



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

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

Elaboração: Daniel Francisco Neyra Castañeda

Índice

Introdução	2
Resultados	2
Modelagem para o Brasil	5
Letalidade	7
Incidência	8
Sergipe	10
Modelagem para Sergipe	11
Conclusões	12
Bibliografia	13

Contato

E-mail: danielneyra@hotmail.com

Introdução

Esta segunda nota técnica é a sequência da nota publicada no dia 07 de Maio de 2020. O trabalho segue os mesmos dados de estudo, e foi incluída a informação desta última semana. Algumas estatísticas com letalidade e incidência da COVID-19 no Brasil e no Estado de Sergipe foram abordadas.

Esta nota técnica, como outras publicadas na UFS, são complementares e cada uma apresenta um olhar particular, com o intuito de informar cientificamente os acontecimentos por esta pandemia.

O rápido aumento de casos clínicos de COVID-19, sugere transmissibilidade alta, indicando que cada indivíduo infectado pode gerar diretamente até 4 infectados, Os números podem esconder uma tragédia maior, pois os números atuais não mostram o tamanho das subnotificações. O grande problema é a falta de testes, muitos ficam como suspeitos e não são confirmados. Com os óbitos acontece a mesma coisa além disso há óbitos que nunca chega a ser internados, indicando que o número real de casos já passe de 1,6 milhão, e que letalidade pode não ser a divulgada oficialmente^[7].

Nos apoiando neste indicadores de letalidade L , que é calculada pela conta: $L = \left(\frac{\text{mortes}}{\text{casos}}\right) * 100$, e que no Brasil esta em torno de 6,8%, ou seja de cada 100 casos confirmados há 6,8 óbitos. Considerando esta letalidade alta, pode-se recriar cenários com as mortes confirmadas, Aqui sugerimos as seguintes letalidades com 3%, 4%, 5% e 6%. Estes cenários forneceram número de casos que podem ter sido escondidos por causa da subnotificação. Os objetivos deste trabalho seguem as mesmas premissas do primeiro, que são descrever com tabelas e gráficos os casos e mortes confirmadas do COVID-19 no Brasil e no estado de Sergipe, além de usar modelos matemáticos para explicar e projetar os casos e mortes de COVID-19 no Brasil e no estado de Sergipe.

Resultados

Na Tabela 1, apresenta-se o número de casos confirmados e mortes por COVID-19 no Brasil, na última semana, do dia 08 a 14 de maio. 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 aritmética de casos e mortes, cuja relação de duplicação esta na relação 2,2,3,3,4,5,10,8,11 para as mortes. Já para os casos a relação é: 3,3,5,5,6,8,9,12. Este fato indicou protagonismo do Brasil no cenário internacional, onde ganha rapidamente posições no ranking tanto de casos e mortes. Semana passada, o Brasil era sexto em número de mortos e nono no ranking de casos mundialmente. Hoje, Brasil se posiciona como sexto tanto em número de casos e também em número de óbitos. E sendo o Brasil de dimensões continentais o país tem uma população estimada e projetada em 2020 em 211 489 034 habitantes, segundo o IBGE. Uma visualização do gráfico 1 aponta um crescimento exponencial ou potencial

para ambos casos e mortes, que até a data do dia 14 de maio, foram de 202 917 casos confirmados e 13 993 mortes.

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

Data	Casos	Mortes	Recuperados	Acompanhados
2020-05-08	145328	9897	59297	76134
2020-05-09	155939	10627	61685	83627
2020-05-10	162699	11123	64957	86619
2020-05-11	168331	11519	67384	89429
2020-05-12	177589	12400	72597	92593
2020-05-13	188974	13149	78424	97402
2020-05-14	202918	13993	79479	109446

