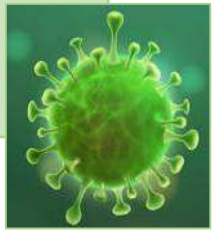


Projeções e perspectivas sobre casos confirmados e óbitos por COVID 19



COVID-19
CORONAVIRUS

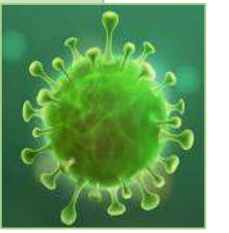
Prof. Dr. JOSENILDO BRITO DE OLIVEIRA
Unidade Acadêmica de Engenharia de Produção



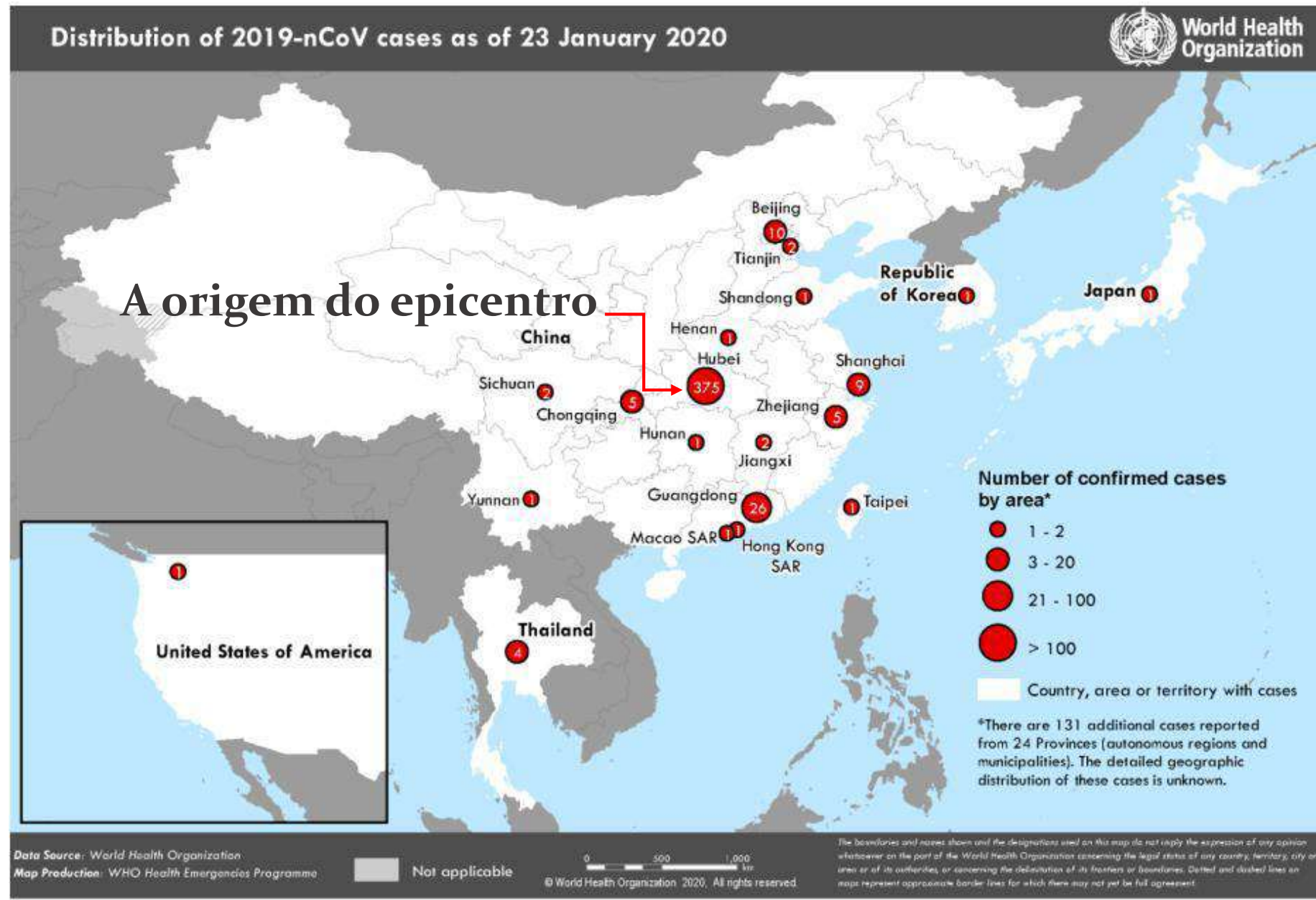
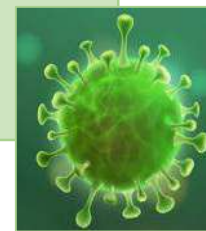
Estas **NOTAS DE PESQUISA** trazem resultados preliminares sobre um estudo das projeções de curto prazo em torno dos números de casos confirmados e de óbitos por COVID 19. Os resultados parciais provenientes das modelagens ainda carecem de calibração e validação, que serão os próximos passos desta pesquisa, uma vez que o estudo encontra-se em andamento.

Este material **NÃO DEVE** ser reproduzido ou publicado sem a devida autorização do autor.

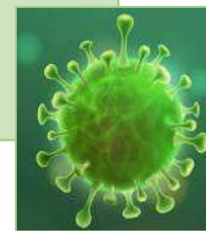
Campina Grande (PB), 15 de abril de 2020.



❑ CONTEXTUALIZAÇÃO	04
❑ ABORDAGEM METODOLÓGICA	12
❑ RESULTADOS PARCIAIS	15
❑ DISCUSSÕES	63
❑ LIMITAÇÕES	70
❑ CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
❑ AGRADECIMENTOS	74
❑ SOBRE O AUTOR	75
❑ REFERÊNCIAS	76

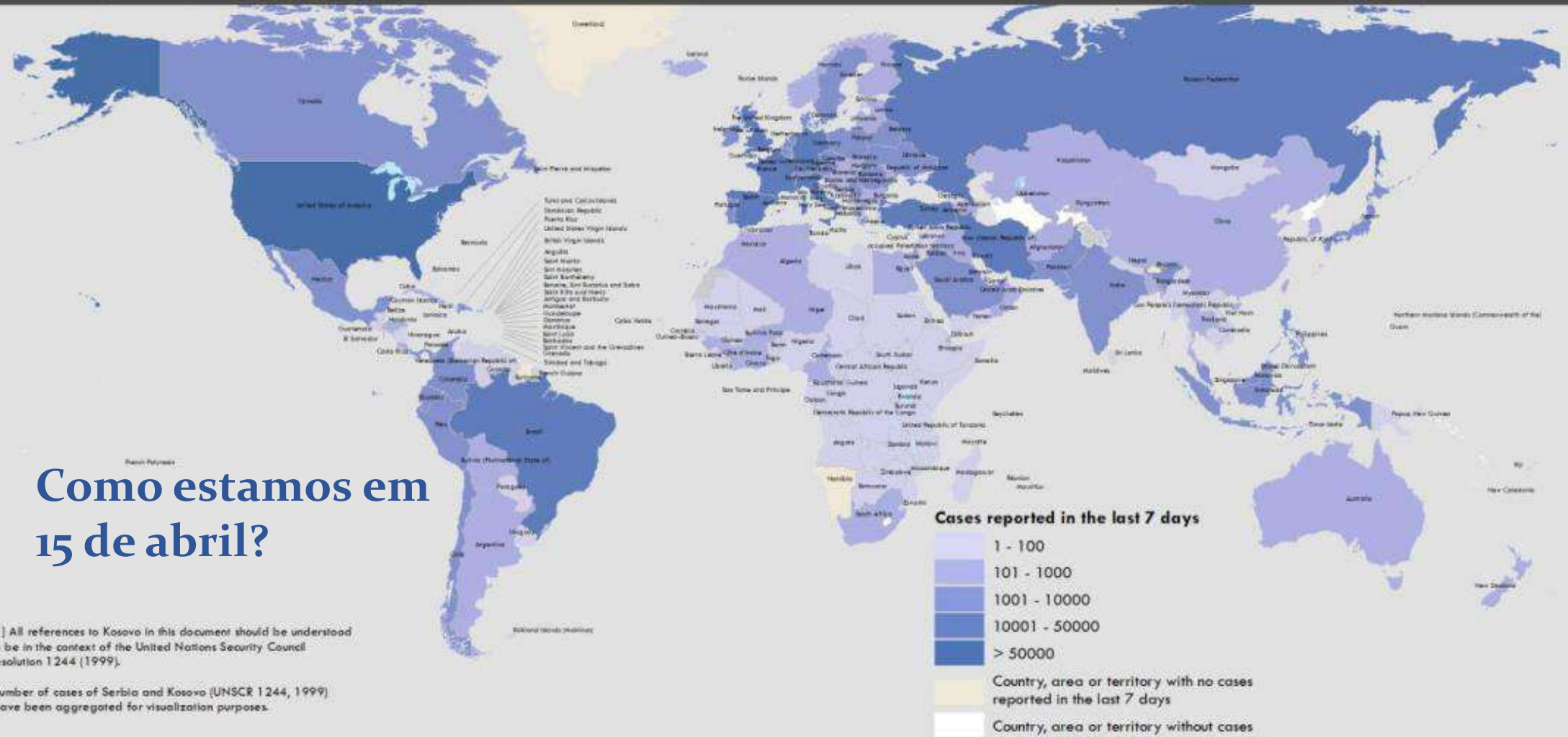


CONTEXTUALIZAÇÃO



Oliveira (2020)

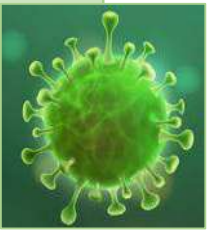
Countries, areas or territories with COVID-19 cases reported in the last 7 days
(From 09 April 2020, 10:00AM to 15 April 2020, 10:00AM (CEST))



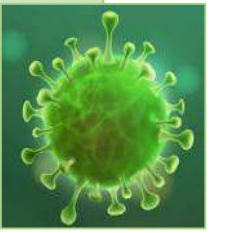
Como estamos em 15 de abril?

[1] All references to Kosovo in this document should be understood to be in the context of the United Nations Security Council resolution 1244 (1999).

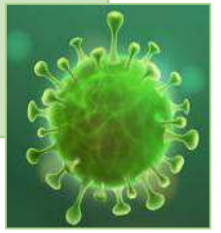
Number of cases of Serbia and Kosovo (UNSCR 1244, 1999) have been aggregated for visualization purposes.



