

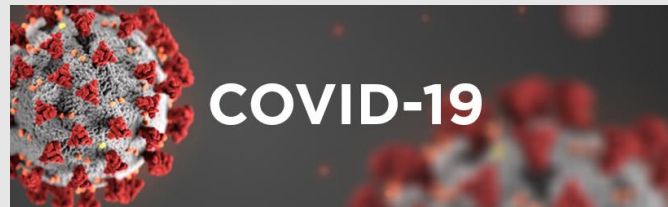
JOCLAD 2024

XXXI Jornadas de Classificação
e Análise de Dados

ESTG - Politécnico de Leiria

18 a 20 abril

Início da pandemia COVID-19 em Portugal



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	16	17	18	19	20	21	22
52	23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30	31	1	2	24	25	26	27	28	29	1	13	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)

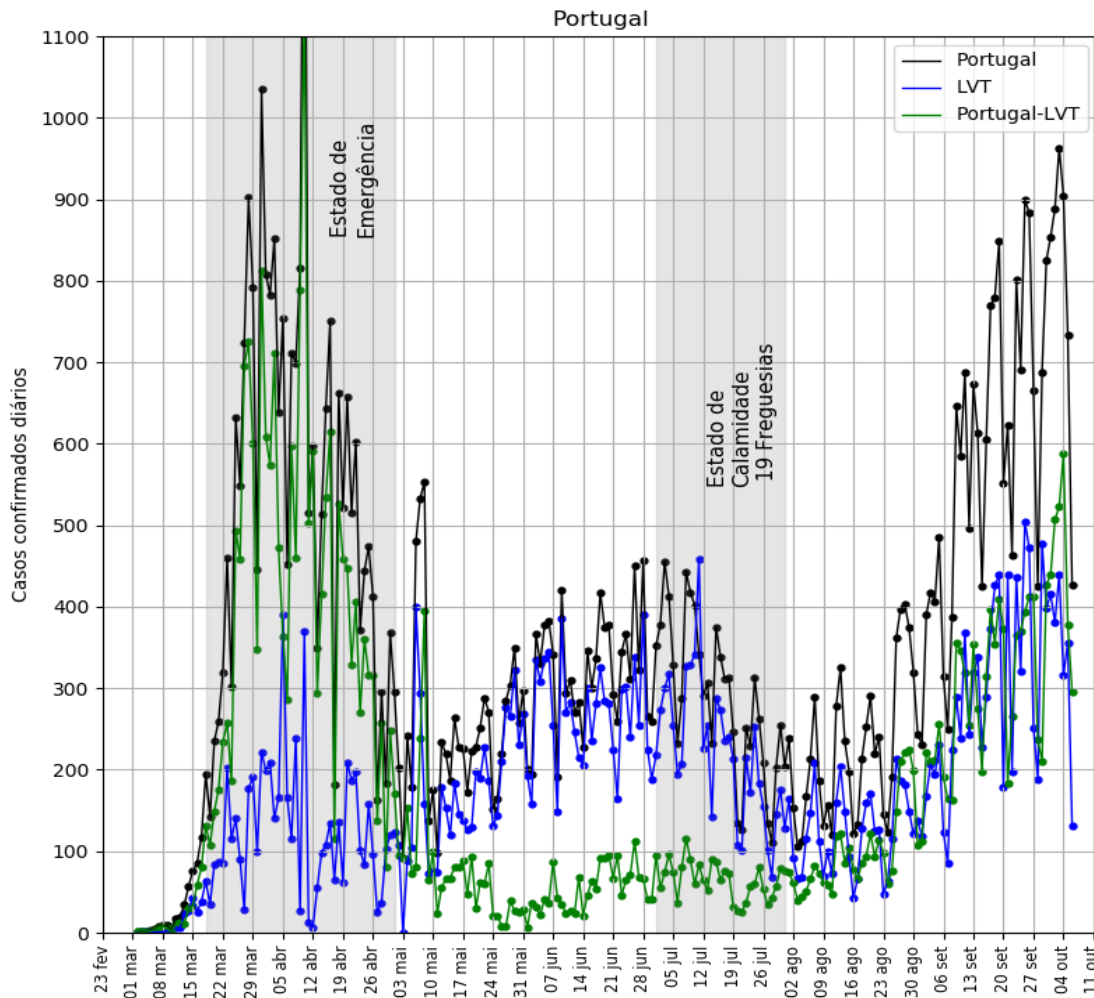
- O SARS-COV-2 **propaga-se muito silenciosamente** e sem os alertas clínicos e sem a realização de teste para a Covid-19 era muito **difícil detetar** a existência de pacientes infectados.
- Já há muita literatura a indicar que houve pessoas infectas muito **antes das primeiras notificações oficiais**.

Há assim todo o interesse em **detetar a data real da primeira infeção** 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

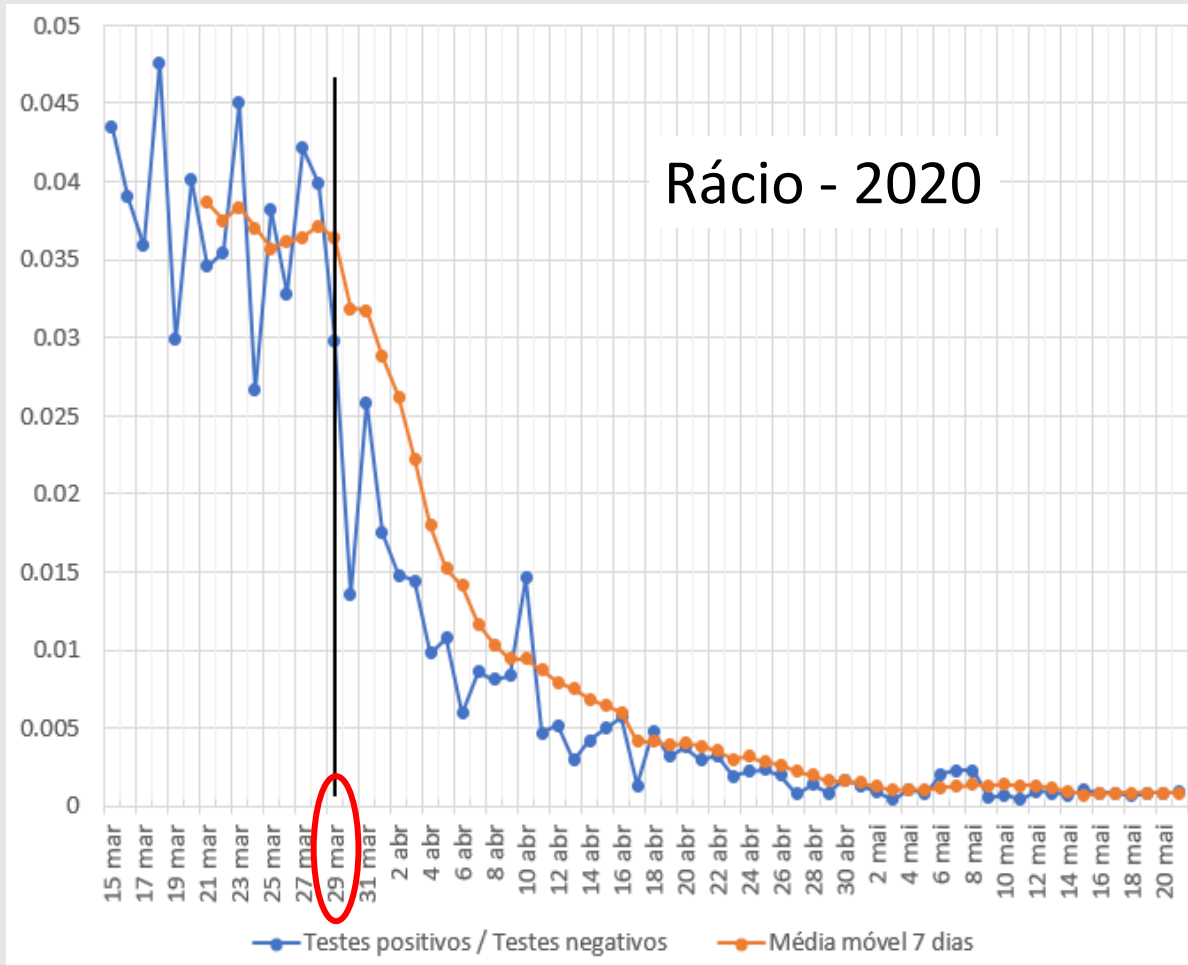
No mês de março houve uma subida exponencial de registos de casos que só inverteu no início de abril.

