A mathematical cooperative approach for understanding COVID-19

Rosa M. Crujeiras Casais

rosa.crujeiras@usc.es

How the story begins…

Dec’2019: health crisis in Wuhan (China)

How the story begins…

Dec’2019: health crisis in Wuhan (China)

31/01/2020: Italy confirms first cases

21/02/2020: 16 cases in Lombardía

22/02/2020: 60 cases in Lombardía

02/03/2020: +2000 cases, 22 deceased

08/03/2020: lockdown in the north

09/03/2020: global lockdown

How the story begins…

31/01/2020: Spain confirms first case
13/02/2020: 1st deceased in Spain (not confirmed until March!)
24/02/2020: 5 cases (all imported from Italy)
26/02/2020: 1st local case
29/02/2020: 50 cases
01/03/2020: 83 cases and first restrictions
14/03/2020: lockdown

177.633 confirmed cases in Spain

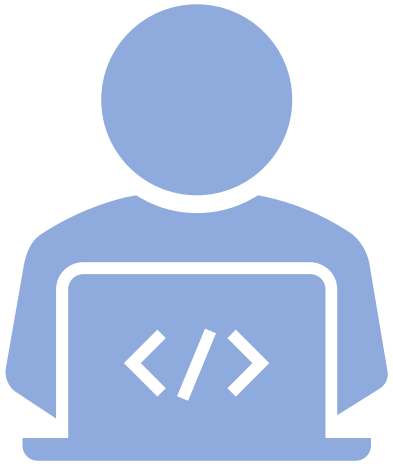
968.448 confirmed cases in Europe

1.848.489 confirmed cases in the World

18.579 deceased
70.853 recovered

… at that point

Mathematicians “playing” with numbers at home



Contact through social networks…

- Explaining the classical models
- Visualizing data
- Predicting
- …

CEMat

16/03/2020: an open call for the mathematical community to contribute using our analysis and modelling skills in order to create a better understanding of the COVID-19 health crisis

CEMat IMU
Comité Español de Matemáticas

CEMat

16/03/2020: an open call for the mathematical community to contribute using our analysis and modelling skills in order to create a better understanding of the COVID-19 health crisis

How? “Mathematical Action Against Coronavirus”

http://matematicas.uclm.es/cemat/covid19/en/

- Collecting links and contributions of the Spanish mathematical community about the virus spread on the website.
- Promoting discussion in the community using the contributions from researchers and groups and involving a variety of models and techniques.
- Establishing a Committee of Experts to evaluate the collaborations and, eventually, will report conclusions and suggestions to the authorities.

CEMat

26/03/2020: proposal from the Experts Committee → sent to the government and regional authorities

CEMat

26/03/2020: proposal from the Experts Committee → sent to the government and regional authorities

Positive response!

CEMat

26/03/2020: proposal from the Experts Committee → sent to the government and regional authorities

Positive response!

We were asked to do something!

First task: a cooperative predictor

- First priority: obtain accurate predictions for:
  - Cases and new cases
  - Hospitalizations and hospitalizations discharges
  - Patients requiring intensive care
  - Deaths

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE SANIDAD · SECRETARÍA GENERAL DE SANIDAD · DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD PÚBLICA, CALIDAD E INNOVACIÓN

Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias

Actualización nº 76. Enfermedad por el coronavirus (COVID-19).

15.04.2020 *(datos consolidados a las 21:00 horas del 14.04.2020)*

1. SITUACIÓN ACTUAL

Situación en España:

En España, hasta el momento se han notificado un total de 177.633 casos confirmados de COVID.19, 18.579 fallecidos y 70.853 curados (Tabla 1, Figura 1 y Figura 2). Esto supone 4.978 casos nuevos, 523 fallecidos nuevos y 3.349 nuevos curados notificados en las ultimas 24 horas. Las Comunidades Autónomas con una mayor incidencia acumulada en los últimos 14 días son La Rioja, Castilla La Mancha, Madrid, y Castilla y León (Figura 3 y Figura 4). La distribución por grupos de edad de casos hospitalizados, ingresados en UCI y fallecidos se recoge en la Tabla 2. El incremento diario medio de la semana del 13 al 19 de abril es de 2,4% para casos confirmados, 1,7% para los casos que han percisado hospitalización, 1,5% para los que han ingresado en UCI y 3,1% para los fallecidos (Tabla 3).

