



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E CIÊNCIAS ATUARIAS
GRUPO DE ESTATÍSTICA APLICADA

Nota técnica sobre COVID-19 no Brasil e no estado de Sergipe

Elaboração: Daniel Francisco Neyra Castañeda

Índice

Introdução	2
Objetivos	2
Resultados	2
Modelagem para o Brasil	6
Sergipe	8
Modelagem para Sergipe	10
Conclusões	11

Contato

E-mail: danielneyra@hotmail.com

Introdução

A COVID-19 é uma pandemia em curso, uma doença respiratória aguda causada pelo vírus da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2). A doença foi identificada pela primeira vez em Wuhan, na província de Hubei, República Popular da China, no início de dezembro de 2019. Acredita-se que o vírus tenha uma origem zoonótica, pois os primeiros casos confirmados tinham, principalmente, ligações ao Mercado Atacadista de Frutos do Mar. Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde declarou o surto como uma pandemia, após 3 meses do primeiro caso reportado em 31 de dezembro de 2019. No dia 07 de maio, já atingiu 3.781.896 casos confirmados e 264.602 mortes em 187 países ^[1].

O Brasil teve o primeiro caso registrado no final de janeiro de 2020, e até no dia 07 de maio de 2020 já atingiu 125.218 casos e 8.536 mortes, se posicionando a nível mundial como nono país em número de casos, e sexto em número de mortes. Diante deste quadro, o coronavírus tem apresentado um crescimento de natureza alastrante, tanto nos casos como nas mortes ao longo da pandemia em curso. Para identificar este crescimento potencial, tabelas, gráficos e modelos matemáticos de regressão foram implementados dia a dia para acompanhar a evolução da velocidade de casos e mortes.

Objetivos

1. Descrever com tabelas e gráficos os casos e mortes confirmadas do COVID-19 no Brasil.
2. Usar modelos matemáticos para explicar e projetar os casos e mortes de COVID-19 no Brasil.
3. Descrever com tabelas e gráficos os casos e mortes confirmadas do COVID-19 em Sergipe.
4. Usar modelos matemáticos para explicar e projetar os casos e mortes de COVID-19 no estado de Sergipe.

Resultados

Na Tabela 1, apresenta-se o número de casos confirmados e mortes por COVID-19 no Brasil, além de dados a partir do primeiro óbito ocorrido no Brasil no dia 17 de março de 2020. Pode-se observar que, independente das subnotificações, (seja por ausência de realização do teste, por falta de teste ou pela demora no resultado no teste) há um aumento gradual e com relação aritmética de aumento de casos e mortes a partir do dia 28 de Março, cuja relação de duplicação esta na relação 2 3 4 5 7 e 8 tanto para casos e mortes como ressaltado na Tabela 1, e por isso o país tem se posicionado como sexto no ranking de mortos e nono no ranking de casos mundialmente. Uma visualização do gráfico 1 aponta um crescimento exponencial ou potencial para ambos

casos e mortes, que até a data do dia 06 de maio, foram de 125.218 casos e 8.536 mortes.

Tabela 1: Casos e mortes por COVID-19 a partir do primeiro óbito

Data	Casos	Mortes	Data	Casos	Mortes
17/mar	349	1	12/abr	22169	1223
18/mar	529	4	13/abr	23430	1328
19/mar	647	7	14/abr	25262	1532
20/mar	977	11	15/abr	28320	1736
21/mar	1128	18	16/abr	30425	1924
22/mar	1546	25	17/abr	33682	2141
23/mar	1960	34	18/abr	36599	2347
24/mar	2271	47	19/abr	38654	2462
25/mar	2433	57	20/abr	40581	2575
26/mar	2915	77	21/abr	43079	2741
27/mar	3417	92	22/abr	45757	2906
28/mar	3904	111	23/abr	49492	3313
29/mar	4256	136	24/abr	52995	3670
30/mar	4579	159	25/abr	58509	4016
31/mar	5717	201	26/abr	61888	4205
01/abr	6836	240	27/abr	66501	4543
02/abr	7910	299	28/abr	71886	5017
03/abr	9056	359	29/abr	78162	5466
04/abr	10278	431	30/abr	85380	5901
05/abr	11130	517	01/mai	91589	6329
06/abr	12056	553	02/mai	96559	6750
07/abr	13717	667	03/mai	101147	7025
08/abr	15927	800	04/mai	107780	7321
09/abr	17857	941	05/mai	114715	7921
10/abr	19638	1056	06/mai	125218	8536
11/abr	20727	1124	07/mai		