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

3 INDICADORES

Fonte dos dados: DGS Portugal

INDICADORES - Rácio entre o número de testes



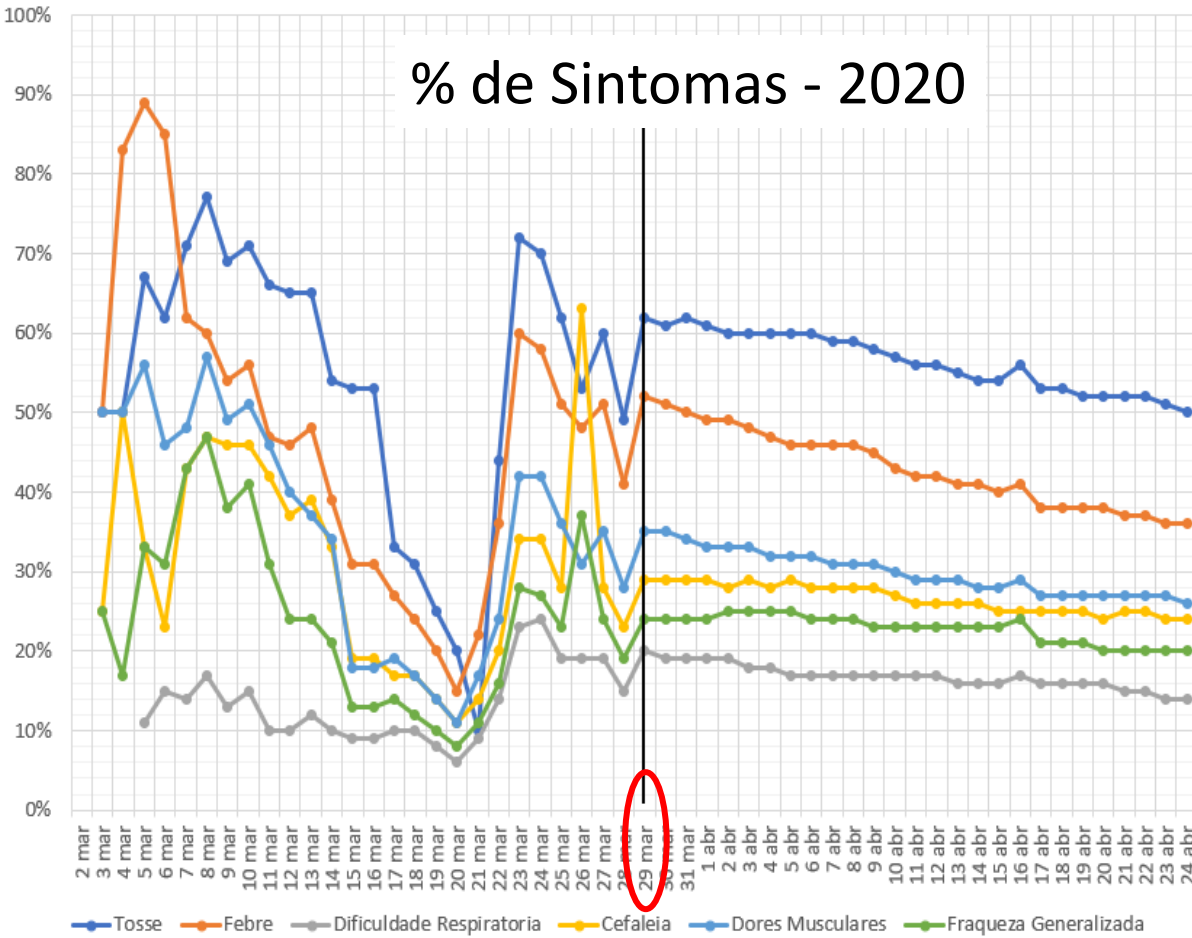
$$\text{Rácio} = \frac{n^{\circ} \text{ Testes positivos}}{n^{\circ} \text{ Testes negativos}}$$