Tabla 1. Casos COVID-19, incidencia acumulada (IA) en los últimos 14 días, ingreso en UCI y fallecidos por Comunidades Autónomas en España, 15.04.2020 (datos consolidados a las 21:00 horas del 14.04.2020).

CCAA	TOTAL confirmados*	IA (14 d.)	Casos que han precisado hospitalización	Casos que han ingresado en UCI	Fallecidos	Curados	*Nuevos*
Andalucía	10.595**	49,95	5.147	665	865	2.224	*289***
Aragón	4.338	140	2.006	282	514	1.012	*93*
Asturias	2.096	75,67	1.387	114	166	487	*45*
Baleares	1.606	41,32	857	149	125	881	*35*
Canarias	1.975	27,63	781	152	104	622	*17*
Cantabria	1.823	104,98	873	76	132	363	*27*
Castilla La Mancha	14.680	375,48	7.896	495	1.755	2.998	*351*
Castilla y León	13.697	285,47	6.306	306[$]	1.337	4.521	*517*
Cataluña	36.505	215,16	23.372	2.789	3.756	16.651	*1.308*
Ceuta	98	55,44	9	4	4	30	*2*
C. Valenciana	9.424	69,99	4.465	588	945	3.360	*211*
Extremadura	2.762	101,43	1.155	109	342	615	*78*
Galicia	7.708	121,36	2.471	128[$]	299	1.298	*111*
Madrid	49.526	295,44	10.116[$]	1.244[$]	6.724	27.433	*1.478*
Melilla	102	46,25	43	3	2	24	*1*
Murcia	1.520	32,06	574	97	109	513	*33*
Navarra	4.246	267,34	1.731	124	252	808	*96*
País Vasco	11.475	210,03	5.750	471	902	5.428	*249*
La Rioja	3.457	472,54	1.182	75	246	1.585	*37*
ESPAÑA	177.633	160,54			18.579	70.853	*4.978*

IA (14 d.): Incidencia acumulada (casos acumulados por 100.000 habitantes notificados en los últimos 14 días.

Los datos de las CCAA están en continua revisión y ciertas oscilaciones diarias pueden deberse a procesos de depuración de datos y no a variaciones reales acontecidas de un día a otro.

** Los casos confirmados no provienen de la suma de pacientes hospitalizados, curados y fallecidos, ya que no son excluyentes. Pacientes fallecidos y curados pueden haber precisado hospitalización y por tanto computar en ambos grupos. Los pacientes que han precisado UCI también computan en los pacientes que han requerido hospitalización.*

***Andalucía ha notificado un total de 169 positivos asintomáticos incluidos en el total de confirmados, los casos nuevos de hoy se han calculado teniendo en cuenta los 114 nuevos asintomáticos de ayer.*

[$] Los datos de estas comunidades son datos de prevalencia (personas ingresadas a fecha de hoy). No reflejan el total de personas que han sido hospitalizadas o ingresadas en UCI a lo largo del periodo de notificación por lo que no se puede realizar el sumatorio de todas las personas que han requerido hospitalización o ingreso en UCI en España.