Fonte: Ministério da Saúde do Brasil
site: covid.saude.gov.br

COVID-19. BRASIL
Até 06 de Maio de 2020

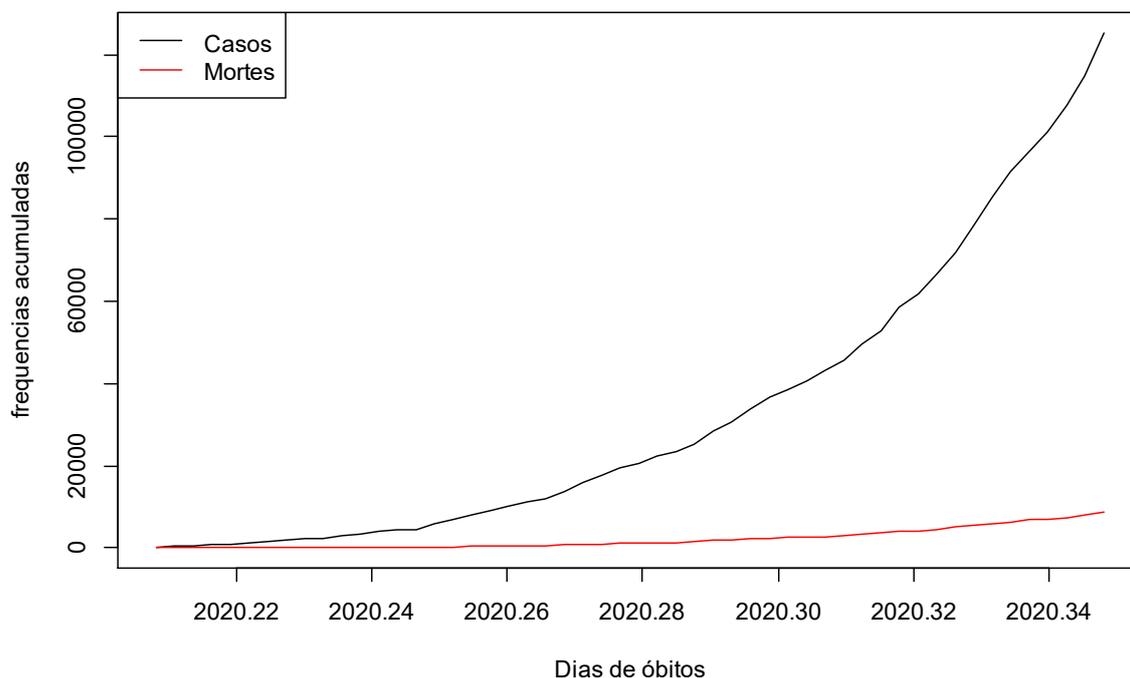


Gráfico 1: Evolução dos casos e mortes no Brasil.

Inicialmente, os protagonistas do crescimento foram os estados de São Paulo, com 3.800 novos casos e 194 novas mortes no dia 06 de maio, e Rio de Janeiro, com 904 novos casos e 82 novas mortes. Contudo, atualmente são outros estados que apresentam crescentes casos no últimos 6 dias, estes são: Amazonas, com 1.134 novos casos e 102 mortes; Pernambuco, com 556 casos e 54 mortes; Ceará, com 834 casos e 53 mortes; e Pará, com 545 casos e 23 mortes, deixando evidente que estes últimos estados e como todos os outros entraram em datas posteriores e já apresentam crescimento acelerado de casos e mortes, como mostra-se na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Casos confirmados e mortes por COVID-19 nos estados do Brasil