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

Fonte dos dados: DGS Portugal

INDICADORES - Estabilização da percentagem de sintomas

% de Sintomas - 2020



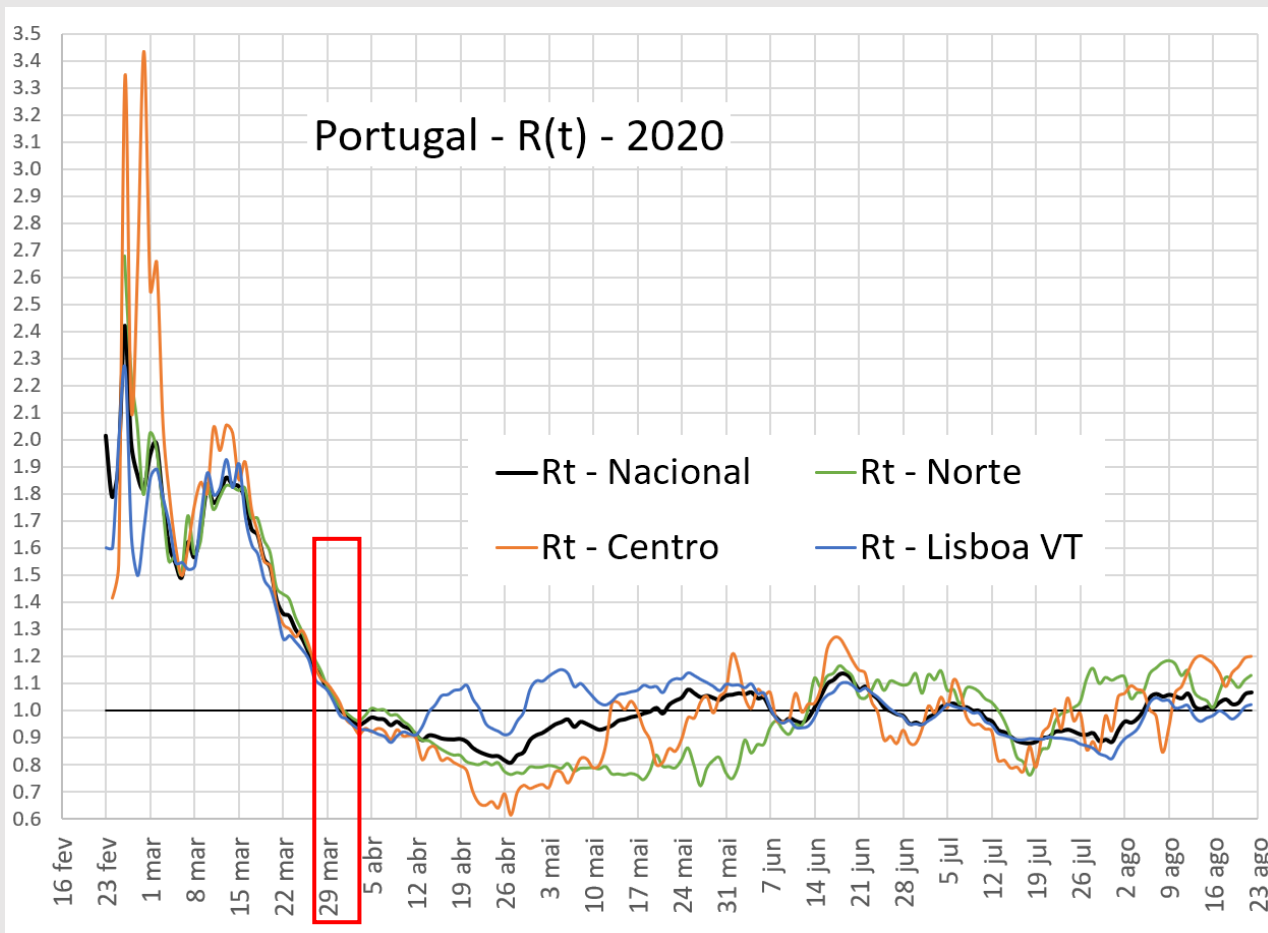
Sintomas

- 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.

Fonte dos dados: DGS Portugal

INDICADORES - Índice de transmissão - R(t)



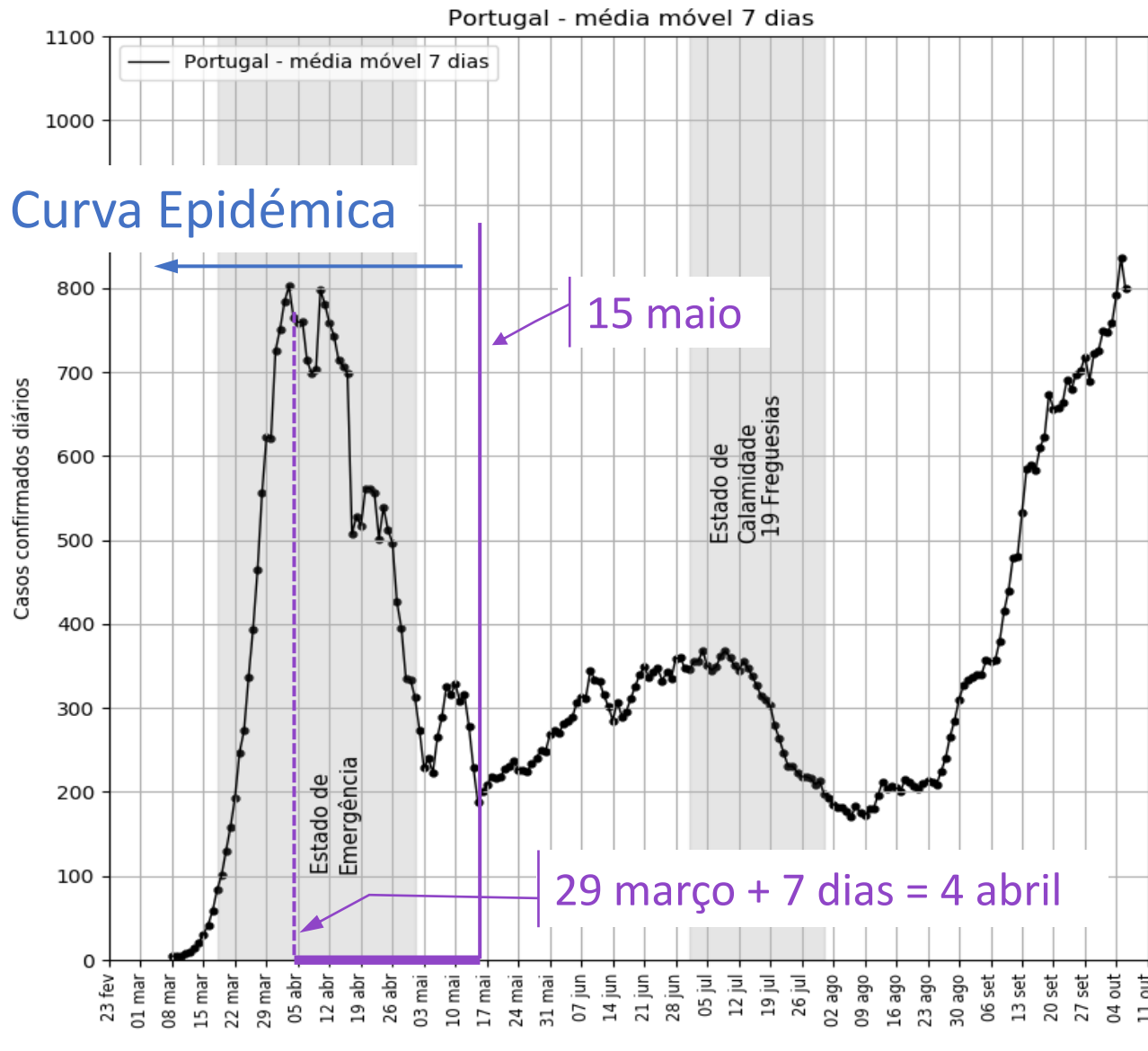
O cálculo do R(t) tem como base a incidência.

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

Fonte dos dados: DGS Portugal

MÉTODO - Média Movel 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"

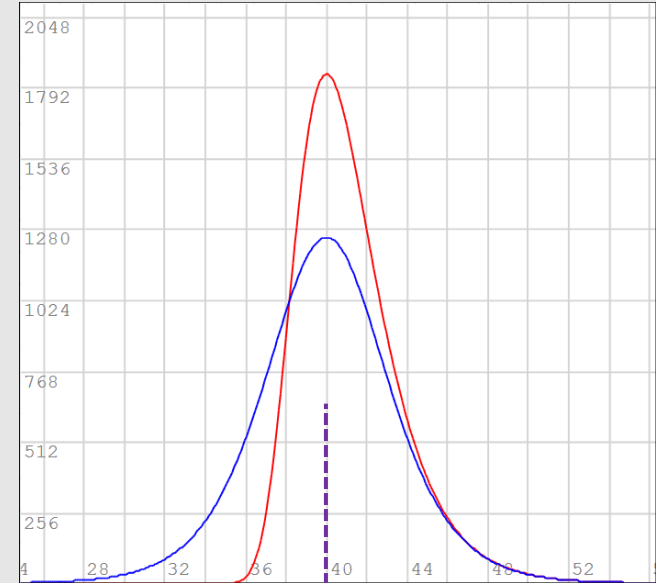
MÉTODO - Curva Logística C(t) e Curva Epidémica I(t)