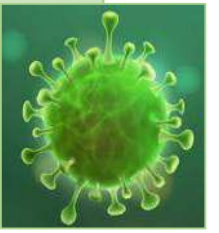
- ❑ **31/12/19** . A Organização Mundial da Saúde (OMS) é informada sobre 44 pacientes com pneumonia na cidade de Wuhan – China
- ❑ **23/01/20** . Trata-se de um novo vírus, 2019-nCoV, com casos importados confirmados na Tailândia, Japão, Coreia do Sul e EUA. Cinco mortes na província de Hubei, China
- ❑ **02/02/20** . Registro do 1º caso exportado entre diferentes países, Japão e Coreia do Sul. A primeira morte fora da China ocorre na Filipinas
- ❑ **09/02/20** . Trinta e quatro brasileiros são repatriados, vindos de Wuhan
- ❑ **27/02/20** . O Brasil reporta o primeiro caso de COVID 19 em 26 de fevereiro, um paciente de São Paulo que esteve na Itália
- ❑ **28/02/20** . A OMS eleva o risco global do contágio para muito alto. O vírus já alcança 51 países. A China relata que recuperou 36.117 pessoas



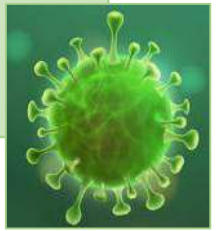
- ❑ **05/03/20** . São Paulo registra a 1º transmissão local. Primeiros casos fora de SP (RJ e ES)
- ❑ **08/03/20** . Jair Bolsonaro e Donald Trump se encontram nos EUA. Dias depois, 23 membros da comitiva brasileira foram contagiados. O vírus se alastra por mais de 100 países, com quase 500 óbitos.
- ❑ **13/03/20** . O Brasil ultrapassa 100 casos, mas o primeiro paciente é recuperado
- ❑ **17/03/20** . A OMS declara, no dia 11 de março, que o surto de COVID 19 é uma pandemia. Itália e Espanha serão os prováveis novos epicentros da doença. Os casos confirmados e de mortes no mundo superam os da China. O Brasil registra a primeira morte pelo vírus
- ❑ **19/03/20** . No mundo, em 3 meses ocorreram 200k casos e + 100k levaram apenas 12 dias
- ❑ **20/03/20** . O Ministério da Saúde (BR) decreta estado de transmissão comunitária e sugere isolamento de 2 semanas (pessoas c/sintomas e as que moram no mesmo espaço)



- ❑ **26/03/20** . Os EUA são o país com maior número de casos. Espanha e Itália já passaram a China no número de óbitos. Os EUA seriam o novo epicentro mundial? Rio de Janeiro e São Paulo já adotam medidas de distanciamento e isolamento. O Reino Unido ultrapassa a China em número de casos e atinge mais de 1.000 óbitos
- ❑ **01/04/20** . A OMS recomenda preparar estruturas e hospitais, proteger os profissionais da saúde e decide por medidas de distanciamento físico e social, entre outras
- ❑ **04/04/20** . Os casos confirmados e mortes no mundo, respectivamente, já ultrapassam 1.000.000 e 50k
- ❑ **06/04/20** . A China passa para a fase de mitigação após 2 meses de contenção. Não há trade-off entre salvar vidas e seus meios de sobrevivência ou salvar empregos, diz a OMS. O Brasil supera 12k casos e 500 mortes
- ❑ **08/04/20** . A OMS alerta p/a chance de ruptura da cadeia global de suprimentos de EPIs

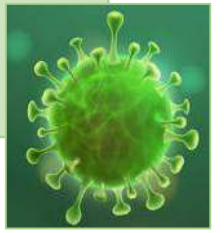


- ❑ **09/04/20** . A OMS marca 100 dias a partir do 1º registro de caso de “pneumonia com causa desconhecida” na China
- ❑ **11/04/20** . No Brasil, os casos passam de 20k com mais de 1k óbitos. Há claros conflitos no direcionamento das políticas socioeconômicas e sanitárias entre membros do governo federal, estados e municípios. Os EUA atingem mais de 500k casos e 20k em óbitos. Eles já assumem o primeiro posto em número de mortes
- ❑ **12/04/20** . O número de casos confirmados no mundo já passa de 1.500.000 e as mortes alcançam mais de 100k. É assustador o avanço do vírus pelo mundo
- ❑ **15/04/20** . Segundo o dashboard do Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering , o mundo já extrapolou a marca de 2.000.000 de casos, com quase 130 mil óbitos. O Brasil já bateu 25k casos e 1.500 falecimentos pelo COVID 19, com taxa uma de letalidade calculada em 6,1%.



"We're not just fighting an epidemic; we're fighting an infodemic."

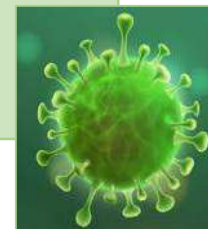
*WHO Director-General Tedros Adhanom Ghebreyesus
Munich Security Conference, 15 February 2020*



- ❑ O início da pandemia
- ❑ A demora do Brasil na adoção de medidas preventivas
- ❑ As pesquisas do *Imperial College School of Medicine* sobre o vírus COVID 19
- ❑ A pandemia no mundo e no Brasil. Como ela se comporta em números?
- ❑ Quando a epidemia irá desacelerar no Brasil? Pouco se conhece sobre o vírus

O problema é ... “quantos casos confirmados e de óbitos por COVID 19 o Brasil terá nos próximos dias para um horizonte de curto prazo?”

O objetivo é projetar estimativas sobre o comportamento do COVID 19 a partir da modelagem de séries temporais obtidas dos casos confirmados e de óbitos.



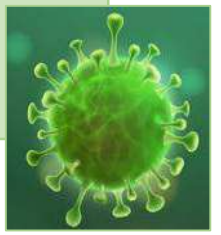
- ❑ A pesquisa é aplicada, bibliográfica, quantitativa e exploratória
- ❑ Dados são do Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering
- ❑ Métodos estatísticos (estatística descritiva e métodos aplicados a séries temporais)
- ❑ Aplicação da Simulação de Monte Carlo
- ❑ Softwares – MS Excel[®], MINITAB[®] (versão trial) e Crystal Ball[®] (versão trial)

The screenshot shows the HDX website with the following elements:

- Logo:** HDX (Humanitarian Data Exchange) with the tagline "HUMANITARIAN DATA EXCHANGE v1.39.0" and "Find, share and use humanitarian data all in one place".
- Navigation:** "OUR OTHER SERVICES" section with links for "HDX | tools", "centre for humdata", and "# HXL".
- Form:** A "Subscribe to our mailing list" form with a text input field and a blue "SUBSCRIBE" button.
- Footer:** Links for "TERMS OF SERVICE", "OPEN SOURCE", "RESOURCES FOR DEVELOPERS", "DATA LICENSES", "BLOG", and "CONTACT".
- Partnership:** "Service provided by" OCHA (Office for the Coordination of Humanitarian Affairs) with a brief description of their mission.
- License:** "Except where otherwise noted, content on this site is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license." with the CC logo.

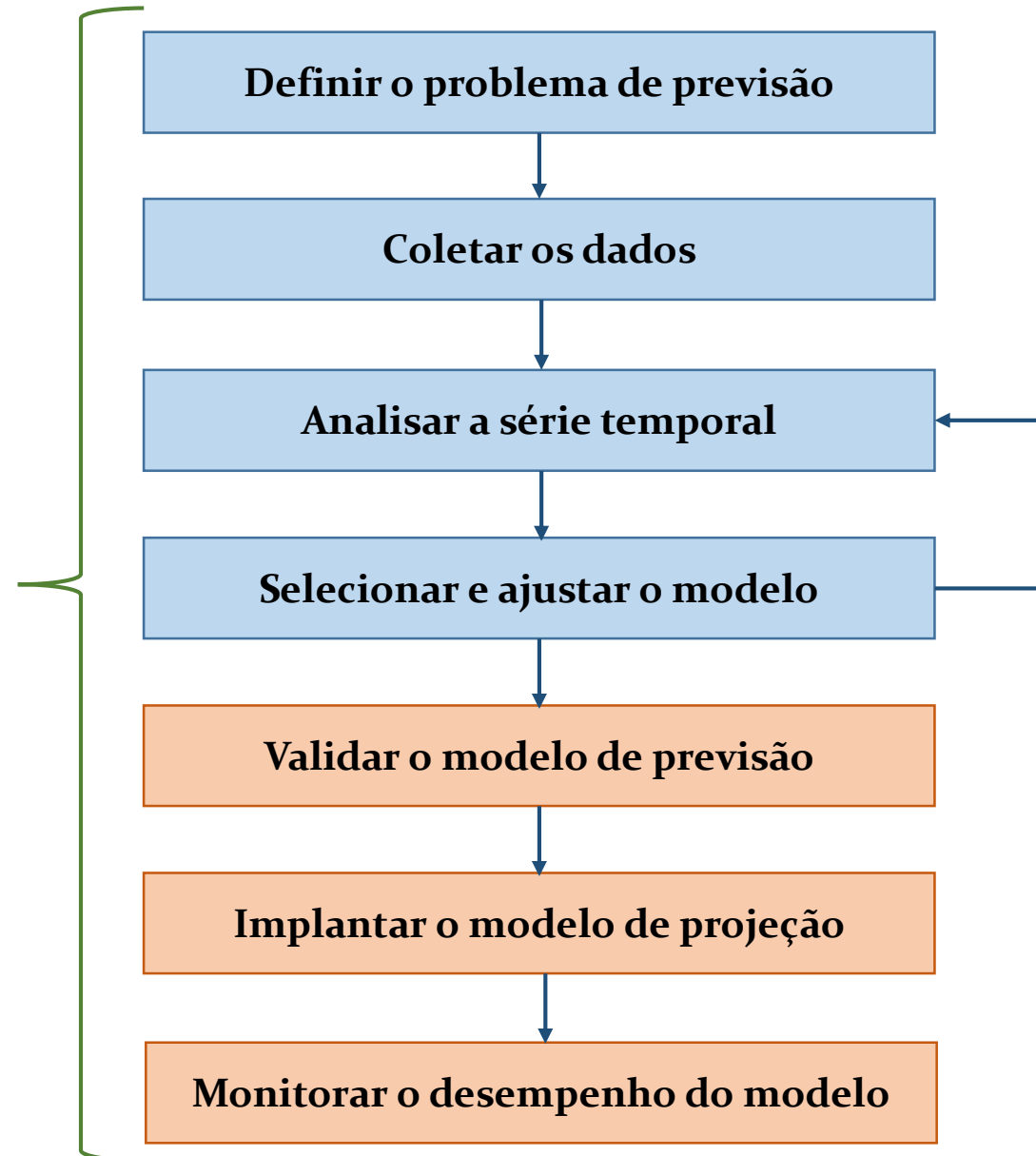


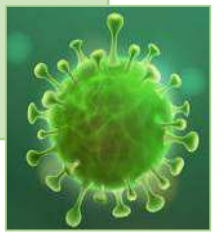
O levantamento e modelagens foram realizados para os dados publicados até 12/04!