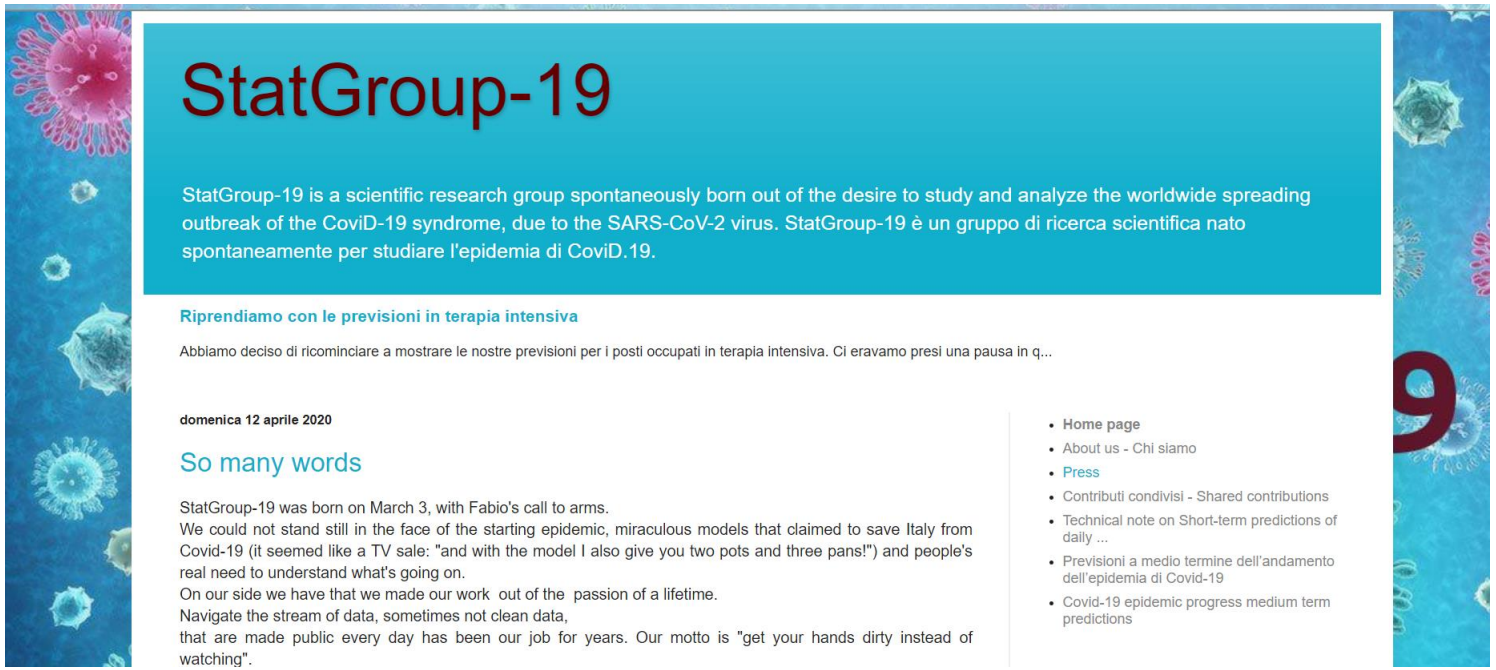
Fuente: elaboración propia

First task: a cooperative predictor

- 37 groups from different áreas (applied mathematics, mathematical analysis and stastitics)

- Results available at: https://covid19.citic.udc.es/

Our approach… jointly with StatGroup-19 and Jose Ameijeiras-Alonso (KU Leuven)



A generalized logistic model for count variables (Richards' model).

Allows to identify:

- The inflection point
- The asymptote value

A shiny-app to check!

https://jose-ameijeiras.shinyapps.io/StatGroup-19-SP/

StatGroup-19-SP

Employed data:

- (•) Acumulated
- ( ) Daily changes

Database:

Spain

Country/Region:

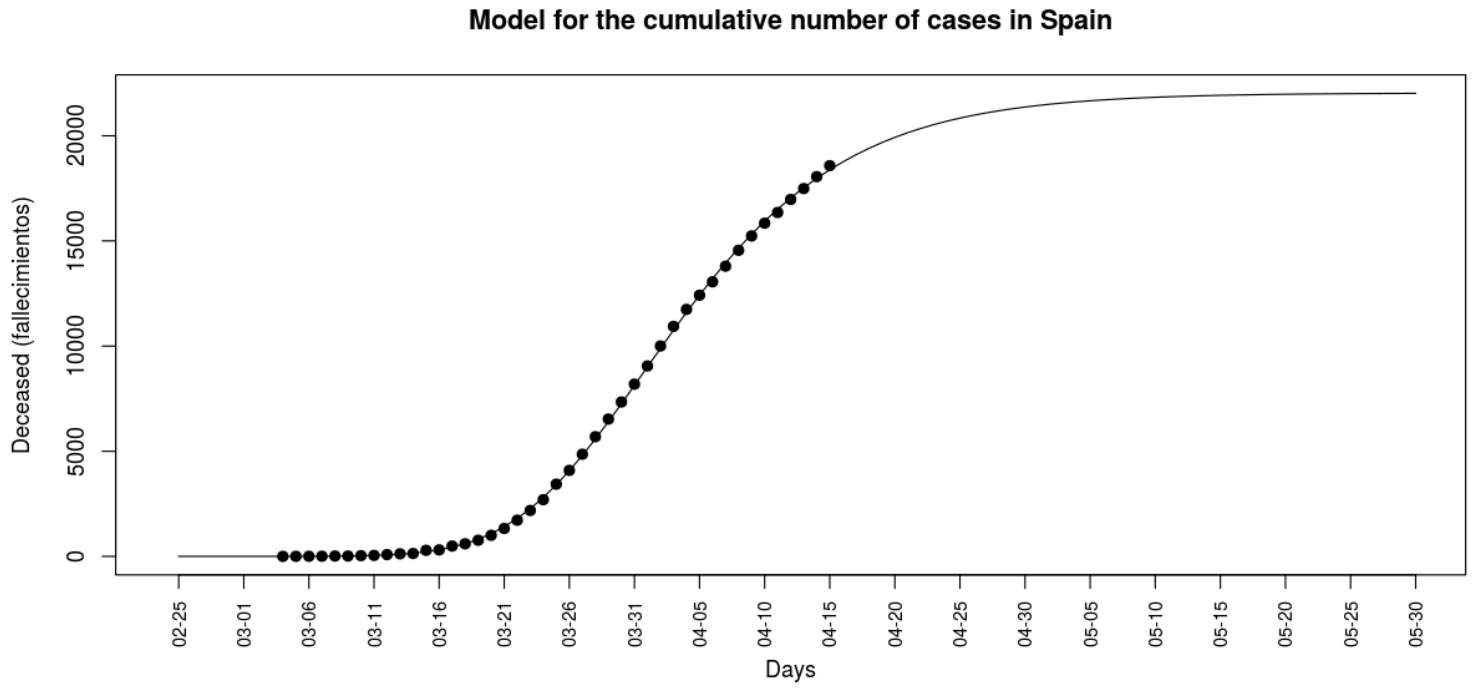
Spain

Variable:

Deceased

- [ ] Add date of the political measures
- [ ] Compare with other region(s) on the graph