Estado	Data	Casos		Mortes	
		Novos	Acumulados	Novos	Acumulados
SP	01/05/2020	1676	30374	136	2511
SP	02/05/2020	800	31174	75	2586
SP	03/05/2020	598	31772	41	2627
SP	04/05/2020	415	32187	27	2654
SP	05/05/2020	1866	34053	197	2851
SP	06/05/2020	3800	37853	194	3045
RJ	01/05/2020	713	10166	67	921
RJ	02/05/2020	380	10546	50	971
RJ	03/05/2020	593	11139	48	1019

RJ	04/05/2020	582	11721	46	1065
RJ	05/05/2020	670	12391	58	1123
RJ	06/05/2020	904	13295	82	1205
AM	01/05/2020	469	5723	51	476
AM	02/05/2020	339	6062	25	501
AM	03/05/2020	621	6683	47	548
AM	04/05/2020	559	7242	36	584
AM	05/05/2020	867	8109	65	649
AM	06/05/2020	1134	9243	102	751
PE	01/05/2020	458	7334	38	603
PE	02/05/2020	811	8145	25	628
PE	03/05/2020	498	8643	24	652
PE	04/05/2020	220	8863	39	691
PE	05/05/2020	462	9325	58	749
PE	06/05/2020	556	9881	54	803
CE	01/05/2020	273	7879	23	505
CE	02/05/2020	352	8231	109	614
CE	03/05/2020	139	8370	49	663
CE	04/05/2020	2670	11040	49	712
CE	05/05/2020	430	11470	83	795
CE	06/05/2020	834	12304	53	848
PA	01/05/2020	300	3176	27	235
PA	02/05/2020	284	3460	38	273
PA	03/05/2020	403	3863	36	309
PA	04/05/2020	262	4125	21	330
PA	05/05/2020	347	4472	39	369
PA	06/05/2020	545	5017	23	392

Por conta do Brasil ser de tamanho continental, todos os estados, municípios, e bairros entraram em contágio do COVID-19 em datas distintas e com crescimento potencial, como já se mostra em todos os jornais locais de cada estado. Sendo a única alternativa o isolamento social, e futuramente o confinamento total ou “Lockdown”.

A evolução de números de casos confirmados ao longo do tempo até 06 de maio de 2020, iniciando desde o primeiro óbito, é mostrado no gráfico 2.

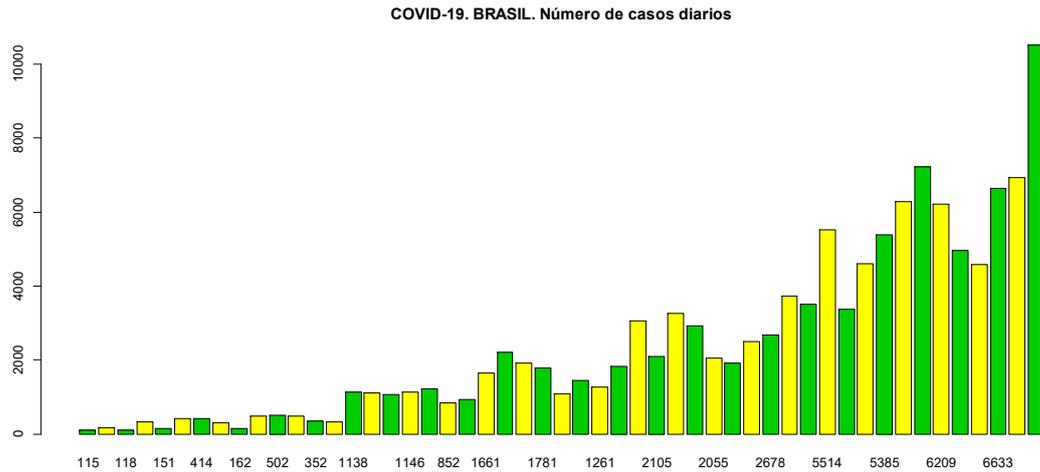


Gráfico2: Evolução de novos casos diários de COVID-19 a partir do primeiro óbito.