Etapas da modelagem

Montgomery, Jennings e Kulahci (2015)





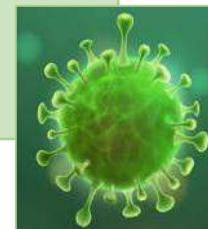
Variáveis de pesquisa

Variáveis de resposta

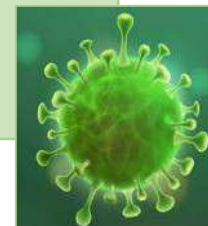
- ❑ Yca_t = é o número previsto de casos acumulados para o período “t”
- ❑ Ycd_t = é o número previsto de novos casos para o período “t”
- ❑ Yoa_t = é o número previsto de óbitos acumulados para o período “t”
- ❑ Yod_t = é o número previsto de óbitos por dia para o período “t”

Variáveis de entrada

- ❑ xca_{t-n} = é o número real de casos acumulados para o período “ $t-1$ ”
- ❑ xcd_{t-n} = é o número real de novos casos para o período “ $t-1$ ”
- ❑ xoa_{t-n} = é o número real de óbitos acumulados para o período “ $t-1$ ”
- ❑ xod_{t-n} = é o número real de óbitos por dia para o período “ $t-1$ ”
- ❑ t = é o período (data) de ocorrência dos casos confirmados ou óbitos
- ❑ n = é a quantidade de períodos de tempo



- Panorama dos países mais afetados
- Casos confirmados, óbitos e recuperação
- Taxas de fatalidade e recuperação
- A pandemia no Brasil
- Pressupostos para as projeções
- Notas sobre o processo de projeção
- Projeções e perspectivas para os países
- Projeções para o Estado de São Paulo
- Projeções para o Estado da Paraíba
- Transmissibilidade dos países mais afetados

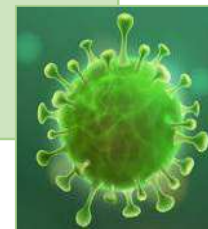


RESULTADOS PARCIAIS

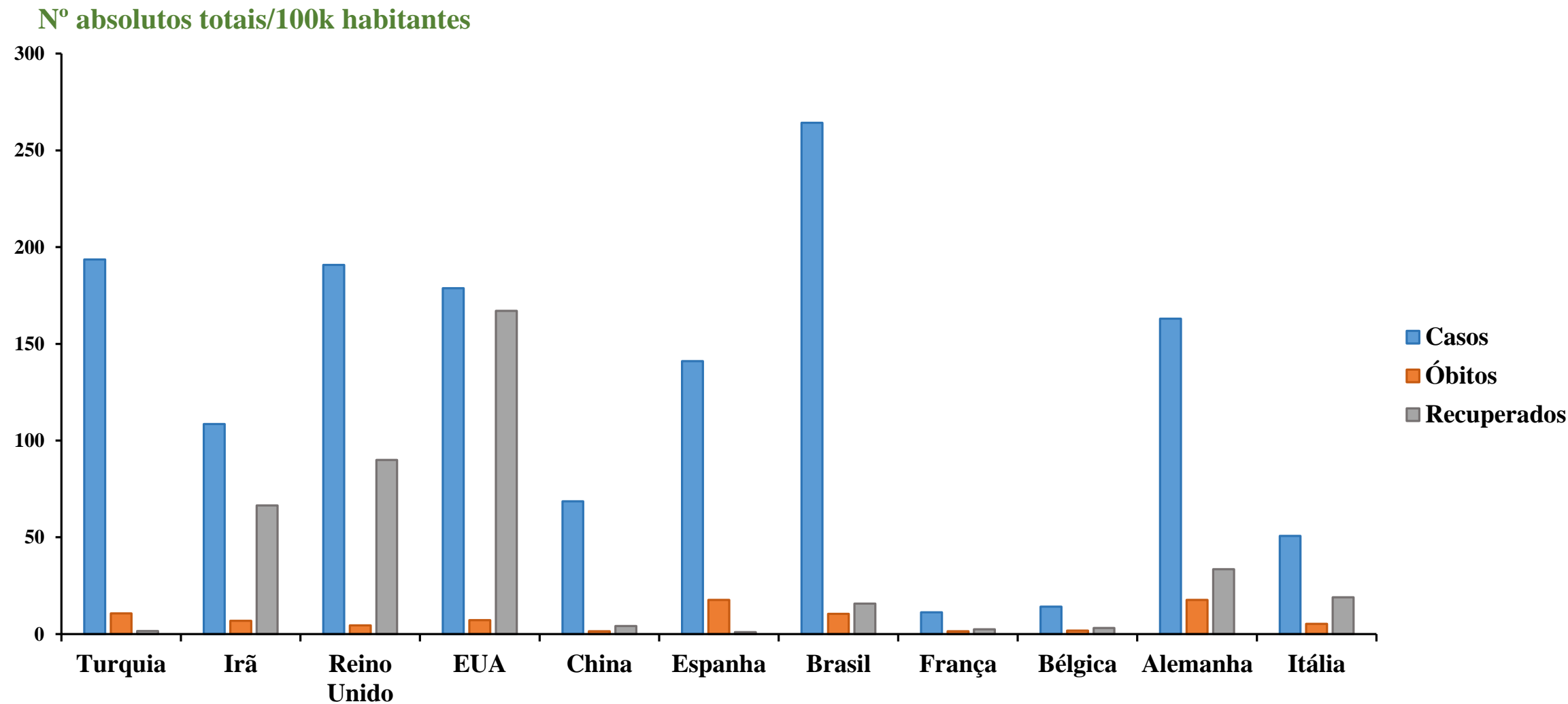
Panorama dos países mais afetados

País	Casos	Óbitos	Recup.	Dias/Pico	1º Caso	1º Óbito	↔ Dias	% Fat.	% Recup. ¹
EUA	555.313	22.020	32.988	82/80	22/01	29/02	39	3,61	5,94
Espanha	166.831	17.209	62.391	72/54	01/02	03/03	32	10,32	37,40
Itália	156.363	19.899	34.211	73/51	31/01	21/02	22	12,73	21,88
França	133.669	14.414	27.469	80/72	24/01	15/02	23	10,78	20,55
Alemanha	127.854	3.022	60.300	77/69	27/01	09/03	43	2,36	47,16
Reino Unido	85.186	10.628	623	73/71	31/01	05/03	35	12,48	0,73
China	83.522	3.349	78.065	82/23	22/01*	ND	ND	4,01	93,47
Irã	71.686	4.474	43.894	54/41	19/02	19/02	0 ²	6,24	61,23
Turquia	56.956	1.198	3.446	33/32	11/03	17/03	7	2,10	6,05
Bélgica	29.647	3.600	6.463	69/54	04/02	11/03	37	12,14	21,80
Brasil	22.192	1.223	173	47/43	26/02	17/03	21	5,51	0,78

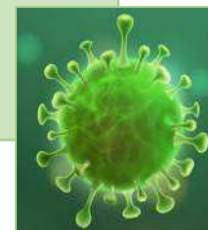
* Possivelmente, a China registrou seu primeiro caso de COVID 19 no dia 17/11, embora os registros da OMS mostrem em 22/01. Recup.: É o número de pessoas recuperadas. Dias/Pico é a quantidade de dias da epidemia a partir do registro do 1º caso e Pico é a quantidade de dias até o pico do número de casos por dia. Para a China, se o registro for 17/11/19, seria 148/88. ND: Não disponível. ↔ Dias é o intervalo entre o primeiro registro de caso e a primeira fatalidade. % Fat.: é o percentual de letalidade. % Recup.: é o percentual de recuperação. ¹ Os dados carecem de investigação. ² Pode haver distorção nesse número, que foi informado pelo país.



Panorama dos países mais afetados



RESULTADOS PARCIAIS

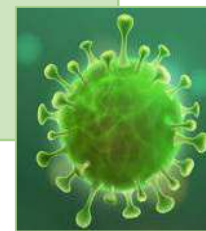


Oliveira (2020)

Panorama dos países mais afetados

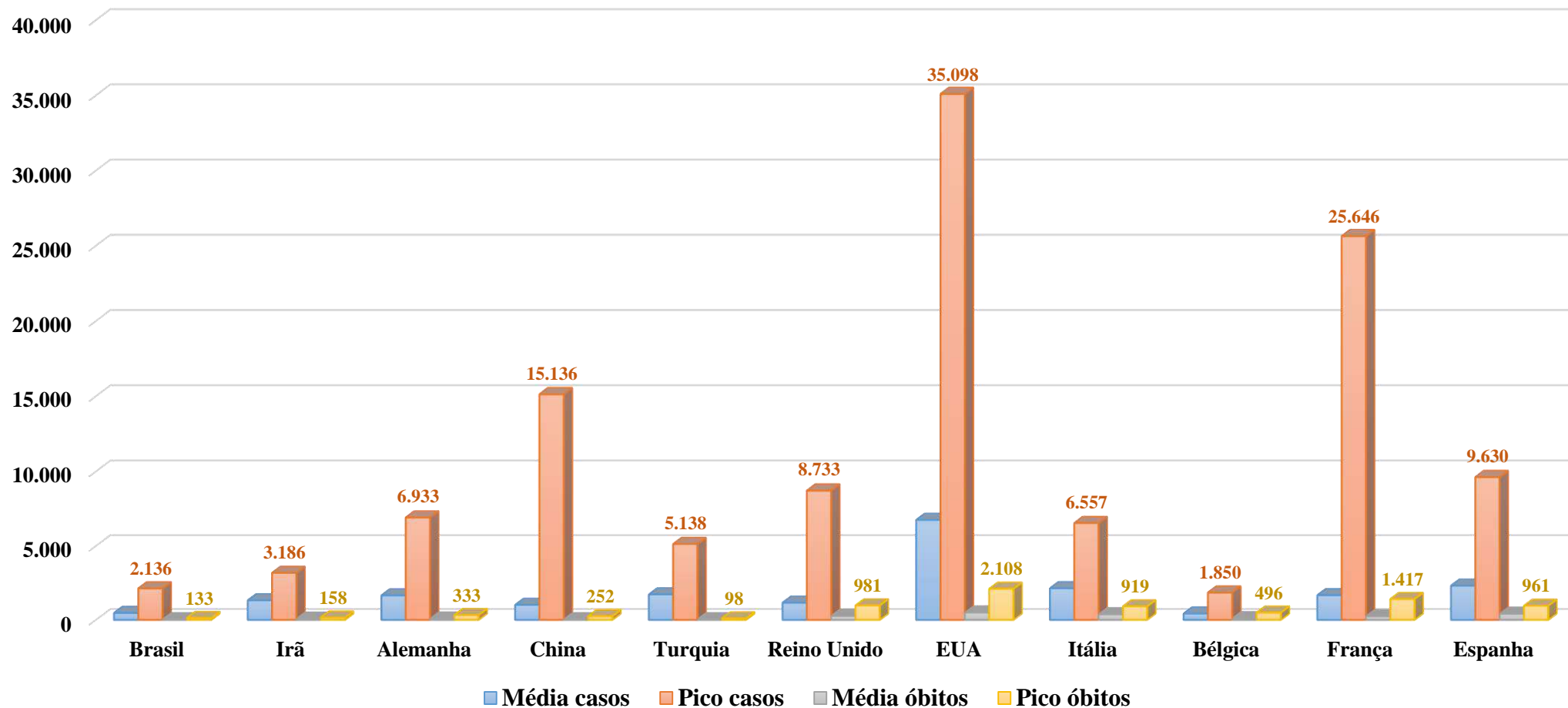
País	Casos confirmados por dia					Óbitos por dia				
	<i>n</i>	Média	Mediana	Pico	CV%	<i>n</i>	Média	Mediana	Pico	CV%
Alemanha	77	1.660	129	6.933	136	35	86	61	333	102
Bélgica	69	430	39	1.850	140	33	109	64	496	117
Brasil	47	472	228	2.136	129	27	45	25	133	96
China	82	1.019	152	15.136	200	82	41	17	252	125
Espanha	72	2.317	121	9.630	131	41	420	497	961	83
EUA	82	6.772	25	35.098	169	44	500	96	2.108	136
França	80	1.671	40	25.646	209	58	249	13	1.417	157
Irã	54	1.328	1.185	3.186	75	54	83	117	158	71
Itália	73	2.142	778	6.557	107	52	383	429	919	83
Reino Unido	73	1.167	35	8.733	166	39	273	37	981	123
Turquia	33	1.726	1.610	5.138	98	27	44	37	98	82