Richard growth curve (1959) / generalized logistic function

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

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

K – n^o total de casos
r – taxa de contágio
t_m – dia do pico



Gompertz equation (1832)

$$C(t) = Ke^{-e^{-r(t-t_m)}}$$

$$I(t) = rKe^{-r(t-t_m)-e^{-r(t-t_m)}}$$

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

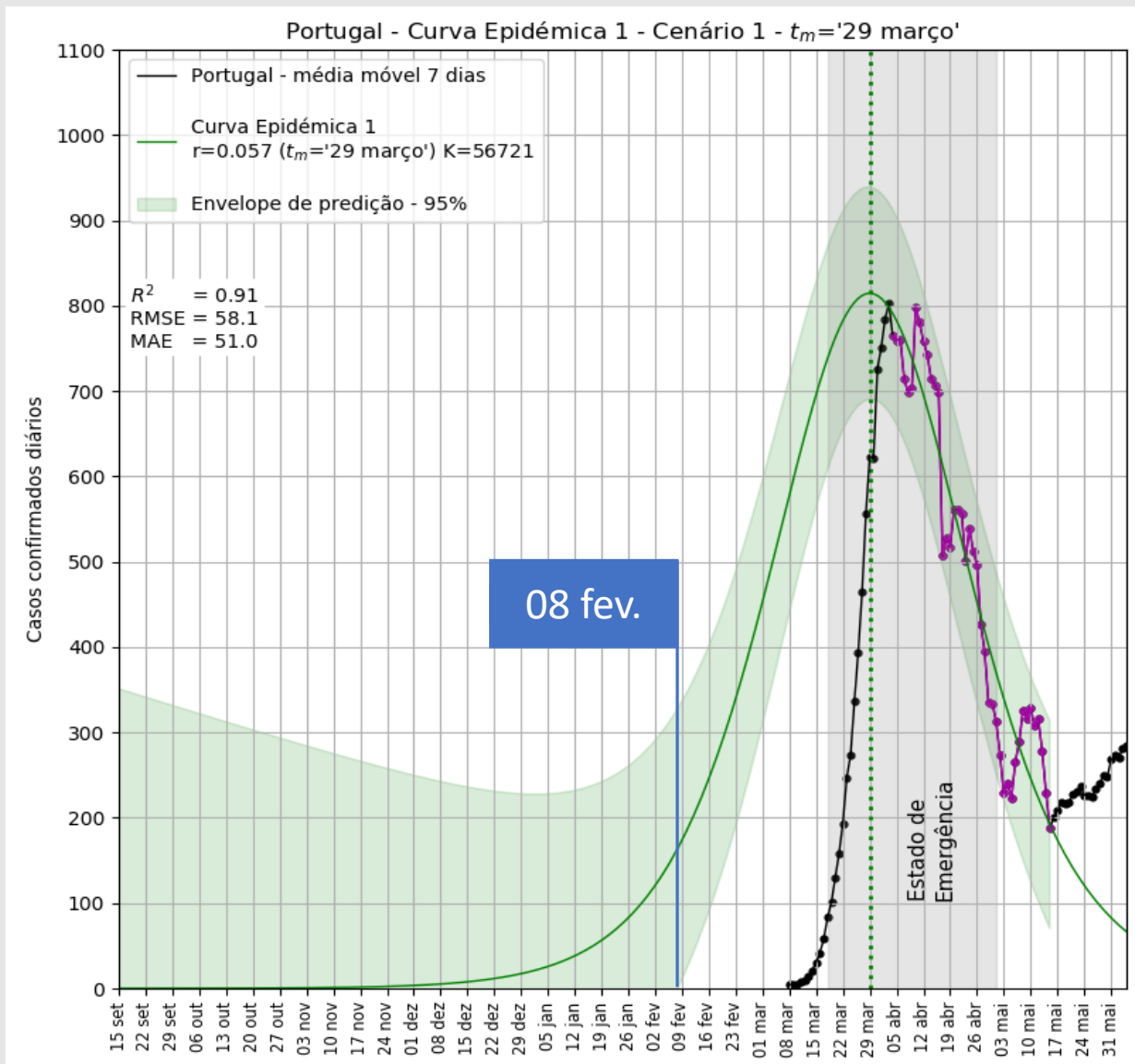
I(t) - Curva de Incidência (Epidémica)

Envelope de predição

$$I(t_i) \pm t_{N-3}(\gamma/2) \cdot S \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{N} + \frac{(t_i - \bar{t})^2}{\sum_{j=1}^N (t_j - \bar{t})^2}}$$