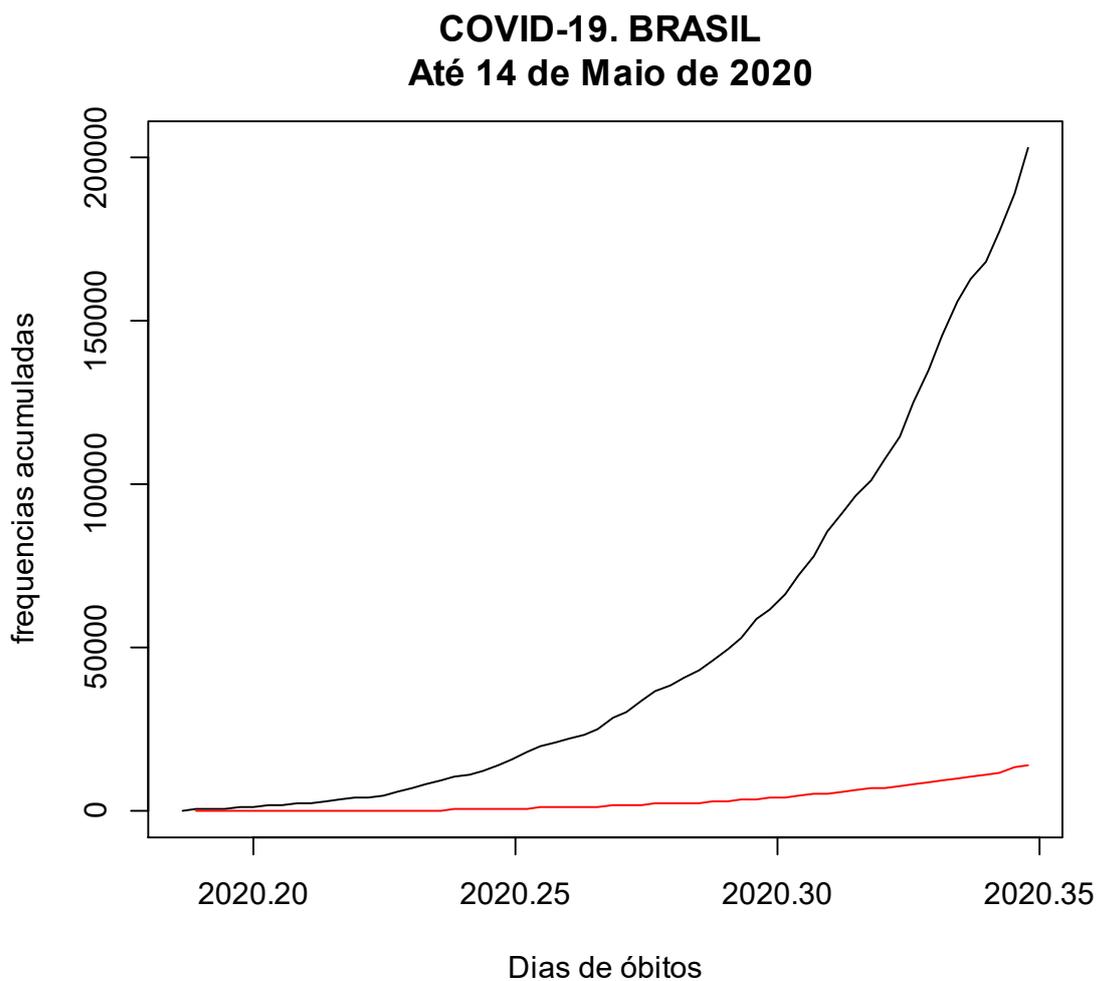


Gráfico 1: Evolução dos casos e mortes no Brasil.

Inicialmente, os protagonistas do crescimento foram os estados de São Paulo, com 3380 novos casos e 169 novas mortes no dia 14 de maio. Rio de Janeiro, com 242 novos casos e 122 novas mortes. No total São Paulo tem 54329 casos e 4315 mortes. Contudo, atualmente o estado do Ceará se encontra segundo com novos casos 789 em um único dia e totalizando 21370 casos, e 109 mortes num único dia, deixando evidente que novos estados estão apresentando 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 (14/05/2020).

Estado	Casos		Mortes	
	Novos	Acumulados	Novos	Acumulados
SP	3380	54329	169	4315
CE	789	21370	109	1413
RJ	242	19475	122	2247
AM	1648	17181	62	1235
PE	593	15614	67	1301
PA	1002	10867	82	1063
MA	586	9801	21	470

A evolução de números de casos confirmados ao longo do tempo até 14 de maio de 2020, iniciando desde o primeiro óbito, é mostrado no gráfico 2.

