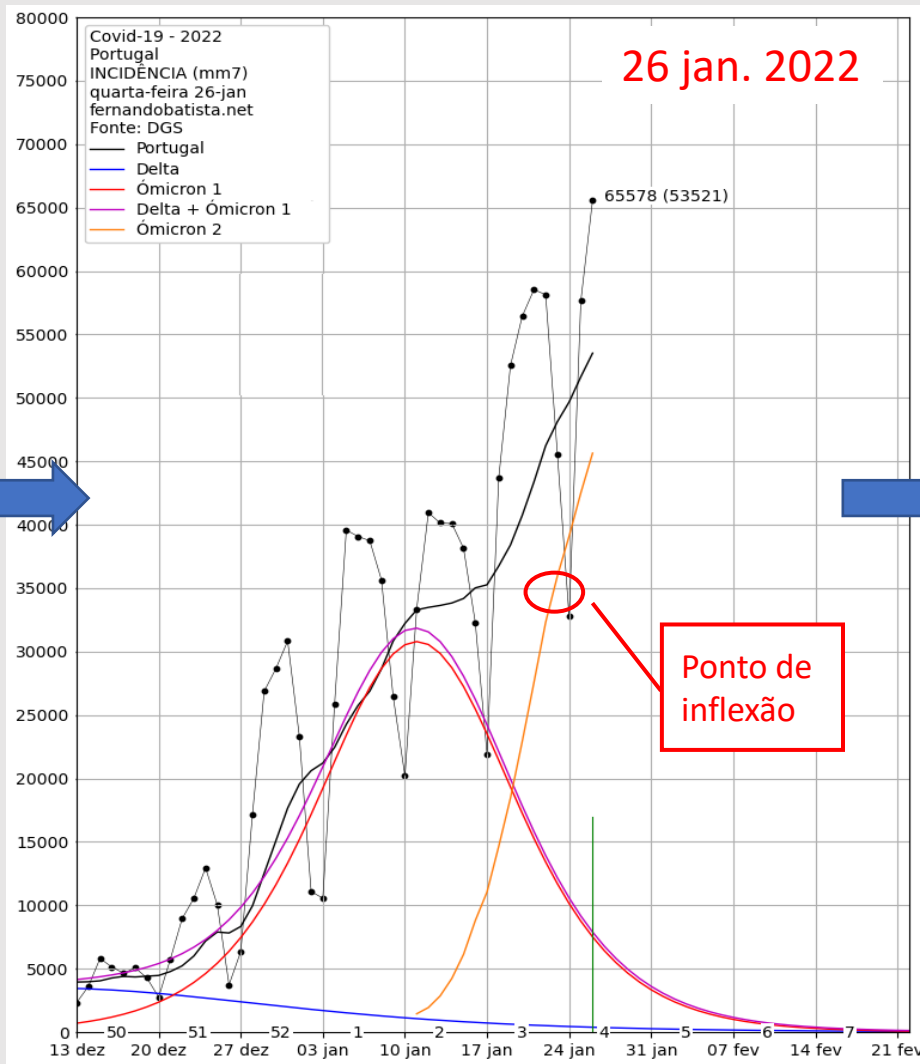
Monitoring of red lines for COVID-19

28 de janeiro de 2022

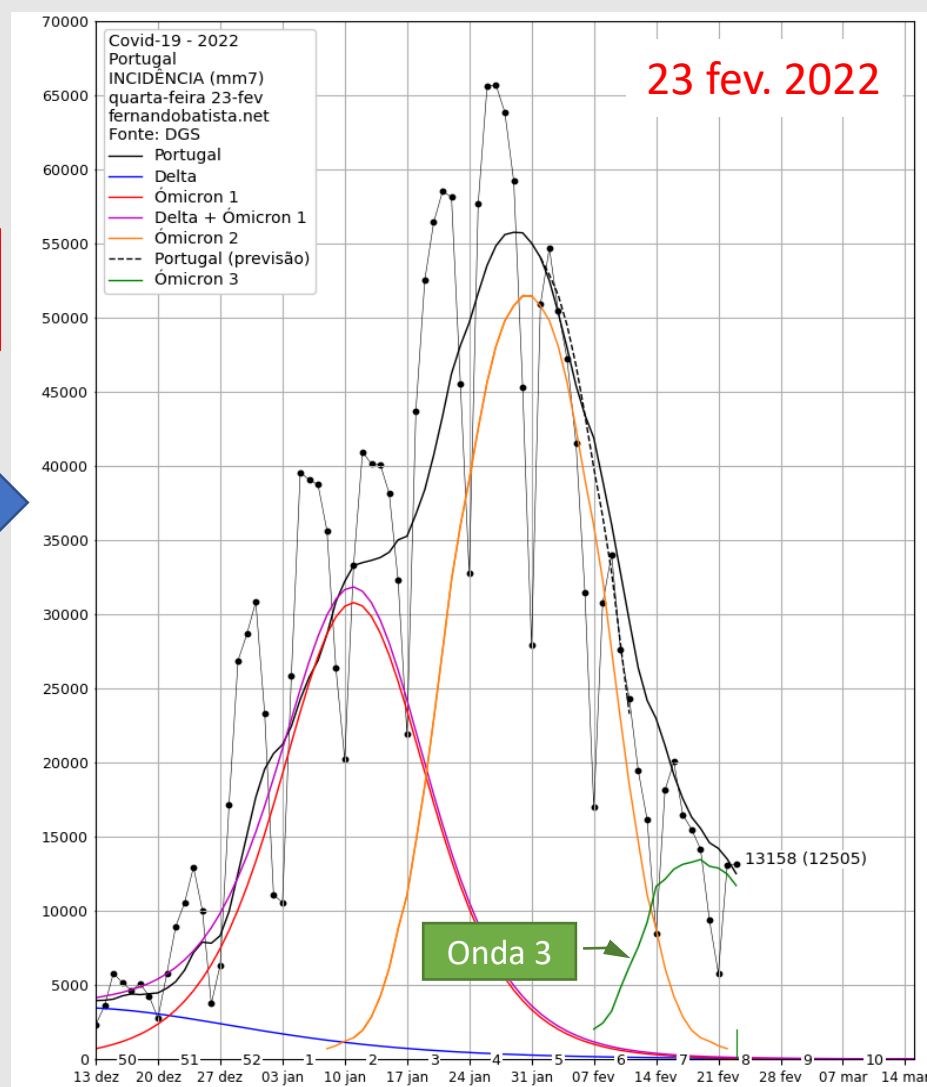
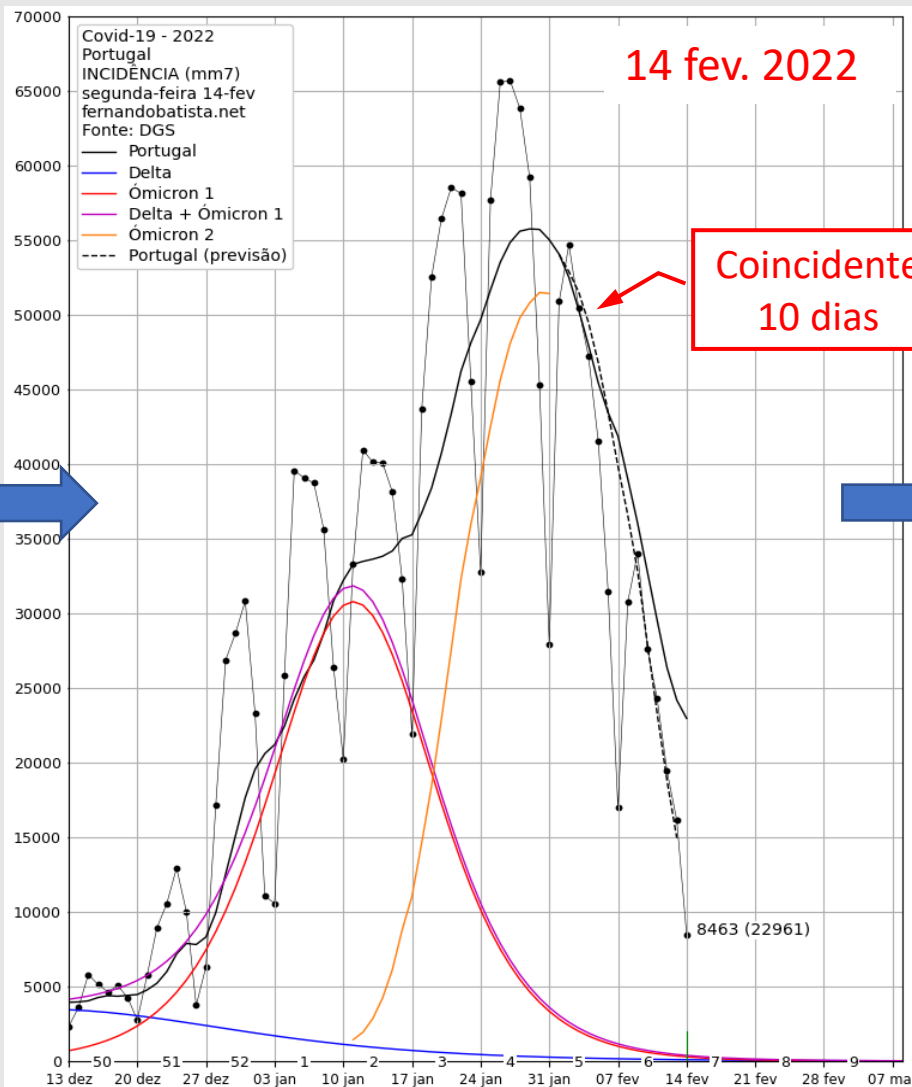
January 28th, 2022



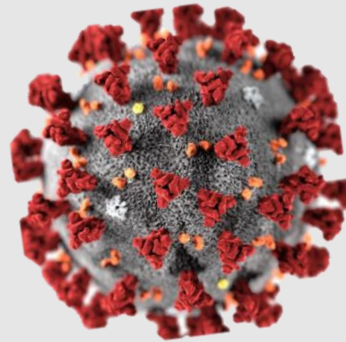
Modelação – Inverno 21/22



Modelação – Inverno 21/22



Obrigado pela atenção!



Fernando Batista
fernandobatista.net