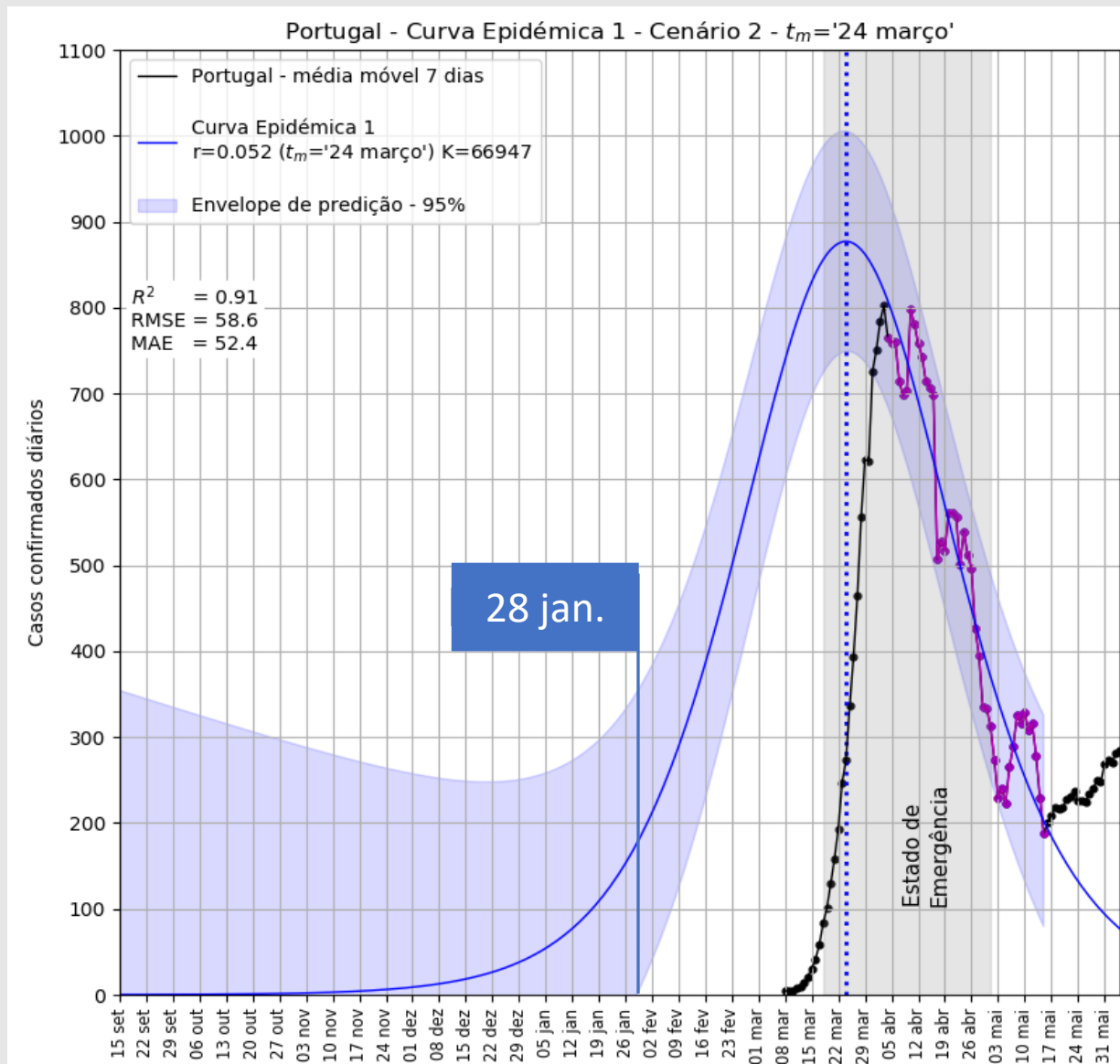
$\gamma = 5\%$
Confiança = 95%

Resultados - Curva Epidémica



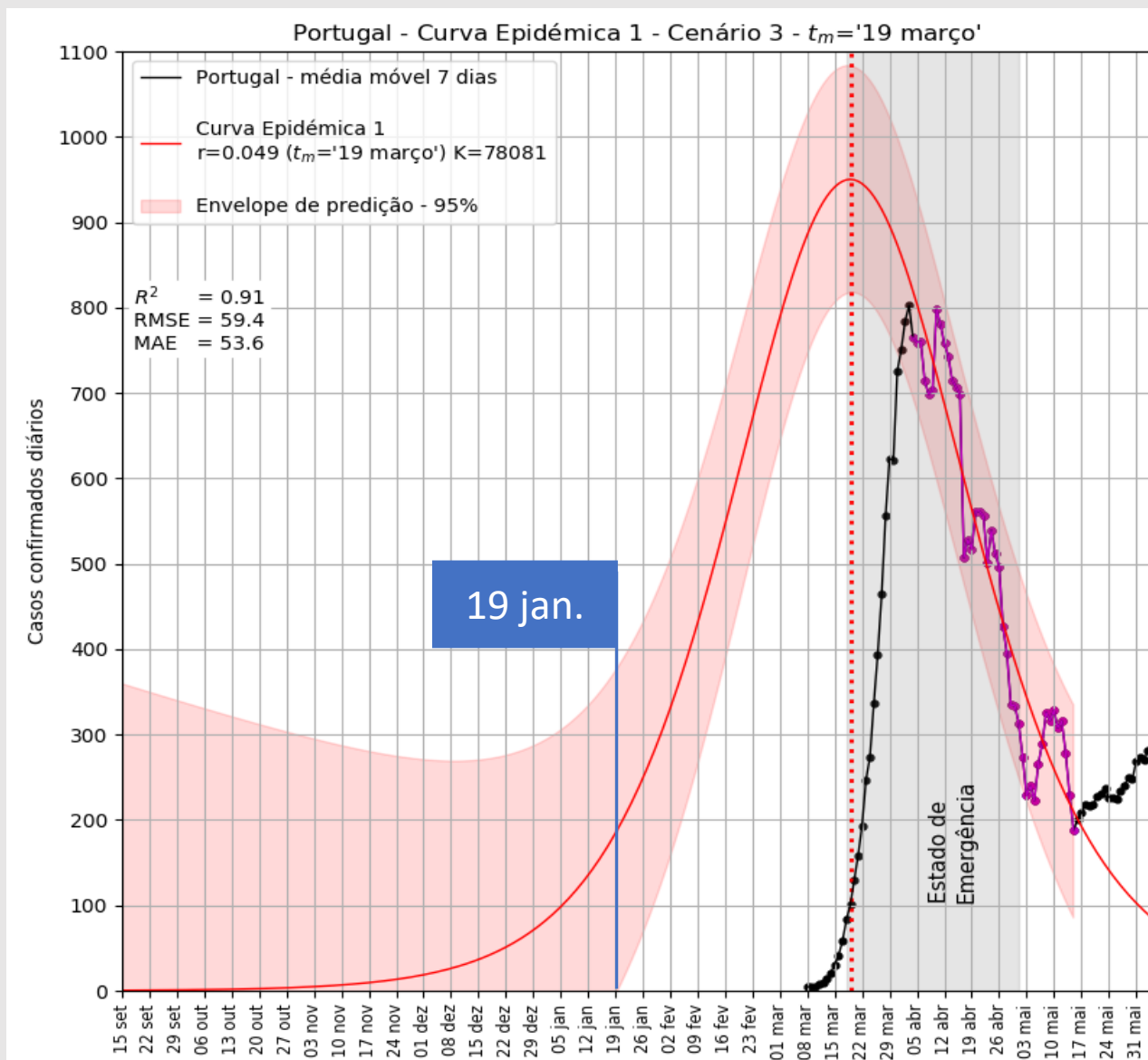
Cenário 1
“ $t_m = 29 \text{ de março}$ ”

Resultados - Curva Epidémica



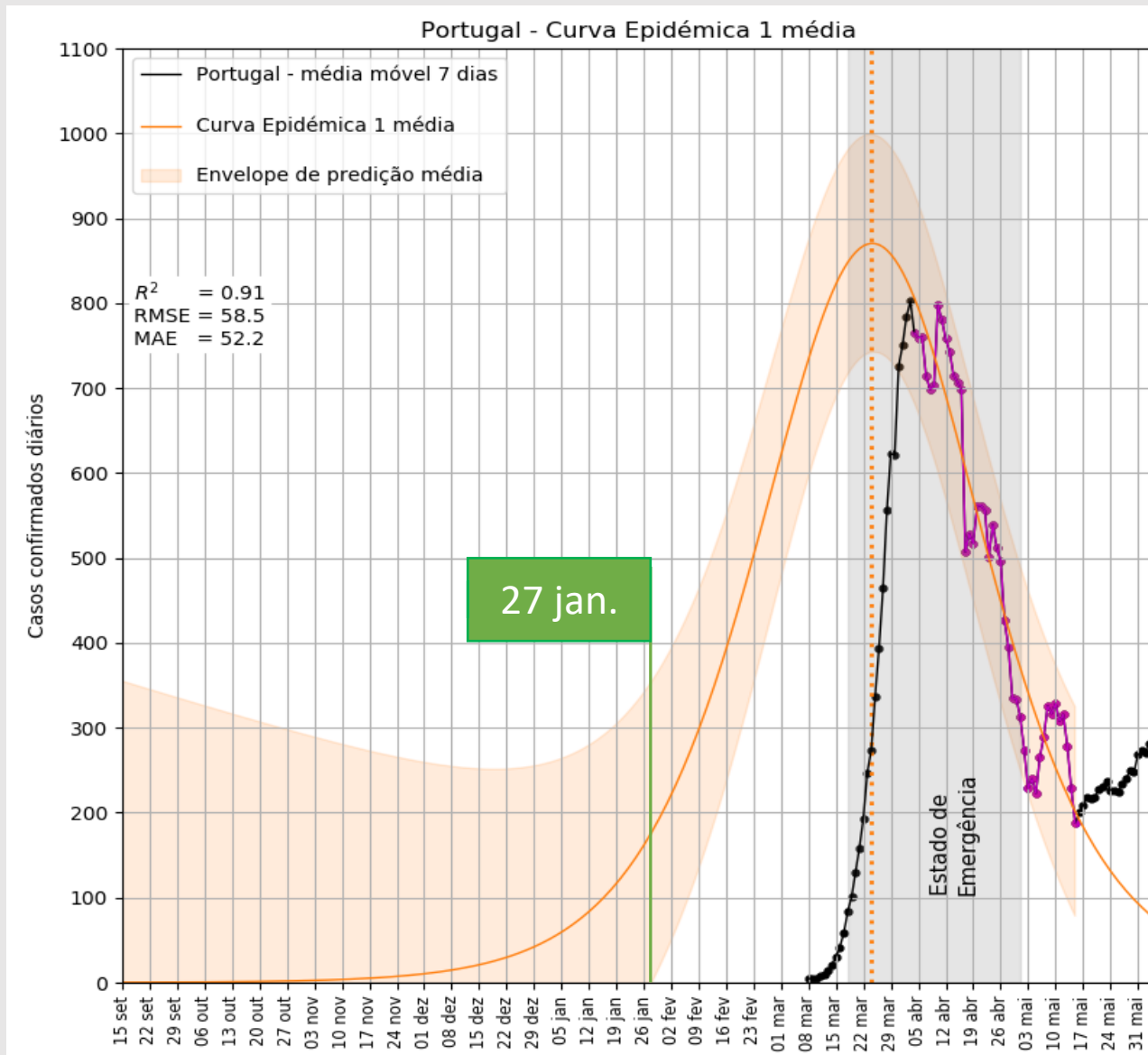
Cenário 2
“ $t_m = 24 \text{ de março}$ ”