n é o número total de dias a partir da confirmação (caso, óbito ou recuperação). CV é o coeficiente de variação

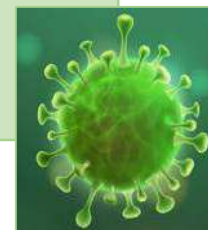


Panorama dos países mais afetados

Médias e picos por dia



RESULTADOS PARCIAIS



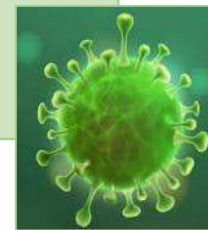
Oliveira (2020)

Panorama dos países mais afetados

País	Recuperados*					Variação % média por dia		
Estatísticas	n	Média	Mediana	Pico	CV%	Casos	Óbitos	Recuperados*
Alemanha	60	1.005	1	10.219	199	30,8	30,5	9,7
Bélgica	28	231	177	524	75	15,0	31,1	78,2
Brasil	28	6	0	114	75	78,8	183,4	-17,5
China	82	952	565	524	100	96,2	1,1	24,4
Espanha	58	1.076	20	4.818	141	48,1	18,0	138,5
EUA	64	515	1	4.945	202	20,5	10,3	40,6
França	61	450	0	2.194	156	6,6	21,7	134,3
Irã	47	934	546	6.482	138	19,0	209,0	1,2
Itália	51	671	414	2.099	103	53,9	31,1	53,2
Reino Unido	61	10	0	229	311	583,3	12,2	34,9
Turquia	19	181	90	542	89	14,4	44,6	26,7

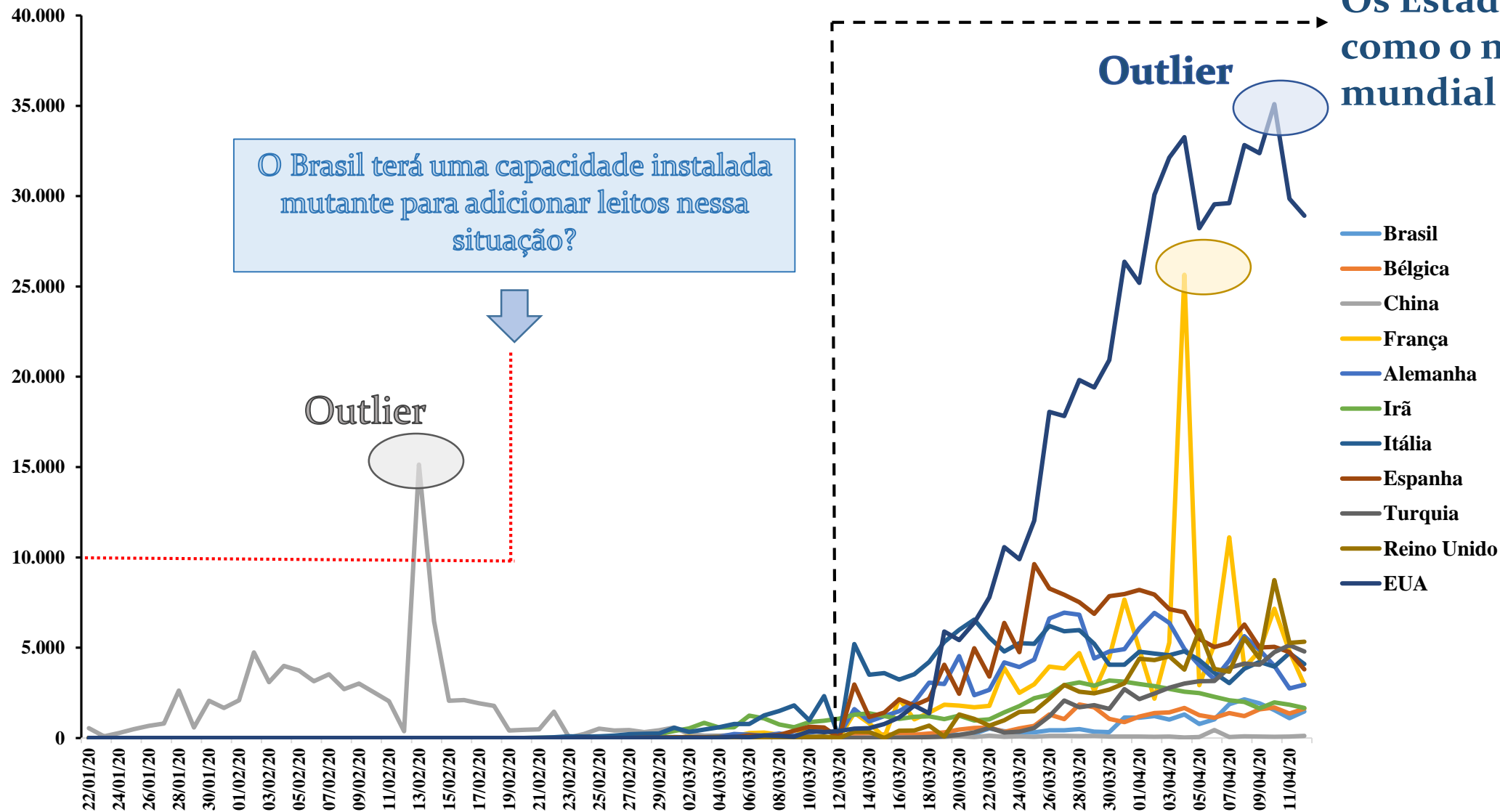
* Há inúmeros dados inconsistentes no banco de dados para a variável “Recuperados”. Isso pode ser devido à qualidade na obtenção e tratamento desses dados pelos países, problemas de compilação, digitação, entre outros. Após o primeiro registro de recuperados, dias com registro de “zero” recuperados foram incluídos para capturar também a não recuperação de pacientes. Por isso, a mediana deu “zero” para alguns países.