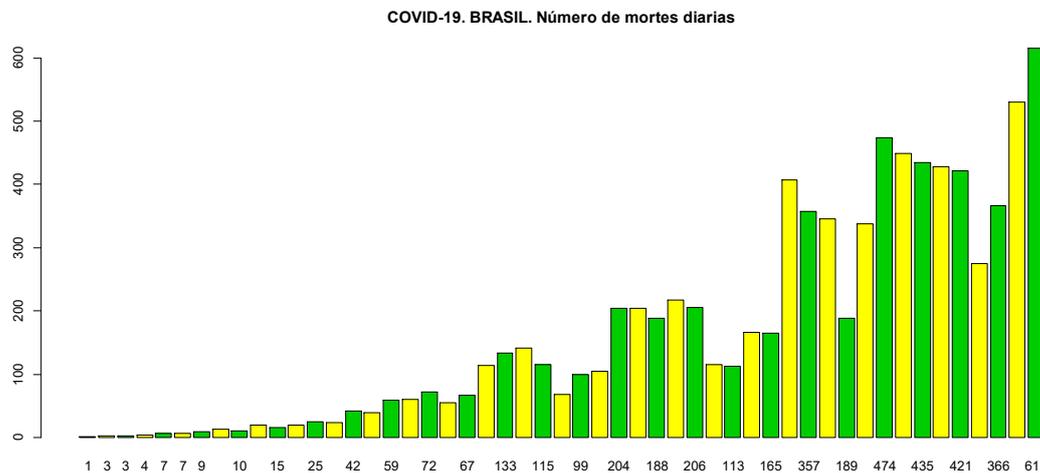


Gráfico 3: Evolução de novas mortes diárias de COVID-19 a partir do primeiro óbito.

Modelagem para o Brasil

Foram usados modelos de regressão para ajustar a série de casos e mortes de COVID-19 no Brasil, no qual abrangem modelos de regressão como de potência e exponencial e modelos não lineares como o logístico, porém escolheu-se o modelo com menor erro de ajuste (a curva mais próxima dos dados). Ao longo dos dias, os ajustes foram avaliados e modelos de regressão cúbica têm tido os menores erros de ajuste, todos abaixo de 2%, e para a modelagem ter melhor performance de estimação, foram usados apenas os 20 últimos casos. No ajuste dos casos, foi usado o modelo cúbico por apresentar erro de ajuste de 1,6%, ou seja, as estimativas do modelo cúbico se afastam em média 1,6% dos casos reais. Para as mortes, o modelo cúbico também teve o menor erro de ajuste, sendo este de 2,1%. As projeções de casos e mortes foram para o 07 de maio com 131.648 casos e 8.916 mortes, e para o dia 08 de maio foram 139.789 casos e 9.386 mortes, conforme visualizado na tabela 03. Uma saída é mostrada no gráfico 04.

Tabela 03: Projeção para os próximos 2 dias após 06 de maio de 2020.

Data projetada	Casos	Mortes	Intervalo de Confiança casos	Intervalo de Confiança mortes
07/05/2020	131648	8916	129036 - 134260	8707 – 9124
08/05/2020	139789	9386	136200 - 143378	9098 – 9673