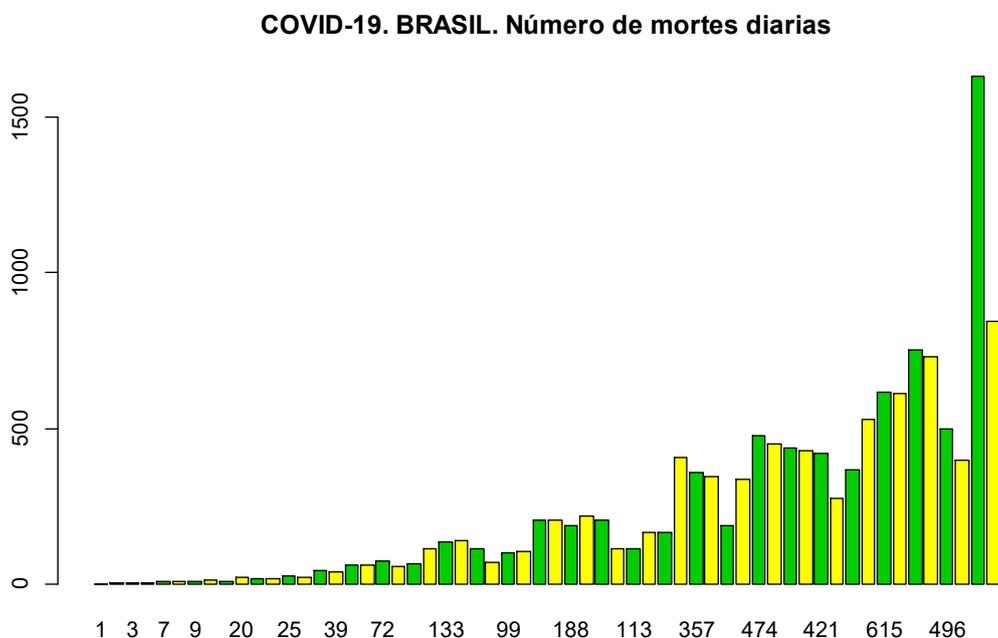


Gráfico2: Evolução de novos casos diários de COVID-19 a partir do primeiro óbito.

COVID-19. BRASIL. Número de casos diários

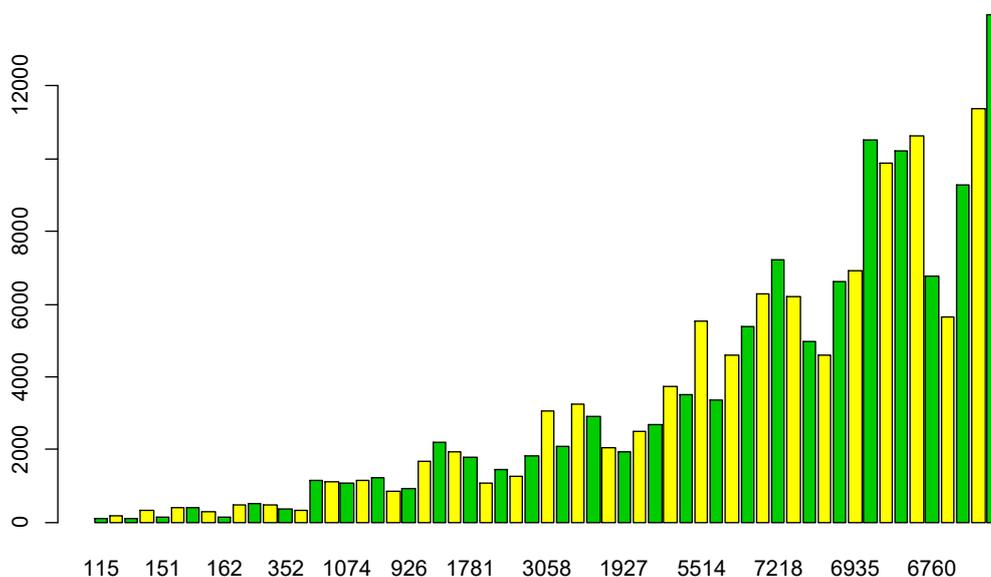


Gráfico 3: Evolução de novas mortes diárias de COVID-19 a partir do primeiro óbito.