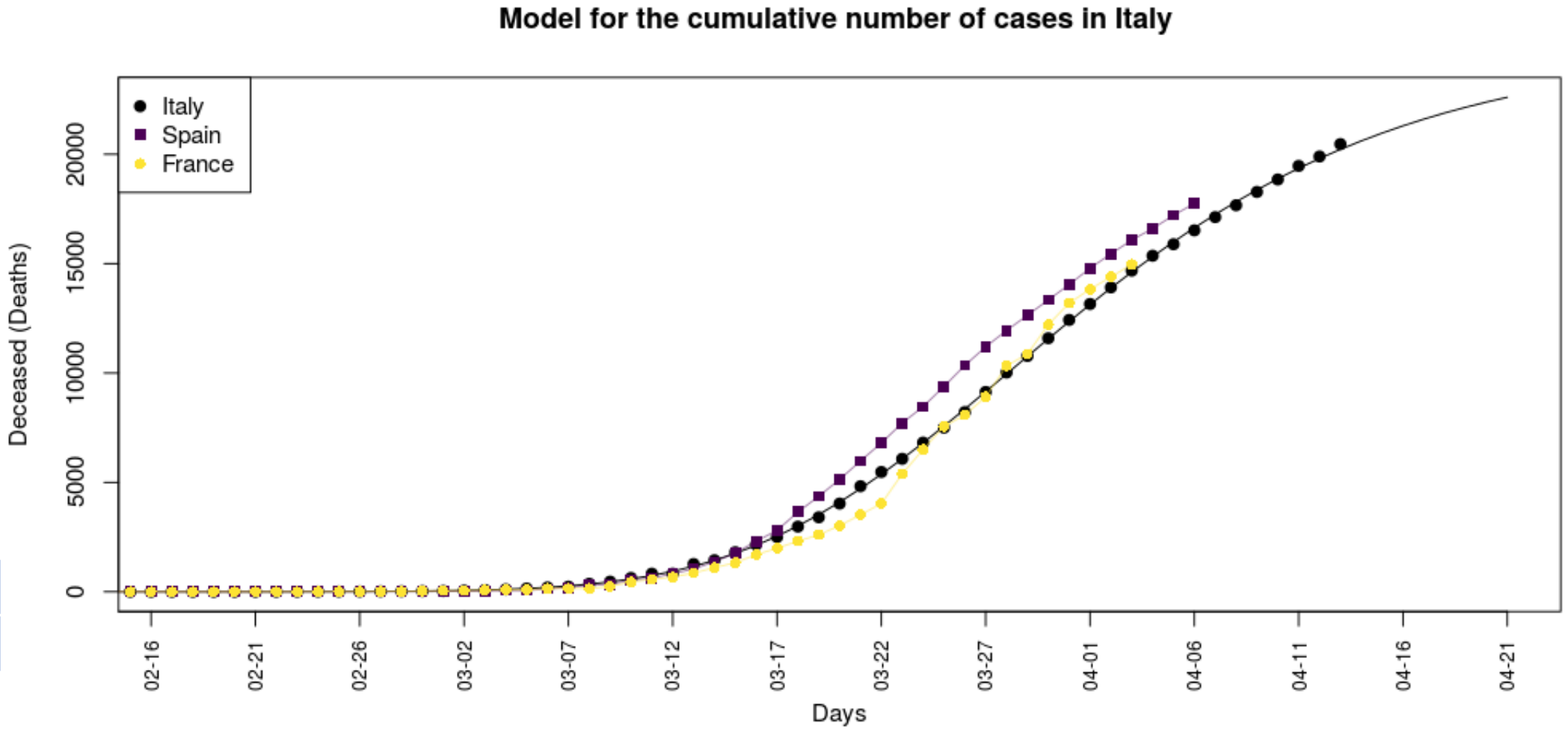
Plot | Predictions | Summary | Info



-Double-click to see the value of a point in the graph.
-Double-click in the left part of the graph to remove the value of the point.
-Brush to select and area and double click to zoom.
-Double-click to zoom out.

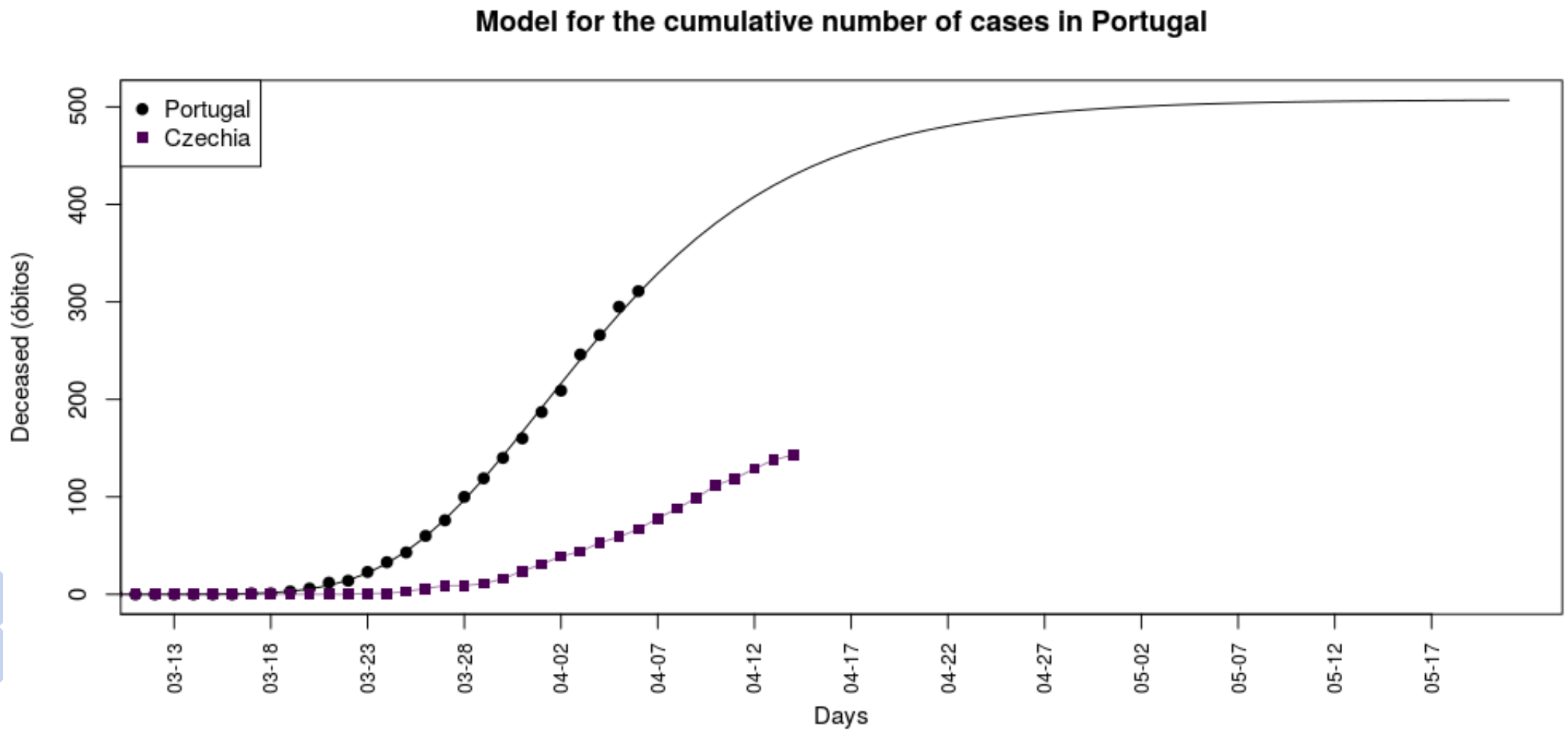
A shiny-app to check!