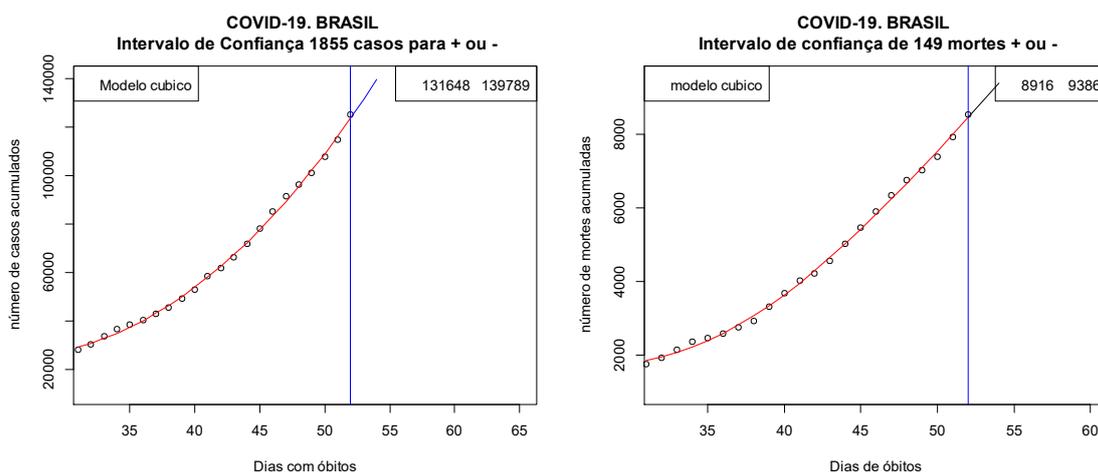


Gráfico 04: Casos e Mortes por COVID-19 e suas projeções para os dias 07 e 08 de maio.

Para acompanhar quando os casos e mortes dobram no tempo, realizou-se o gráfico 05, no qual se visualiza os dias em relação aos log de casos e mortes, cada linha separa quando os casos e as mortes dobram e elas têm que se alinhar numa reta, por exemplo, no dia 20 de março tinha-se 997 casos, e após três dias, (dia 23) registrou-se 1.960 casos, e após 5 dias, (28 de março) 3.904 casos. Atualmente, dobram-se os casos a cada 12 dias, e para as mortes, a cada 10 dias.

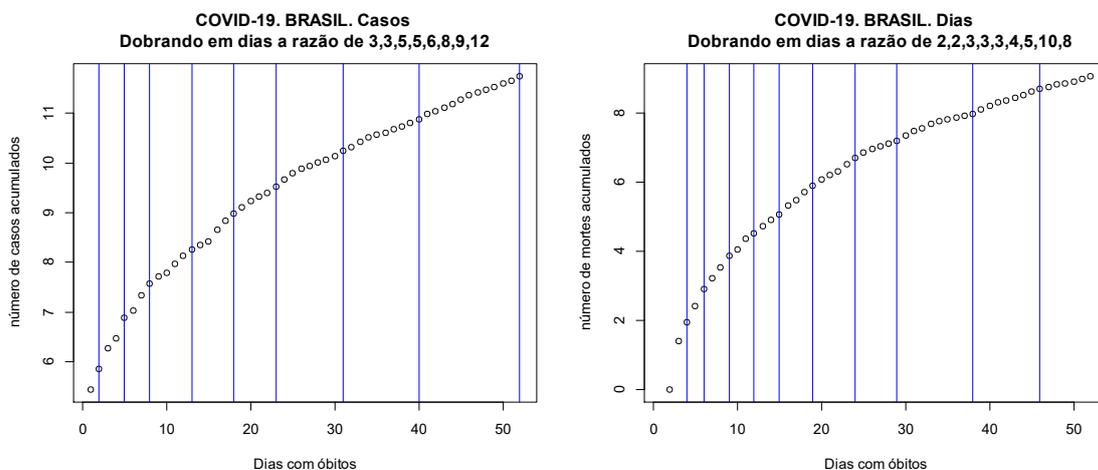
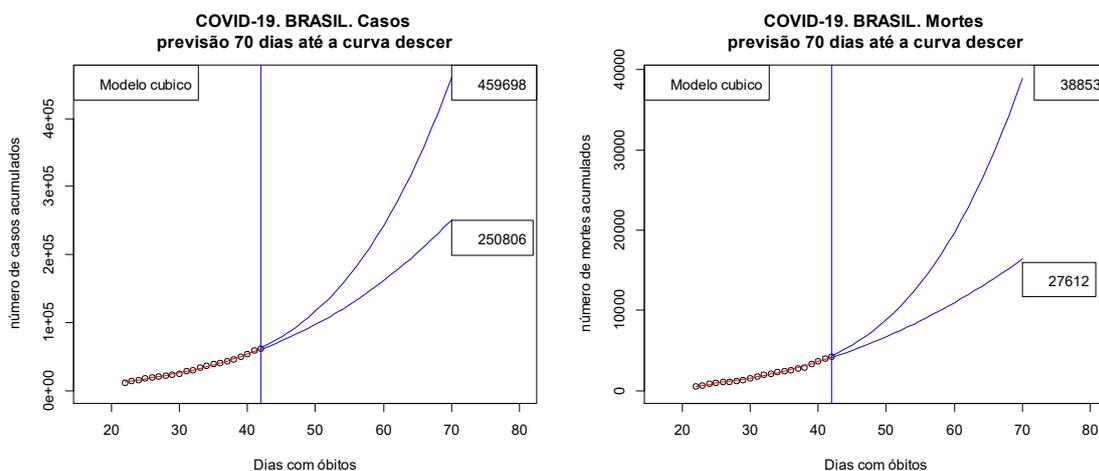