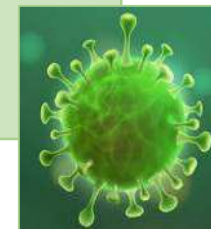
RESULTADOS PARCIAIS



Casos CONFIRMADOS, óbitos e recuperação

Nº de novos casos

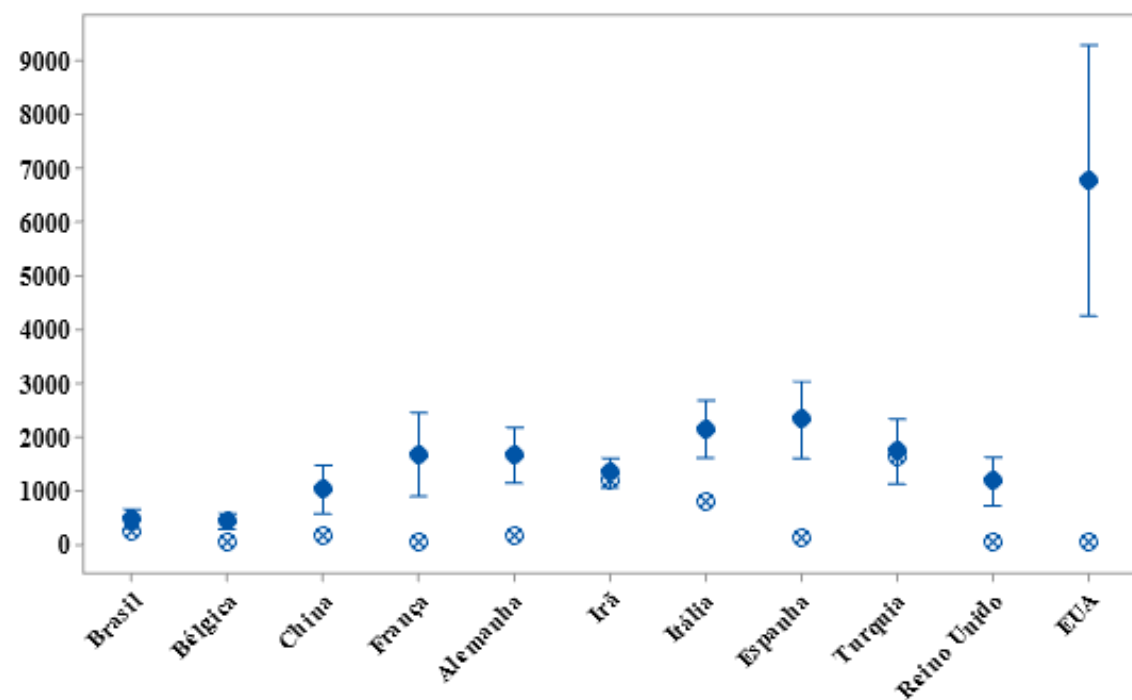




RESULTADOS PARCIAIS

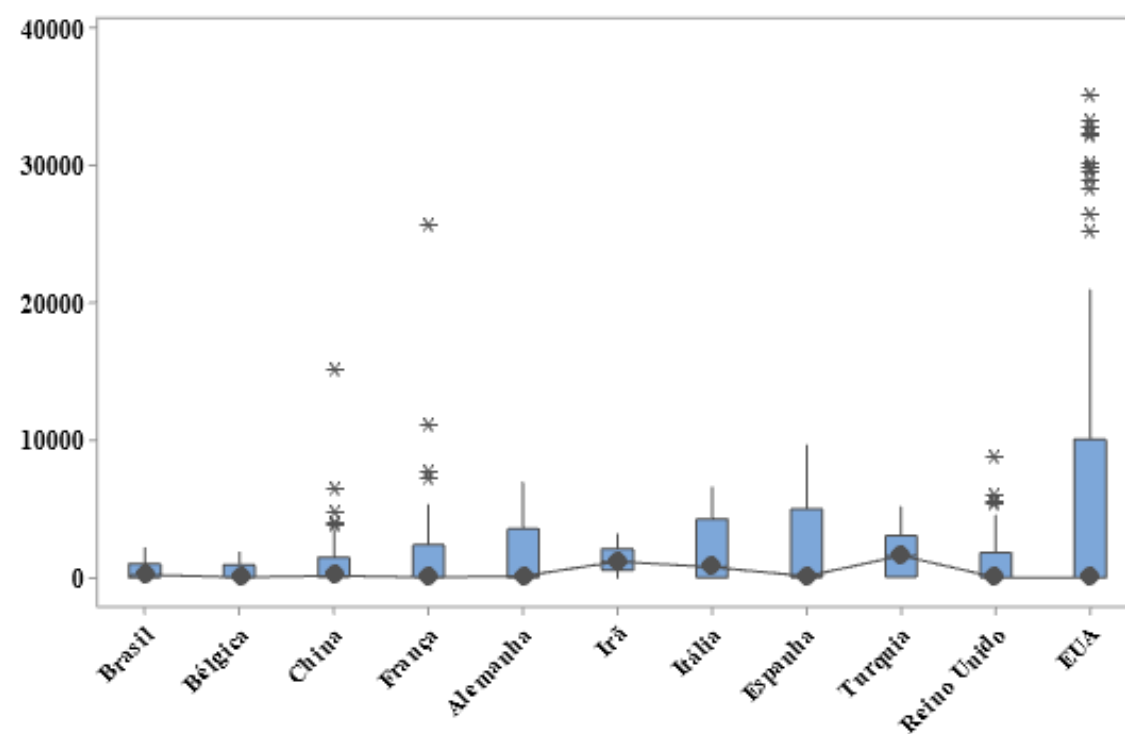
Casos CONFIRMADOS, óbitos e recuperação

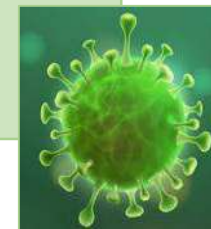
Gráfico de intervalos para os novos casos



Os desvios padrão individuais foram usados para calcular os intervalos.

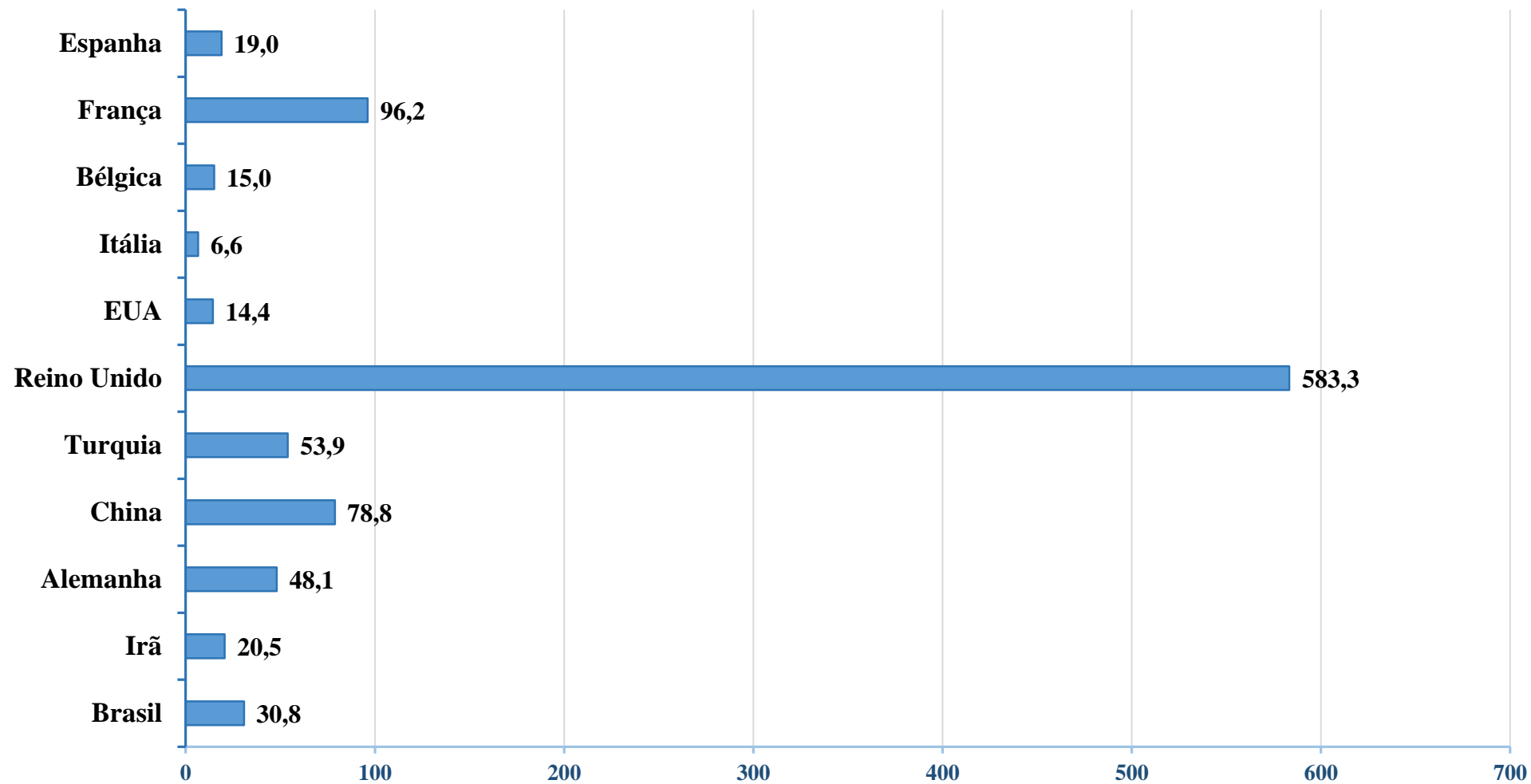
Gráfico boxplot para os novos casos



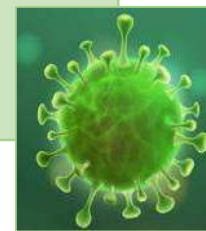


Casos **CONFIRMADOS**, óbitos e recuperação

Variação % média de novos casos

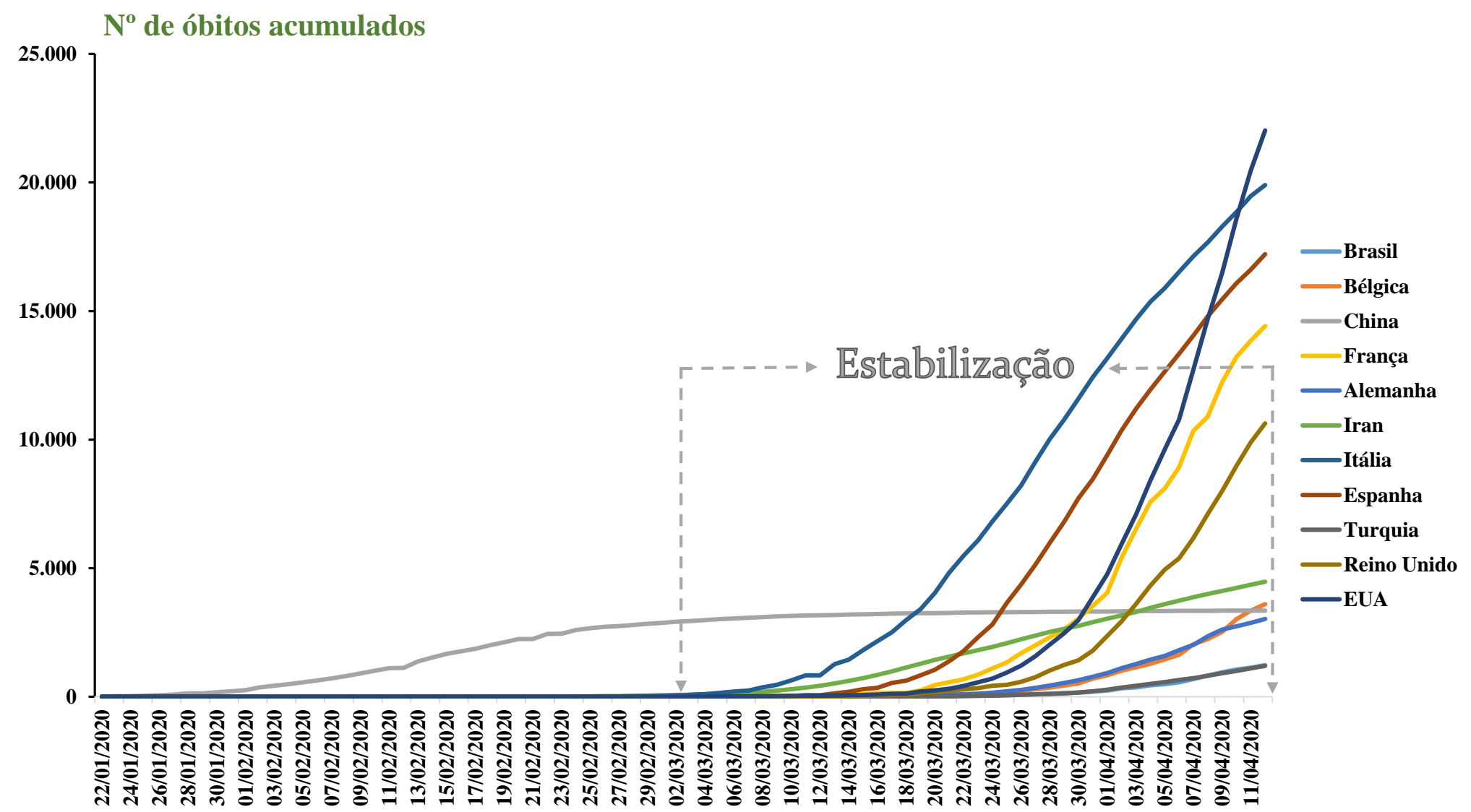


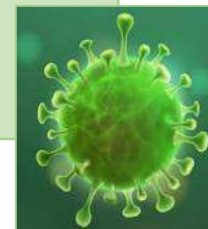
RESULTADOS PARCIAIS



Oliveira (2020)