Resultados - Curva Epidémica

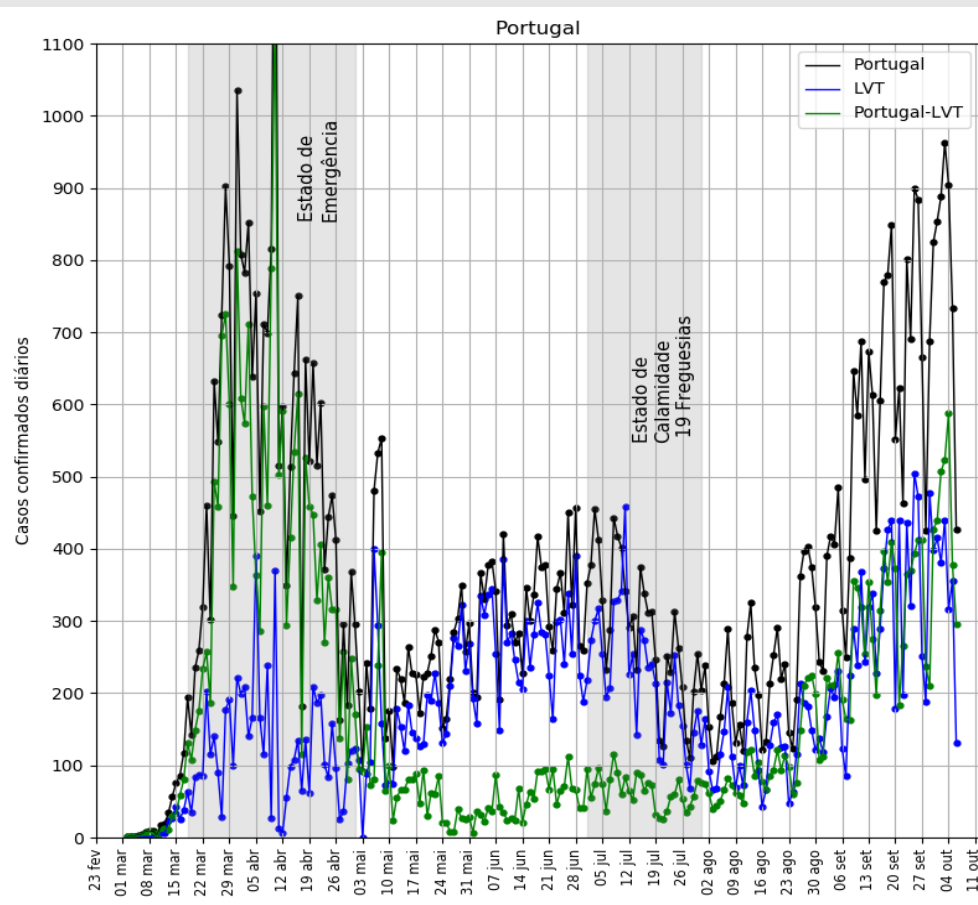


Cenário 3
“ $t_m = 19 \text{ de março}$ ”

Resultados - Curva Epidémica - Média dos 3 Cenários



Conclusões – Início da pandemia a 27 de março de 2020



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

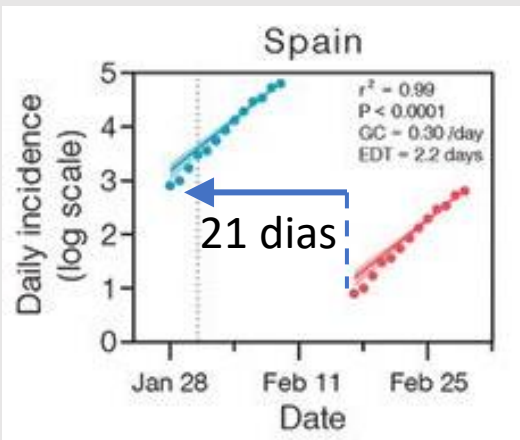
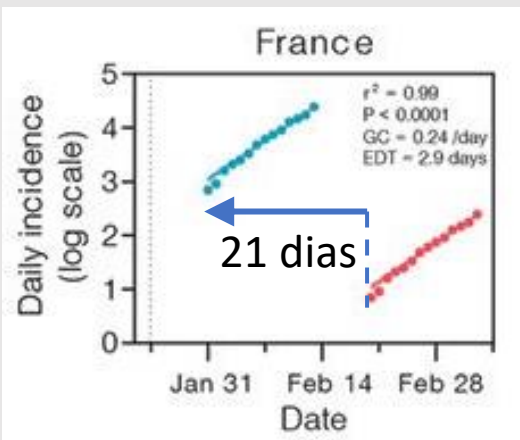
Limitações do modelo

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

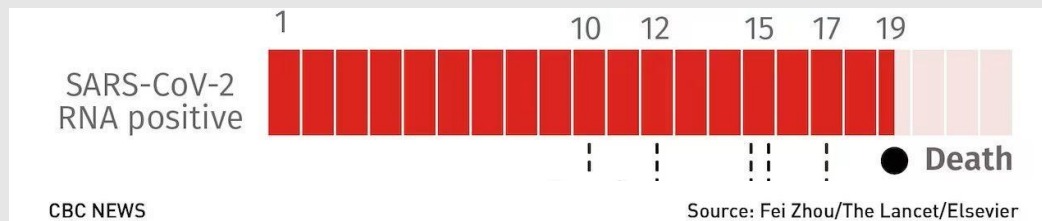
Fernando C. Batista, Americo Cunha Jr., Inferência dos Estágios Iniciais da COVID-19 em Portugal. XXIII Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2020), Nov 2020, Congresso Virtual, Brazil.
<https://hal.science/hal-02975810v2>