Gráfico 05: Espaçamento entre os dobramentos de casos e mortes no Brasil.

Uma projeção a partir dos 42 primeiros dias de óbitos no Brasil, usando casos e mortes confirmadas de COVID-19 no Brasil. Projeção num cenário para 70 dias de aumentos até a curva descer.



O modelo proposto para projetar a curva de crescimento de casos e mortes num cenário de 70 dias até a curva descer, foi o cúbico $y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \beta_3x^3$, onde os dias (x) explicam 99,5% os casos confirmados e 99,8 as mortes. Para os casos num cenário extremo ou o pior cenário alcançaria 459698 casos e 38853 mortes. Um cenário mais favorável alcançaria 250806 casos e 27612 mortes. Os parâmetros do modelo podem ser visualizados na tabela 04.

Tabela 04. Projeção para os próximos 70 dias de óbitos usando um modelo cúbico.

Data projetada	Minimo	Maximo	β_0	β_1	β_2	β_3
Casos	250806	459698	-62055,93	6333,96	-193,59	2,69
Mortes	27612	38853	-5180,88	502,74	-15,85	0,22

Sergipe.

Nosso estado de Sergipe apresentou o primeiro caso no dia 15 de março, e sua primeira morte no dia 02 de abril. Como mostrado na tabela 03. Uma visualização é apresentada no gráfico 06.

Tabela 05. Casos e Mortes no estado de Sergipe

Estado	Data	Casos		Mortes	
		Novos	Acumulados	Novos	Acumulados
SE	15/03/2020	1	1	0	0
SE	16/03/2020	0	1	0	0
SE	17/03/2020	3	4	0	0
SE	18/03/2020	1	5	0	0

SE	19/03/2020	1	6	0	0
SE	20/03/2020	0	6	0	0
SE	21/03/2020	4	10	0	0
SE	22/03/2020	0	10	0	0
SE	23/03/2020	0	10	0	0
SE	24/03/2020	5	15	0	0
SE	25/03/2020	1	16	0	0
SE	26/03/2020	0	16	0	0
SE	27/03/2020	0	16	0	0
SE	28/03/2020	0	16	0	0
SE	29/03/2020	0	16	0	0
SE	30/03/2020	0	16	0	0
SE	31/03/2020	3	19	0	0
SE	01/04/2020	1	20	0	0
SE	02/04/2020	3	23	2	2
SE	03/04/2020	2	25	0	2
SE	04/04/2020	2	27	0	2
SE	05/04/2020	5	32	1	3
SE	06/04/2020	0	32	1	4
SE	07/04/2020	4	36	0	4
SE	08/04/2020	0	36	0	4
SE	09/04/2020	3	39	0	4
SE	10/04/2020	3	42	0	4
SE	11/04/2020	0	42	0	4
SE	12/04/2020	2	44	0	4
SE	13/04/2020	0	44	0	4
SE	14/04/2020	1	45	0	4
SE	15/04/2020	1	46	0	4
SE	16/04/2020	2	48	0	4
SE	17/04/2020	5	53	0	4
SE	18/04/2020	18	71	1	5
SE	19/04/2020	12	83	0	5
SE	20/04/2020	3	86	0	5
SE	21/04/2020	6	92	0	5
SE	22/04/2020	25	117	2	7
SE	23/04/2020	7	124	1	8
SE	24/04/2020	20	144	0	8
SE	25/04/2020	9	153	1	9
SE	26/04/2020	6	159	0	9
SE	27/04/2020	38	197	1	10
SE	28/04/2020	83	280	1	11
SE	29/04/2020	57	337	1	12
SE	30/04/2020	110	447	0	12
SE	01/05/2020	70	517	2	14
SE	02/05/2020	84	601	0	14
SE	03/05/2020	129	730	0	14