Casos confirmados, ÓBITOS e recuperação





Casos confirmados, ÓBITOS e recuperação

Gráfico de intervalos para os novos óbitos

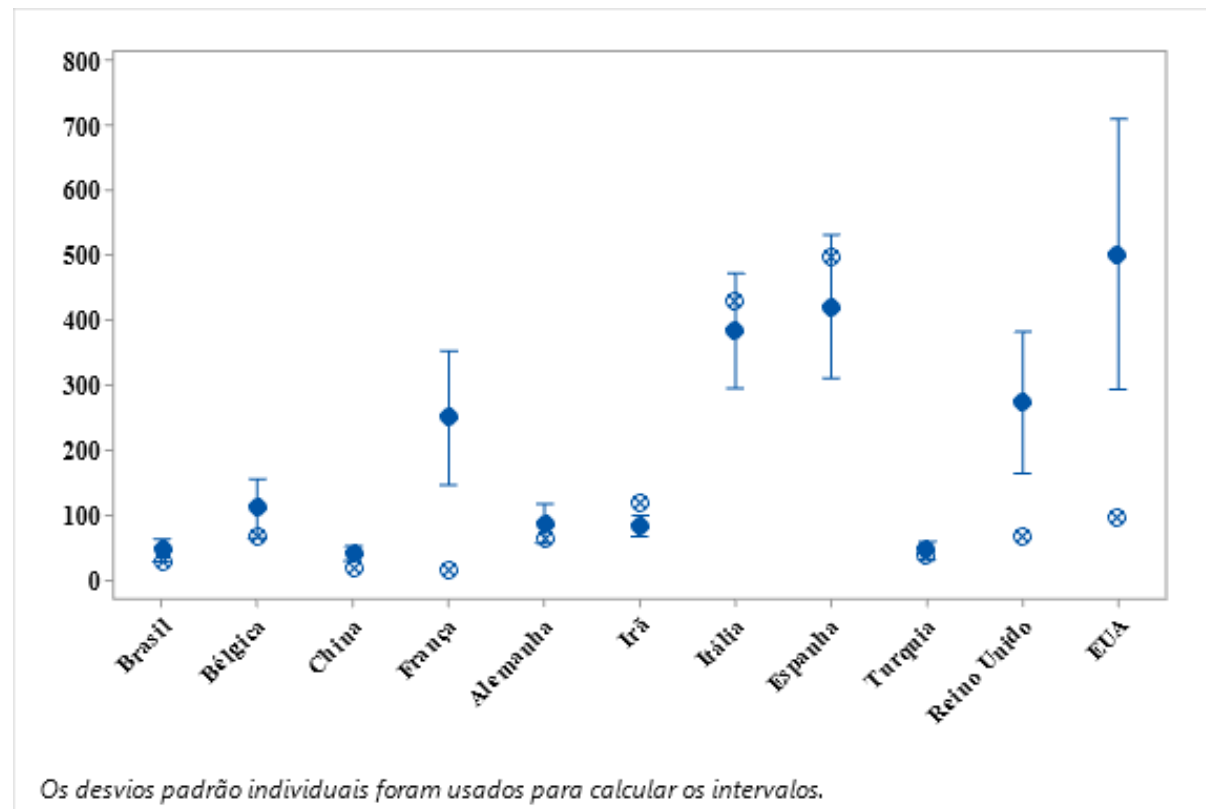
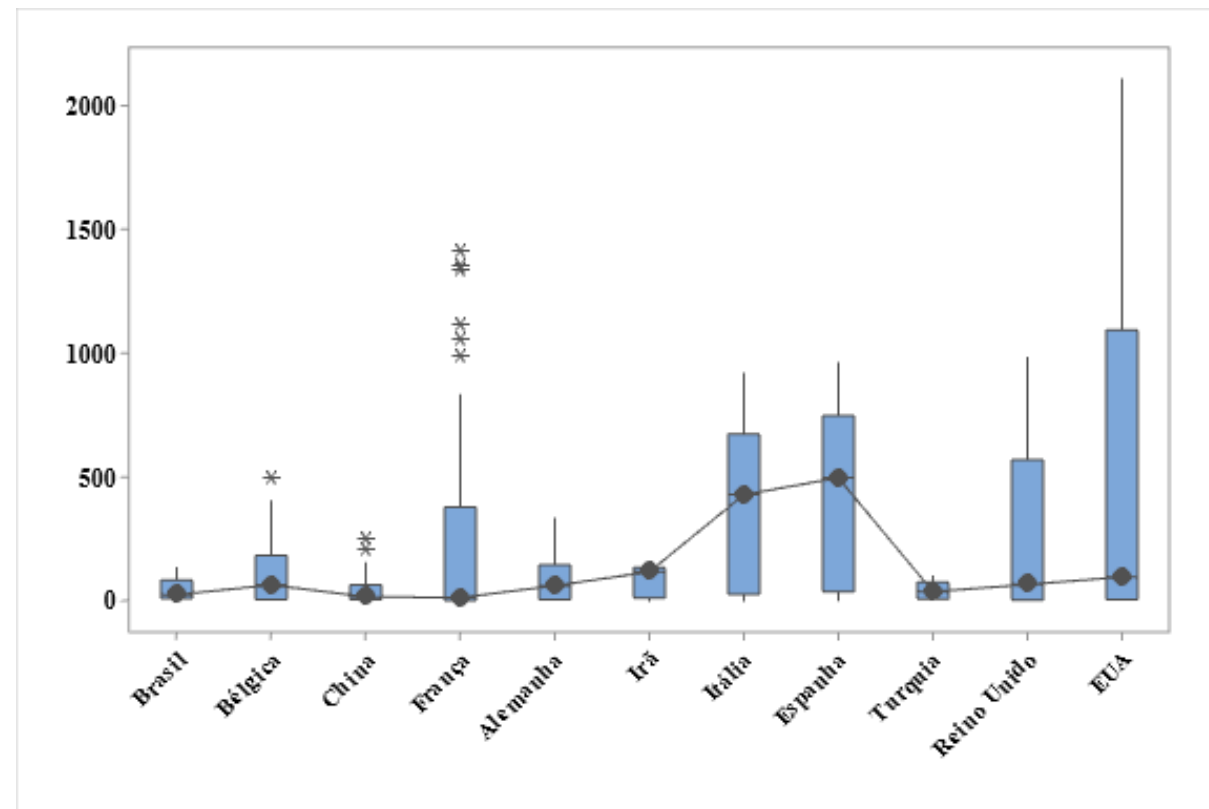
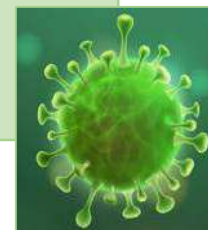