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 1,48%, ou seja, as estimativas do modelo cúbico se afastam em média 1,48% dos casos reais. Para as mortes, o modelo cúbico também teve o menor erro de ajuste, sendo este de 1,32%. As projeções de casos e mortes serão para o dia 15 de maio com 211454 casos e 13663 mortes, e para o dia 16 de maio serão 222314 casos e 14379 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
15/05/2020	211454	13663	207966 - 214942	13403 – 13923
16/05/2020	222314	14379	218826 - 225802	14119 – 14639

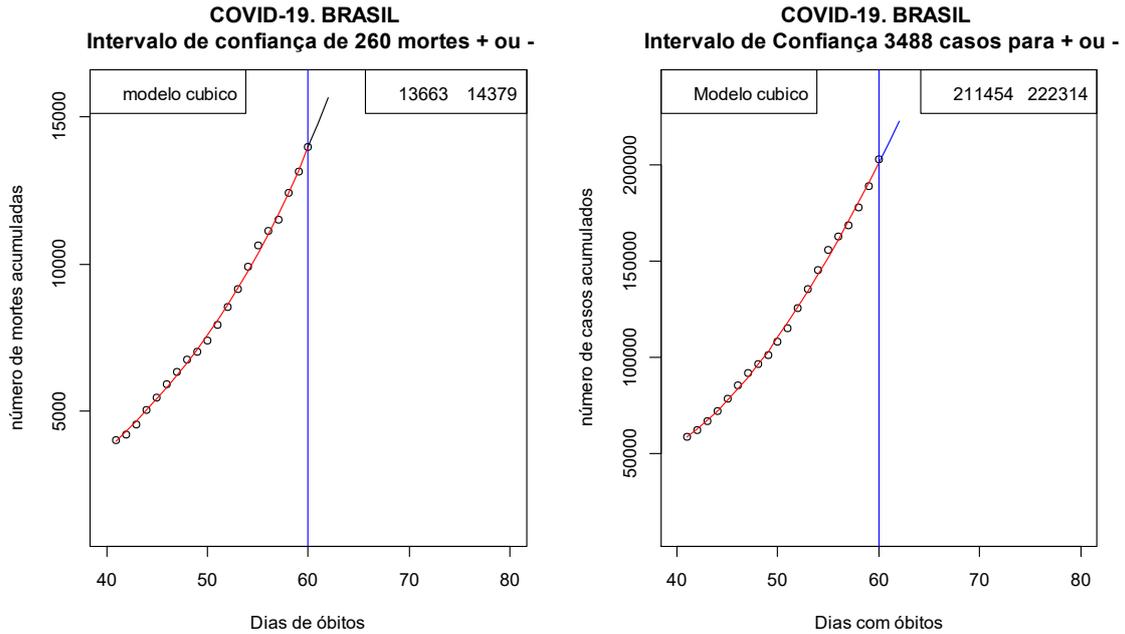


Gráfico 04: Casos e Mortes por COVID-19 e suas projeções para os dias 07 e 08 de maio.

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.