SE	04/05/2020	42	772	3	17
SE	05/05/2020	126	898	4	21
SE	06/05/2020	100	998	2	23

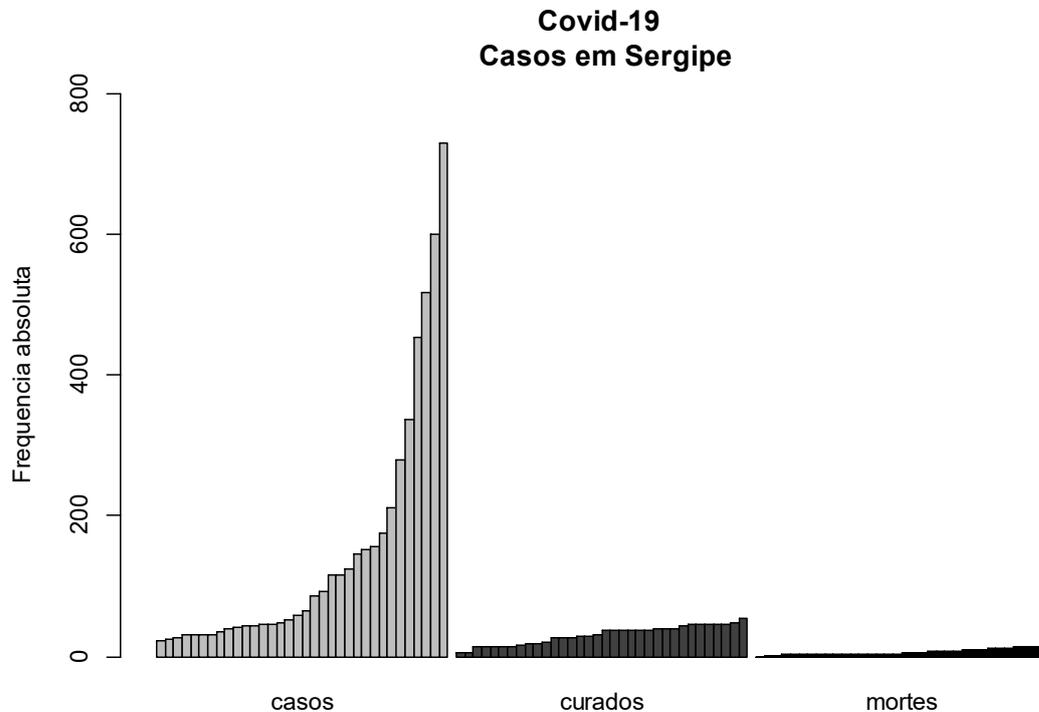


Grafico 06: Casos, curados e mortes por Covid-19 em Sergipe.

Modelagem para Sergipe

Usam-se modelos de regressão para ajustar a série de casos e mortes de COVID-19 no estado de Sergipe, então escolheu-se o modelo que tem menor erro de ajuste (a curva mais próxima dos dados). Ao longo dos dias, os ajustes foram avaliados e modelos de regressão cúbica têm tido os menores erros de ajuste, os casos com 6% e as mortes com 5%, foram usados apenas os 20 últimos casos. As projeções de casos e mortes foram para o 06 de maio, com 131.648 casos e 8.916 mortes, e para o dia 07 de maio, foram 139.789 casos e 9.386 mortes, conforme visualizado na tabela 06. Uma saída é mostrada no gráfico 07.

Tabela 06: Projeção para os próximos 2 dias após o 06 de maio de 2020.