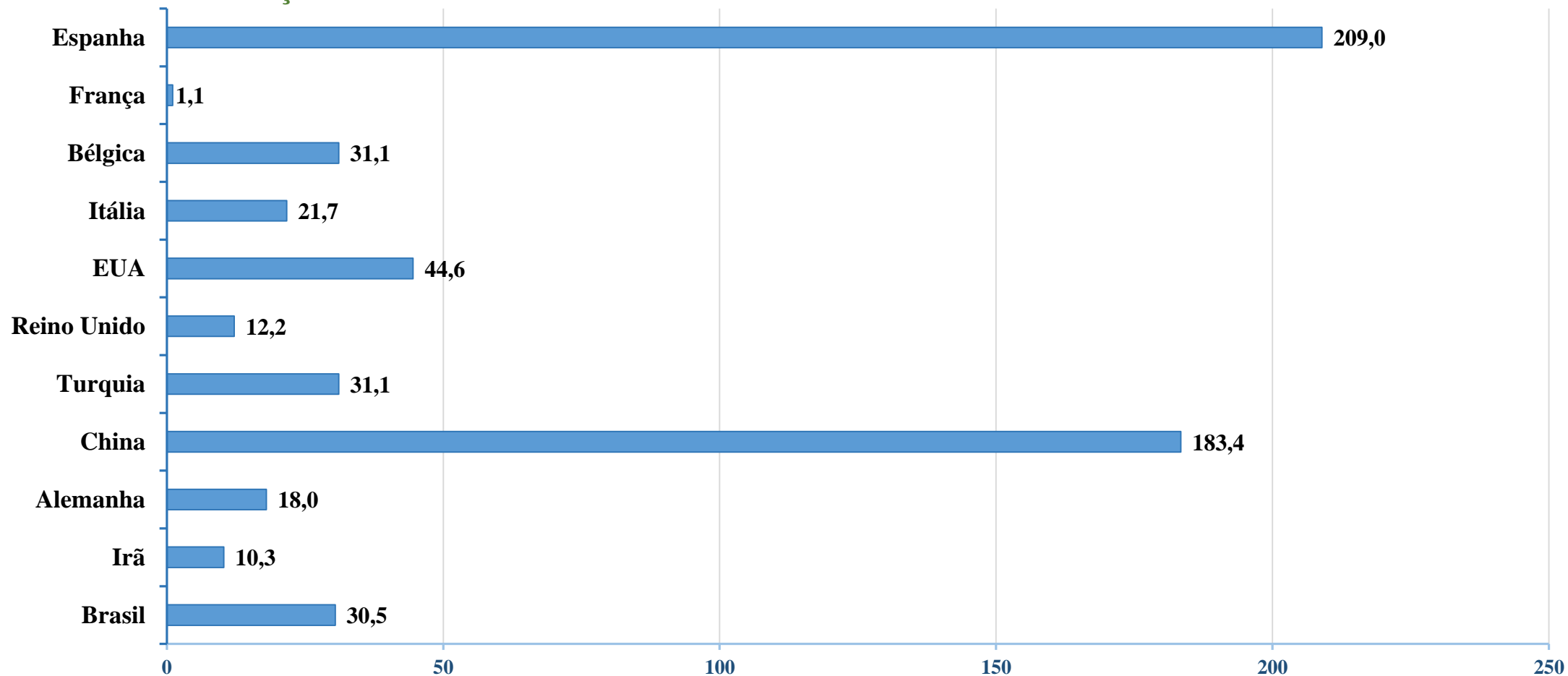
Gráfico boxplot para os novos óbitos



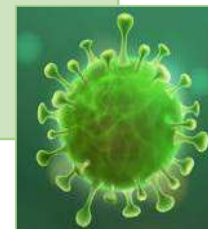


Casos confirmados, ÓBITOS e recuperação

Variação % média de óbitos

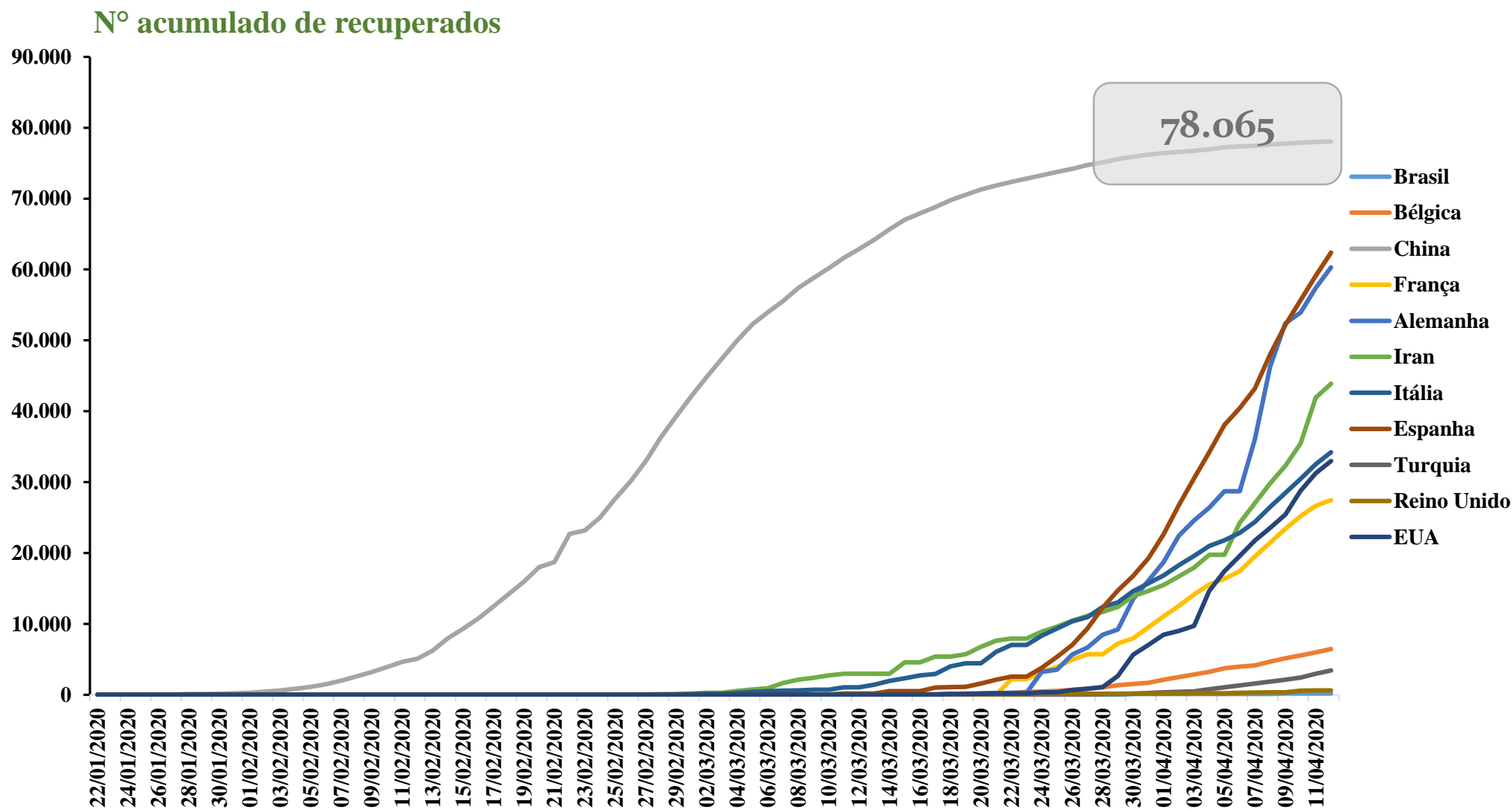


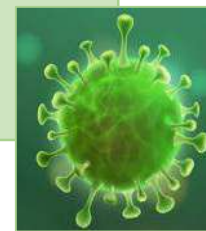
RESULTADOS PARCIAIS



Oliveira (2020)