https://jose-ameijeiras.shinyapps.io/StatGroup-19-SP/



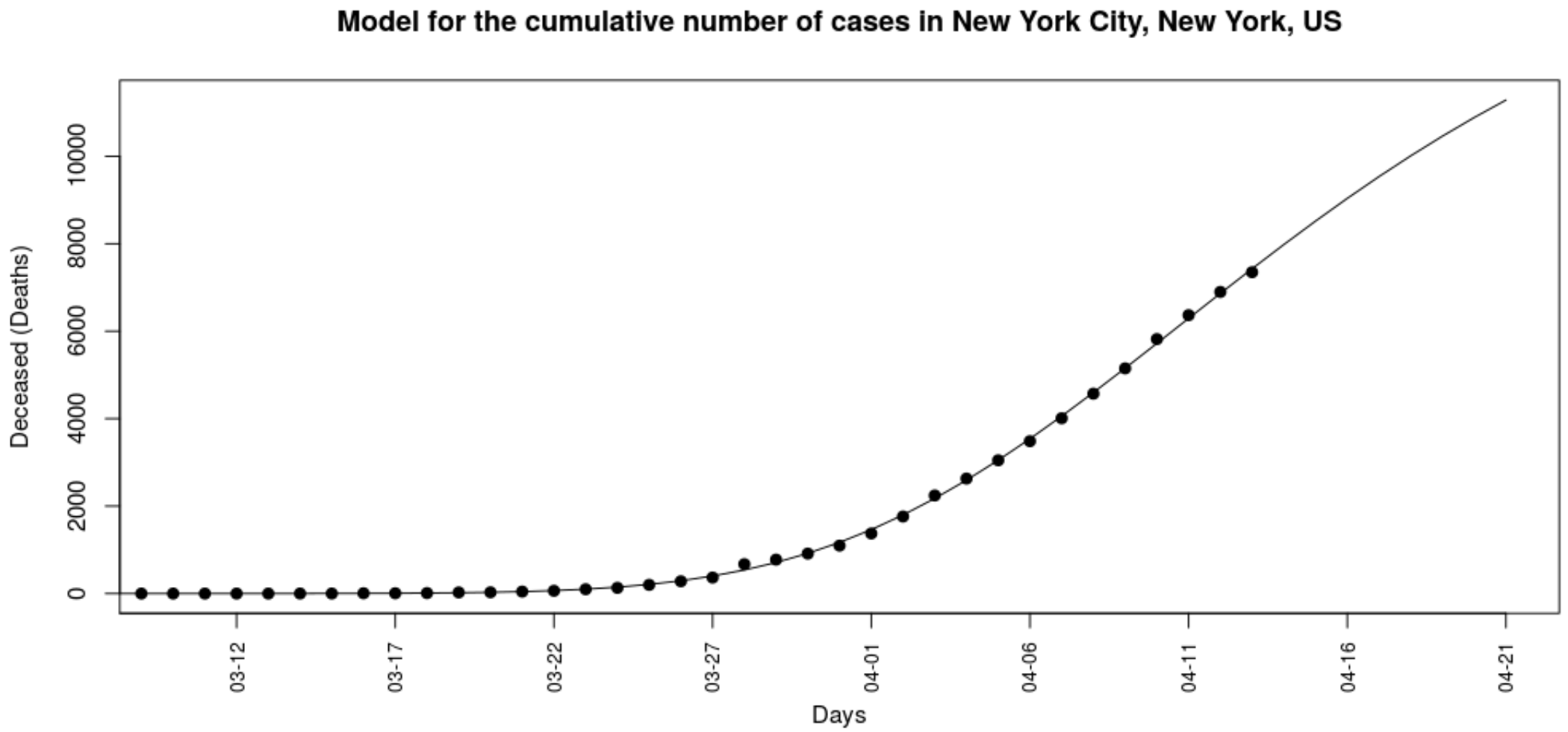
A shiny-app to check!