Outros autores

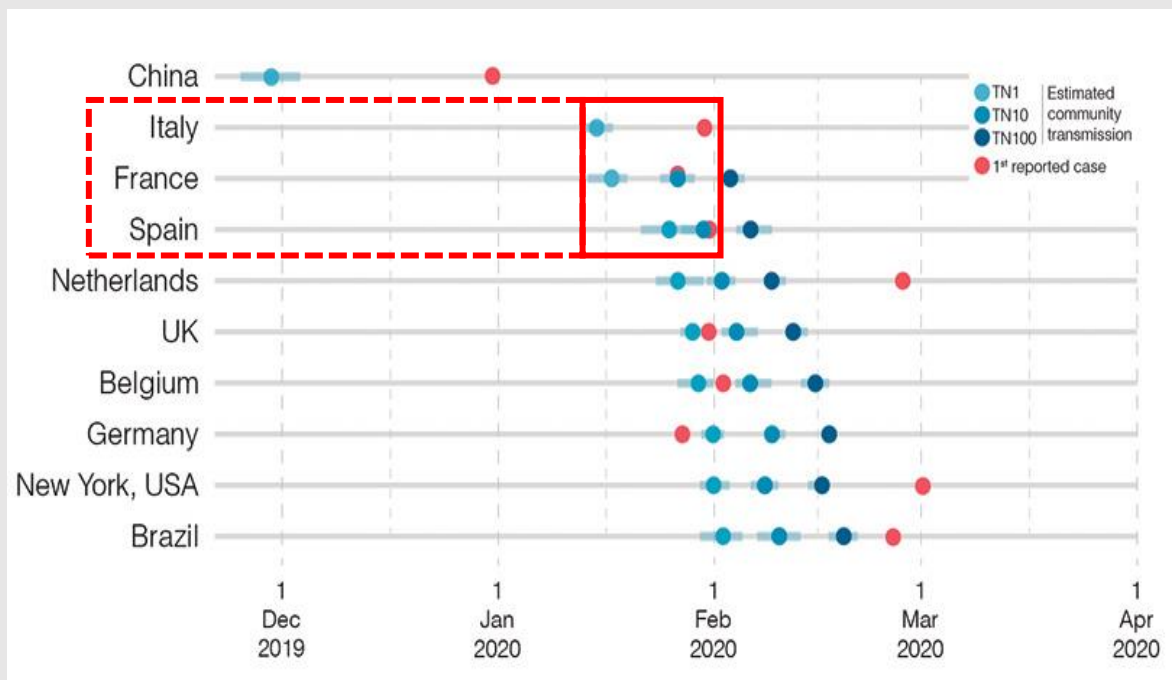
Delatorre, Edson et al., Tracking the onset date of the community spread of SARS-CoV-2 in western countries, 2020, DOI: 10.1590/0074-02760200183.



Óbitos



1º Contágios 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.”

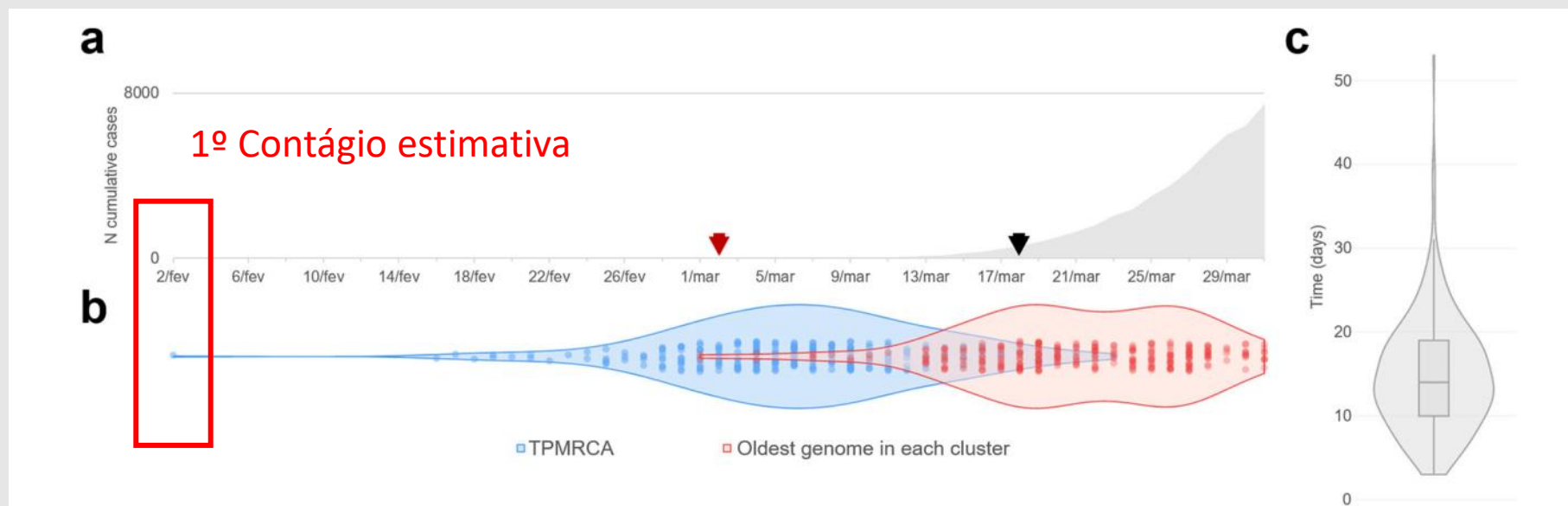
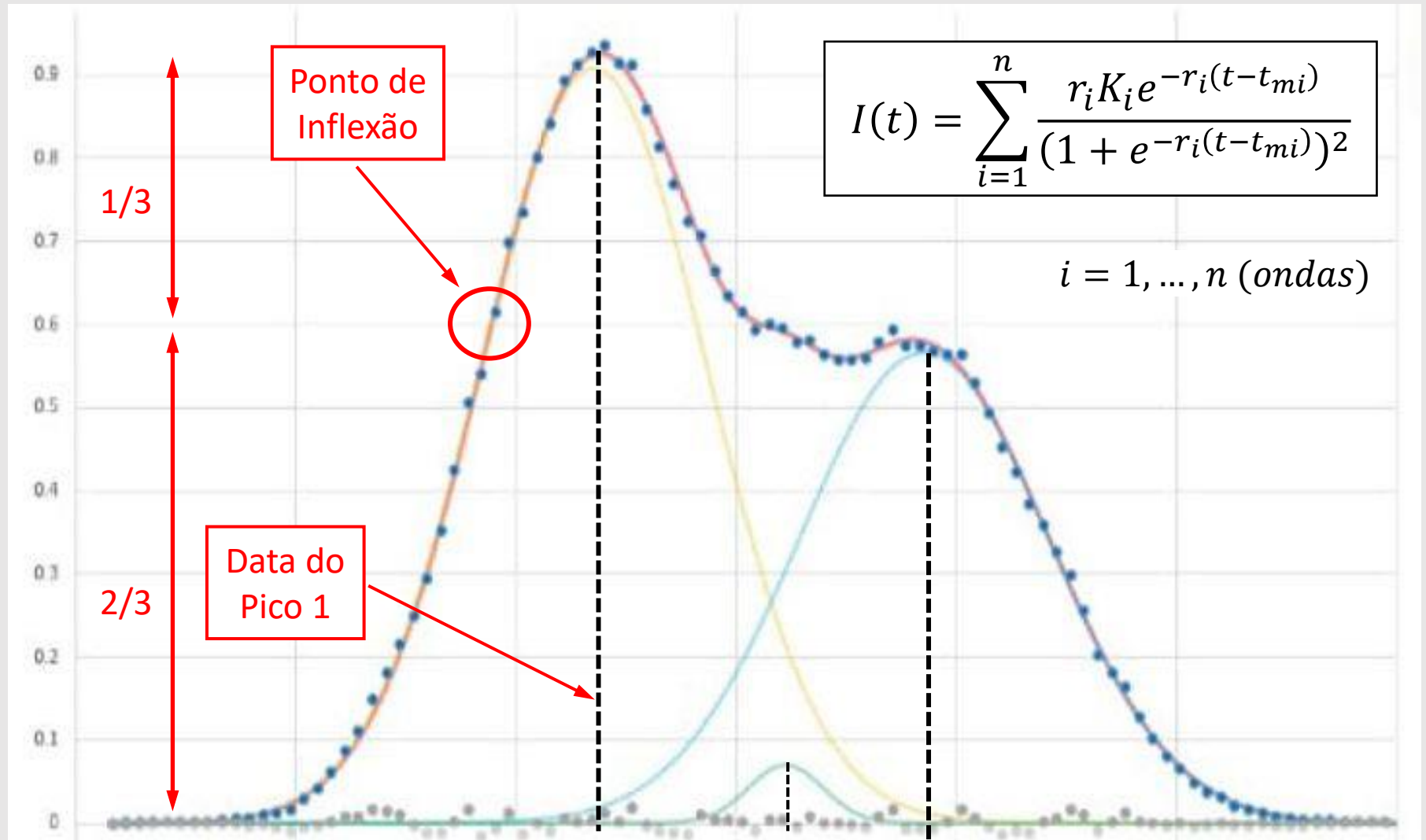
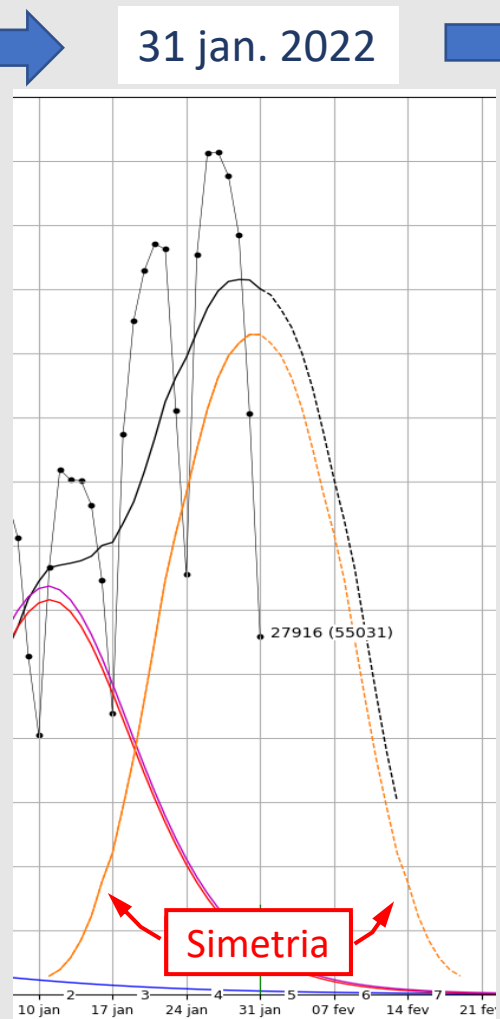
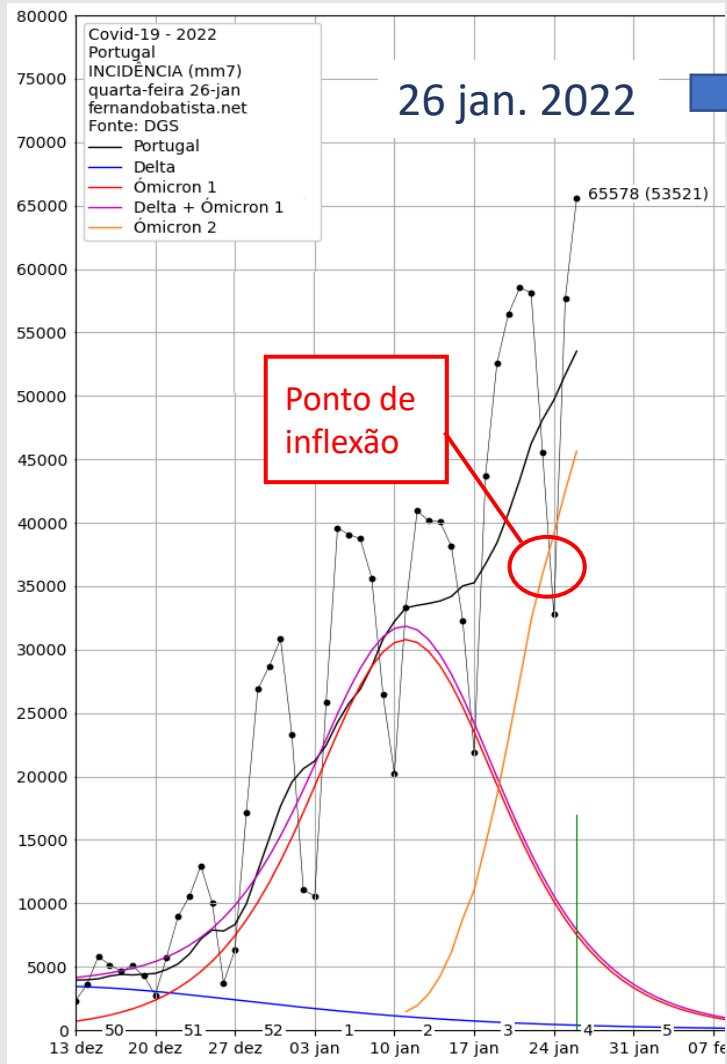