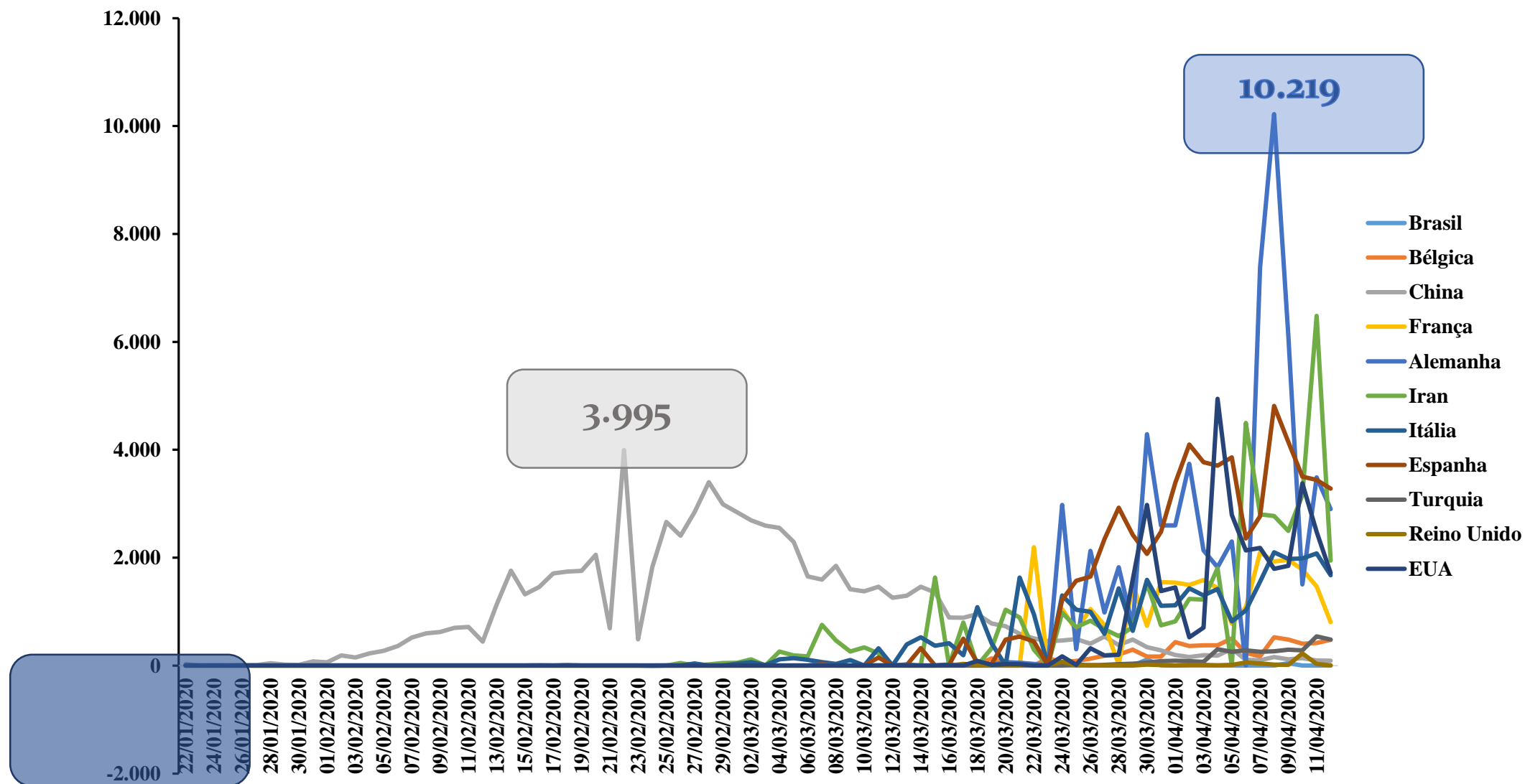
Casos confirmados, óbitos e RECUPERAÇÃO

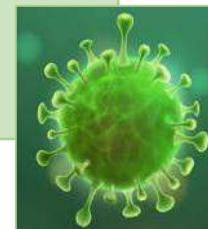




Casos confirmados, óbitos e RECUPERAÇÃO

Nº de recuperados por dia





RESULTADOS PARCIAIS

Casos confirmados, óbitos e **RECUPERAÇÃO**

Gráfico de intervalos para os novos recuperados

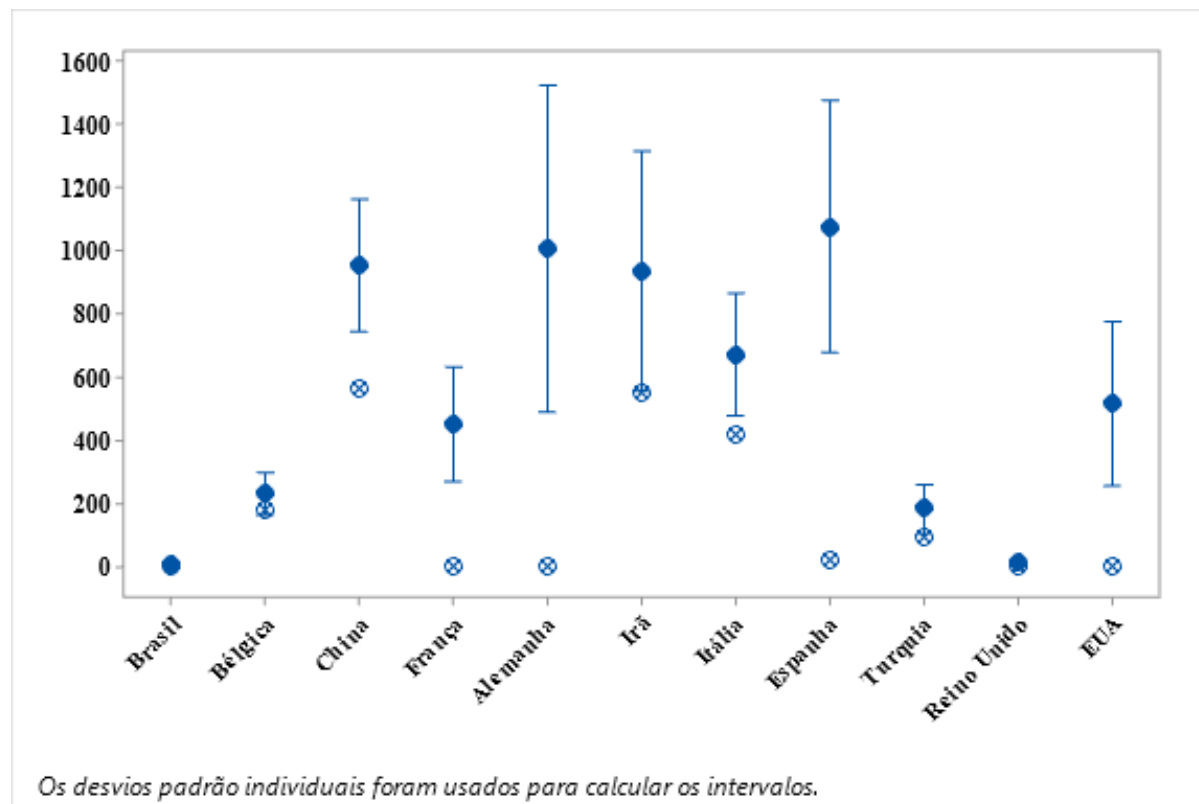
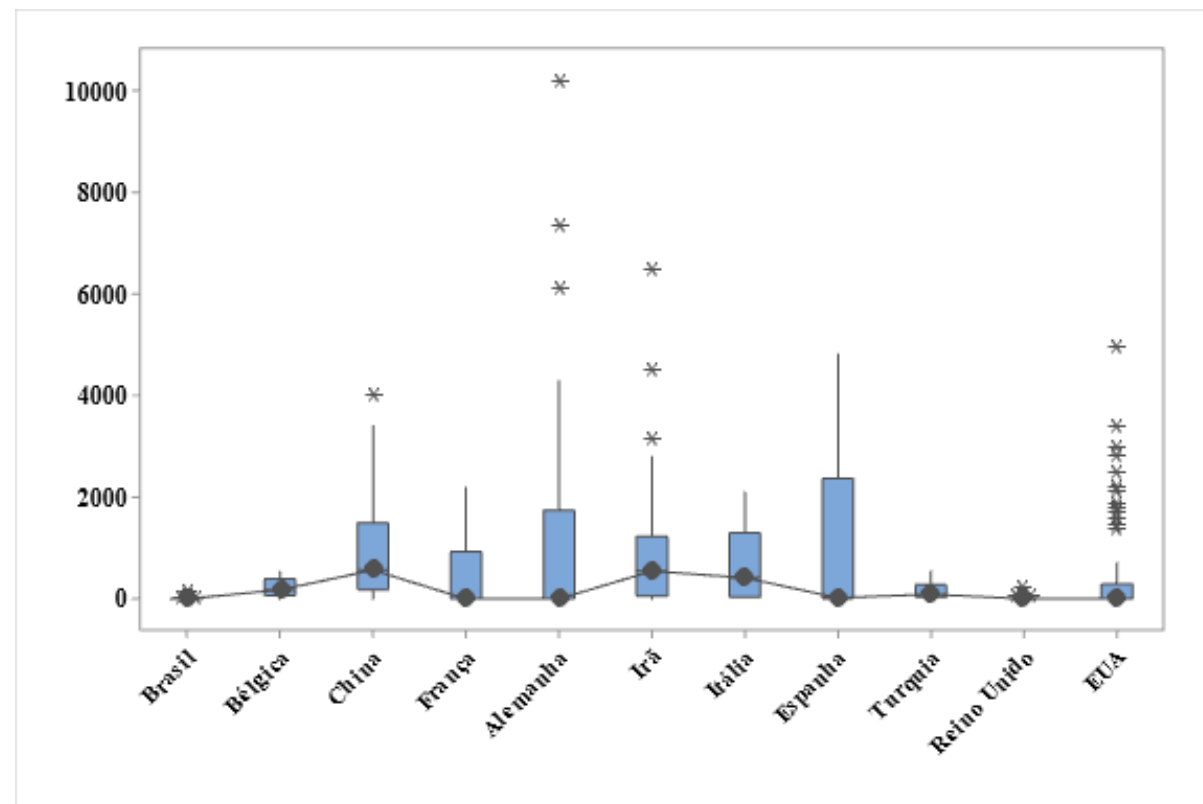
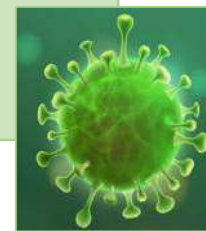


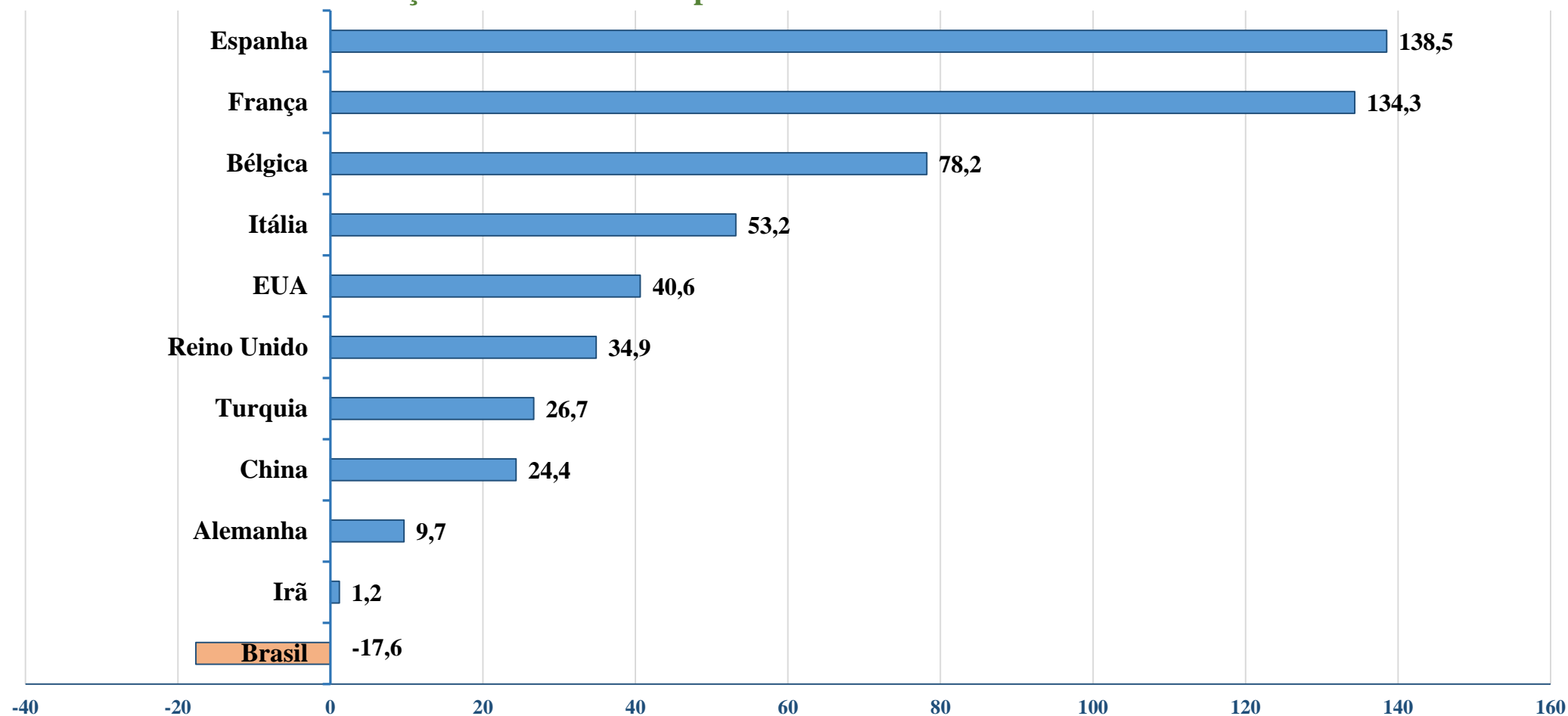
Gráfico boxplot para os novos recuperados





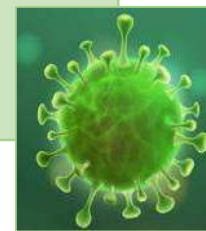
Casos confirmados, óbitos e **RECUPERAÇÃO**

Variação % média de recuperados*



* Como mencionado, os dados sobre o banco de recuperados necessita de investigação e revisão. Gráficos e demais ferramentas foram utilizados com base em um banco numérico extraído do website HDX e compilados pelo Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering

RESULTADOS PARCIAIS



Oliveira (2020)

Casos confirmados, óbitos e recuperação

Quadro geral dos Top 10 países e do Brasil

12/04	Casos ¹	Óbitos	Recuperados	Testes	Nº Testes*	Nº/1M	RRES ¹
1º	Estados Unidos	Estados Unidos	China	Estados Unidos	2.833.112	8.559	1,50
2º	Espanha	Itália	Espanha	Alemanha	1.317.887	15.730	3,63
3º	Itália	Espanha	Alemanha	Rússia	1.200.000	8.223	1,72
4º	França	França	Irã	Itália	1.010.193	16.708	1,91
5º	Alemanha	Reino Unido	Itália	Emirados Árabes	648.195	65.538	19,85
6º	Reino Unido	Irã	Estados Unidos	Espanha	600.000	12.833	0,06
7º	China	Bélgica	França	Coreia do Sul	514.621	10.038	23,31
8º	Iran	China	Suíça	Canadá	422.200	11.186	9,81
9º	Turquia	Alemanha	Coreia do Sul	Turquia	376.100	4.459	2,88
10º	Bélgica	Holanda	Canadá	Austrália	376.100	4.459	1,80
Brasil	14º	11º	61º	42º	62.985	296	0,14

¹ Mediu-se a RRS, que é um rating para verificar a resiliência dos países mais afetados na recuperação, sem levar em conta, contudo, a quantidade de dias. * O número de testes foi coletado no dia 12/04 no website <https://www.worldometers.info/coronavirus>. O ranking foi formado a partir de uma lista de 159 países que apresentaram informações sobre casos, óbitos e número de recuperados. 1M é o número de testes por um milhão de habitantes.