https://jose-ameijeiras.shinyapps.io/StatGroup-19-SP/



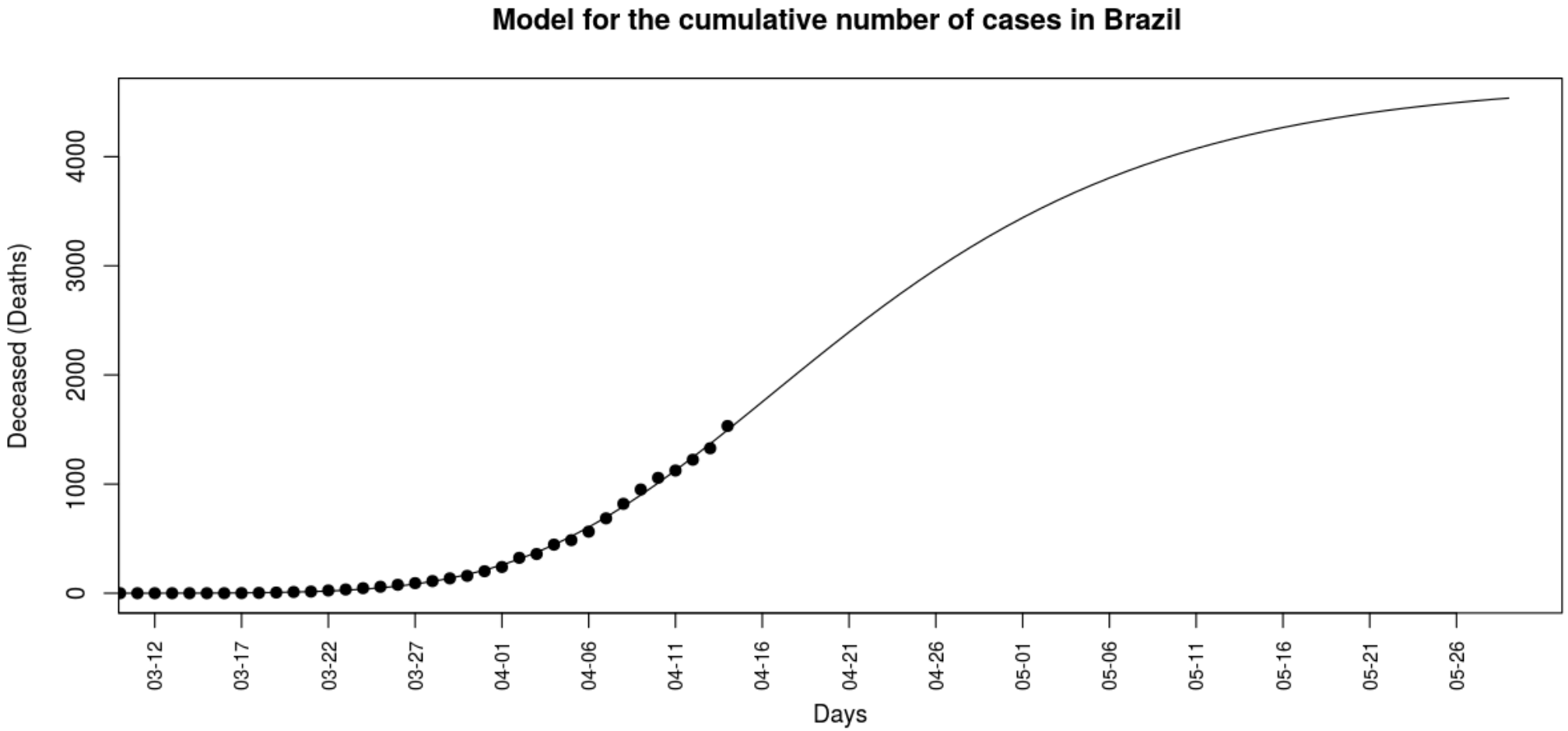
A shiny-app to check!