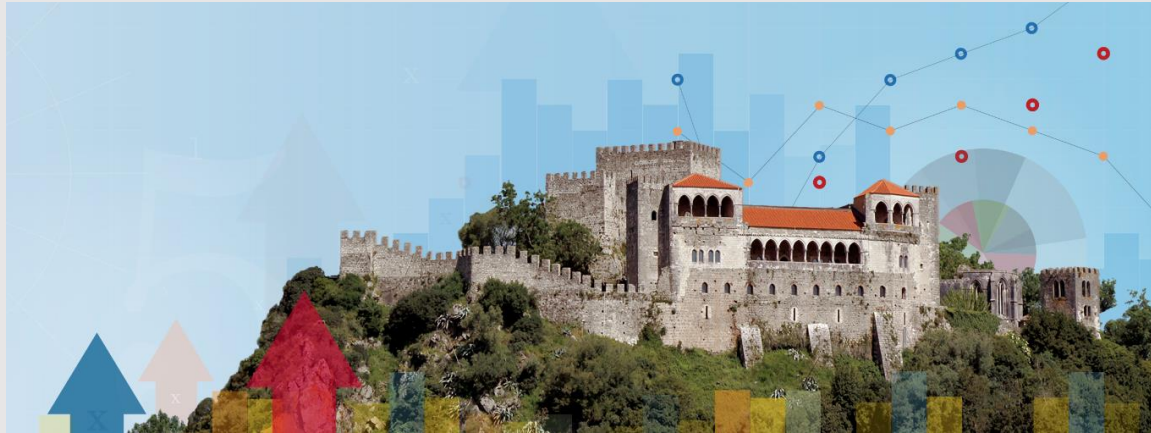
Fig. 6 Cryptic transmission of SARS-CoV-2 in Portugal revealed by genomic epidemiology. **a** Number of cumulative cases over time (red and black arrows indicate the date of notification of the first COVID-19 case detected in Portugal and the start of the general lockdown, respectively) **b** Violin plots represent the date of sample collection of the oldest genome in a Portuguese clade (red) and the times for the parent nodes of the most recent common ancestors (TPMRCA in blue) for each of the 277 inferred introductions. **c** Violin and box plots depict the time lag between the introduction and the first surveilled genome for all 277 clusters.

Curva Epidémica total = soma de várias Curvas Epidémicas



Modelação - Inverno 21/22





Obrigado pela atenção!

fernandobatista.net