Data projetada	Casos	Intervalo de Confiança Casos	Mortes	Intervalo de Confiança mortes
06/05/2020	1024	960 – 1087	22	19 – 25
07/05/2020	1148	1051 - 1244	25	21 – 29

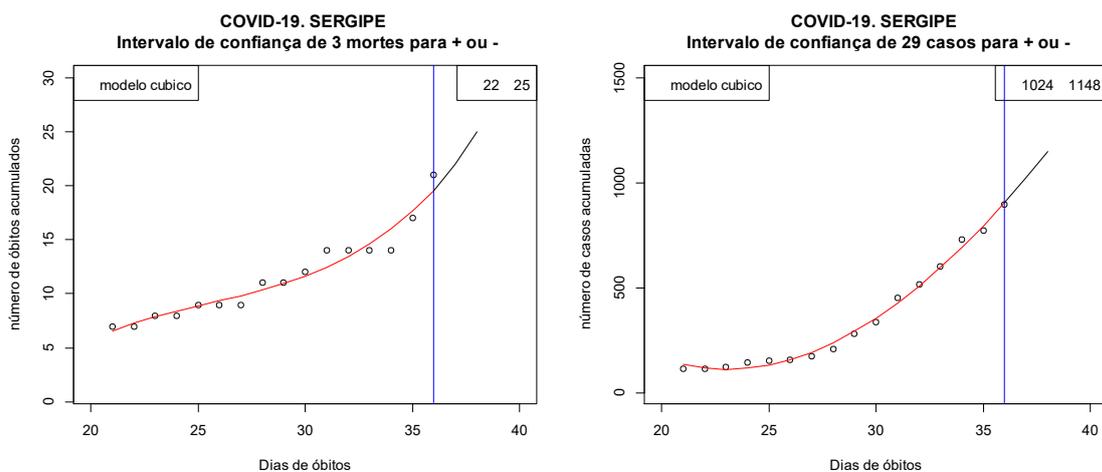


Gráfico 07: Projeção de casos e mortes para os dias 06 e 07 de maio de 2020.

Conclusões

1. O Brasil ainda se encontra em um acelerado crescimento potencial de COVID-19 para os próximos dias em curso;
2. A expansão do COVID-19 no Brasil aponta que, em um cenário internacional, o país pode ocupar as três primeiras posições no ranking, tanto em casos como em mortes;
3. Diferente de semanas anteriores, o Brasil passou a dispor testes rápidos, o que revelaria um aumento acelerado de casos;
4. As subnotificações como falta de testes, a ausência de pacientes indo aos hospitais e serem tratados em casa, e a demora dos resultados oficiais poderão colocar o país em um cenário ainda mais golpeado pelo vírus;
5. O distanciamento social ou isolamento social certamente será favorável para o país desacelerar o crescimento potencial (achatar a curva), e em consequência, não colapsar os atendimentos hospitalares de pacientes afetados;
6. No cenário regional, Sergipe apresenta crescimento recente, e em consequência, o isolamento social se torna determinante para diminuir a proliferação do COVID-19;
7. A dinâmica de diminuição do contágio do vírus no estado pode ser alterada com o uso obrigatório de máscaras, como foi decretado recentemente no estado.

Bibliografia

1. Universidade de medicina. Johns Hopkins. Coronavirus. <https://jhu.edu/map.html>. (visto em 07/05/2020)
2. Ministerio da saúde do Brasil. Painel Coronavirus. <https://covid.saude.gov.br>

3. Souza, Andre, Nota técnica sobre a pandemia de Covid-19 em Sergipe. CCET.UFS. 2020.
4. <https://saude.estadao.com.br/noticias/geral,primeiro-caso-da-Covid-19-no-brasil-e-do-fim-de-janeiro-diz-ministerio-da-saude>.
5. Ehlers,Ricardo.(2007): Análise de séries Temporais.Universidade Federal do Paraná.
6. Morettin, A. P., Clélia, M. C.(2006) Análise de séries temporais}. Editora Egard Blucher, 2ª edição.