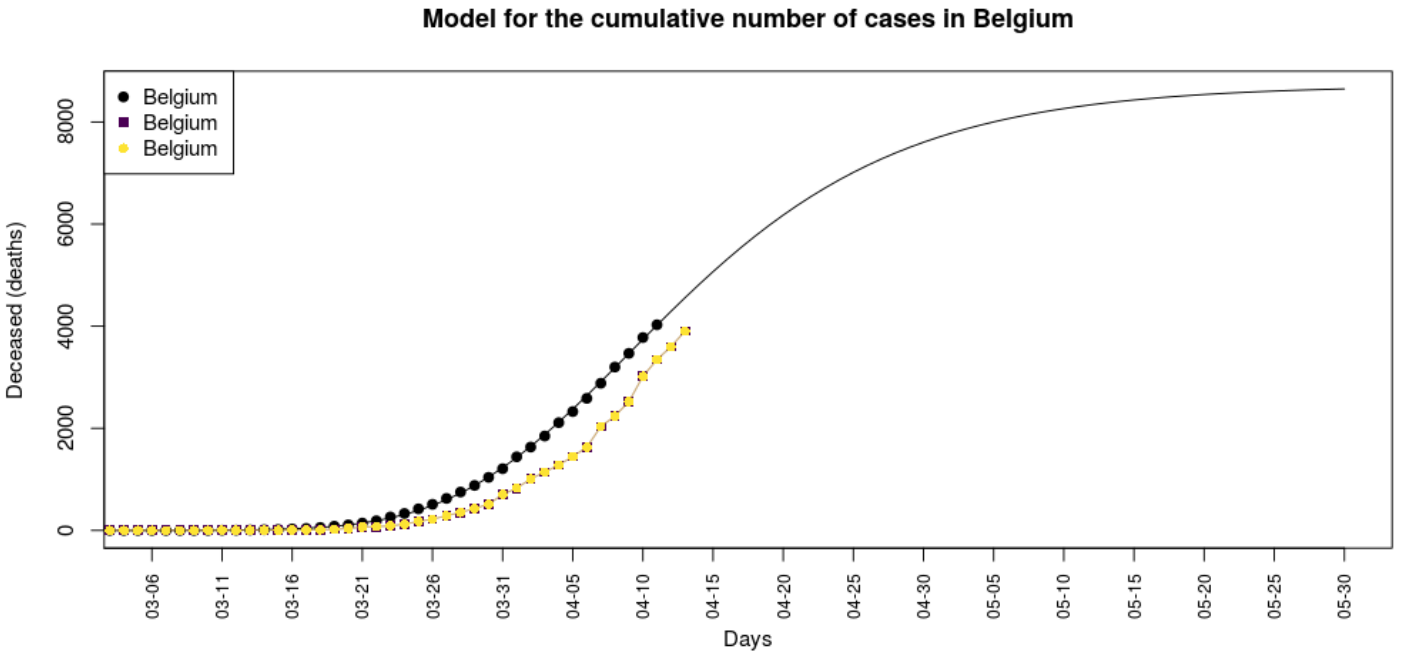
https://jose-ameijeiras.shinyapps.io/StatGroup-19-SP/



A shiny-app to check!

https://jose-ameijeiras.shinyapps.io/StatGroup-19-SP/





The problems…

- Reliable data
- Homogeneous across countries
- Homogeneous along time

Other actions

- We were listened! And they established some priorities
  - Back to normal life (working group)
  - Call for scientific literature (to produce a report to the government… in a single day!) about the effect of different measurements…
  - …

CEMat
IMU
Comité Español de Matemáticas

Conclusions

A lot of work to do:

- Geolocalization data?
- Spatio-temporal evolution?
- Incubation time?

Conclusions

A lot of work to do:

- Geolocalization data?
- Spatio-temporal evolution?
- Incubation time?

Together… our voice sounds louder…

… is anyone out there to listen?

Thanks for your attention!
Obrigada!

Rosa M. Crujeiras Casais

rosa.crujeiras@usc.es