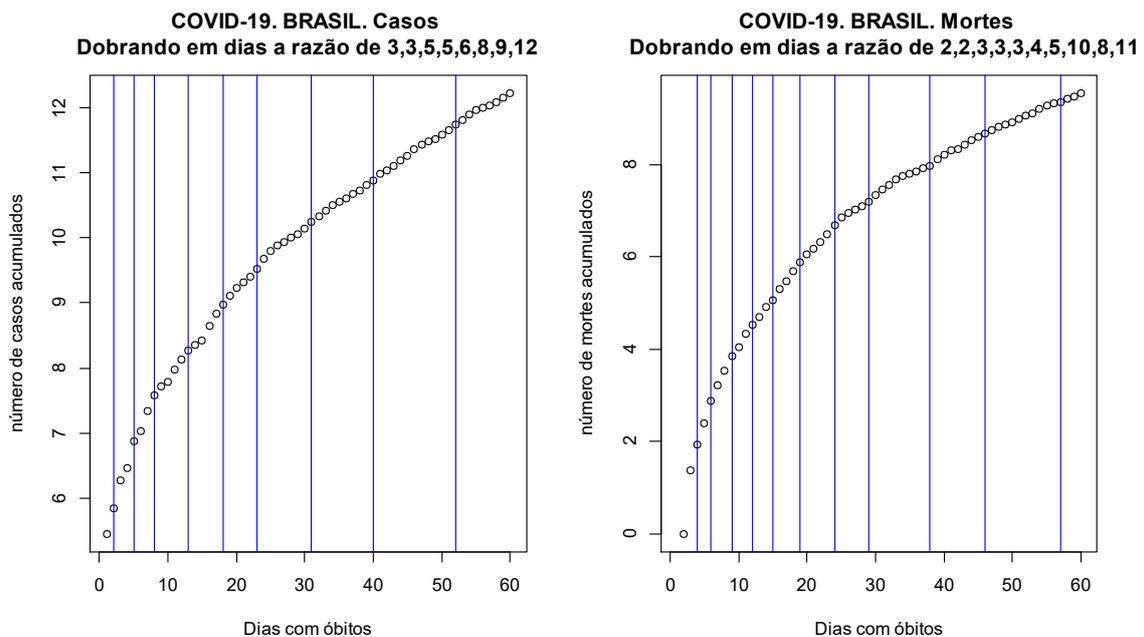


Gráfico 05: Espaçamento entre os dobramentos de casos e mortes no Brasil.

Uma projeção a partir dos últimos 20 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.

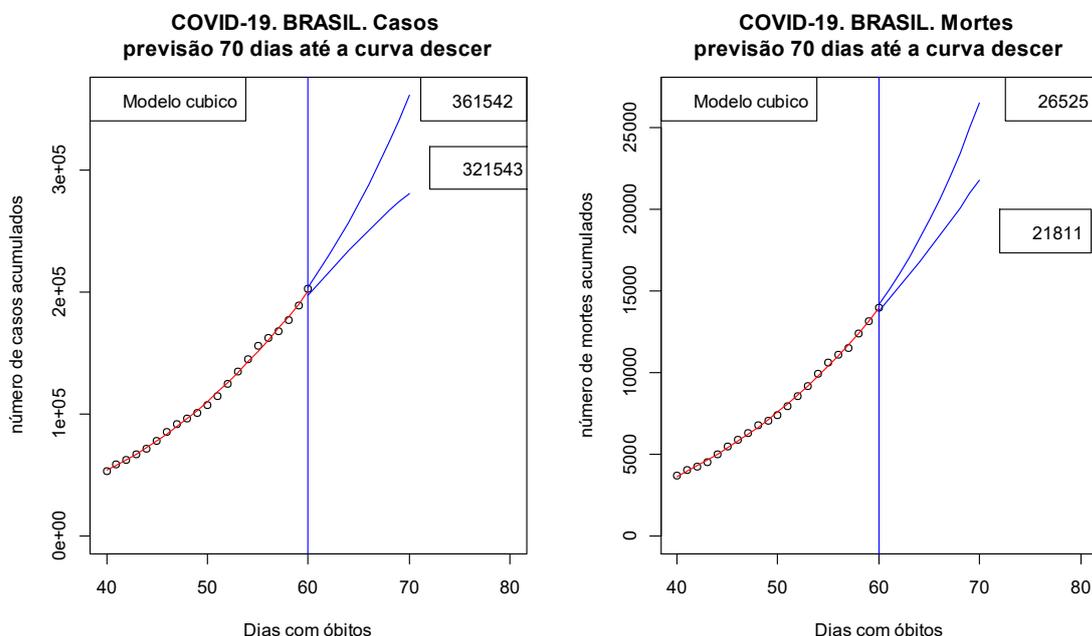


Gráfico 6. Projeção a partir dos últimos 20 dias.

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. Estas estimativas encurtam os intervalos de confiança alcançados na primeira nota técnica. 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	321543	361542	2.430e+05	-1.435e+04	2662	-64,6
Mortes	21811	38853	-14919,4	977,0	-21,94	0,23

Letalidade

Para recriar cenários, assumimos que as mortes confirmadas podem dar um ponto inicial e propor uma possibilidade mais realista das consequências de esta pandemia. Contudo as subnotificações de registro de óbitos podem-se multiplicar além destes cenários aqui propostos e simulados, As letalidades propostas são: 3%, 4%, 5% e

6%. Estes cenários forneceram número de casos que podem ter sido escondidos por causa da subnotificação como se mostra no gráfico a seguir.

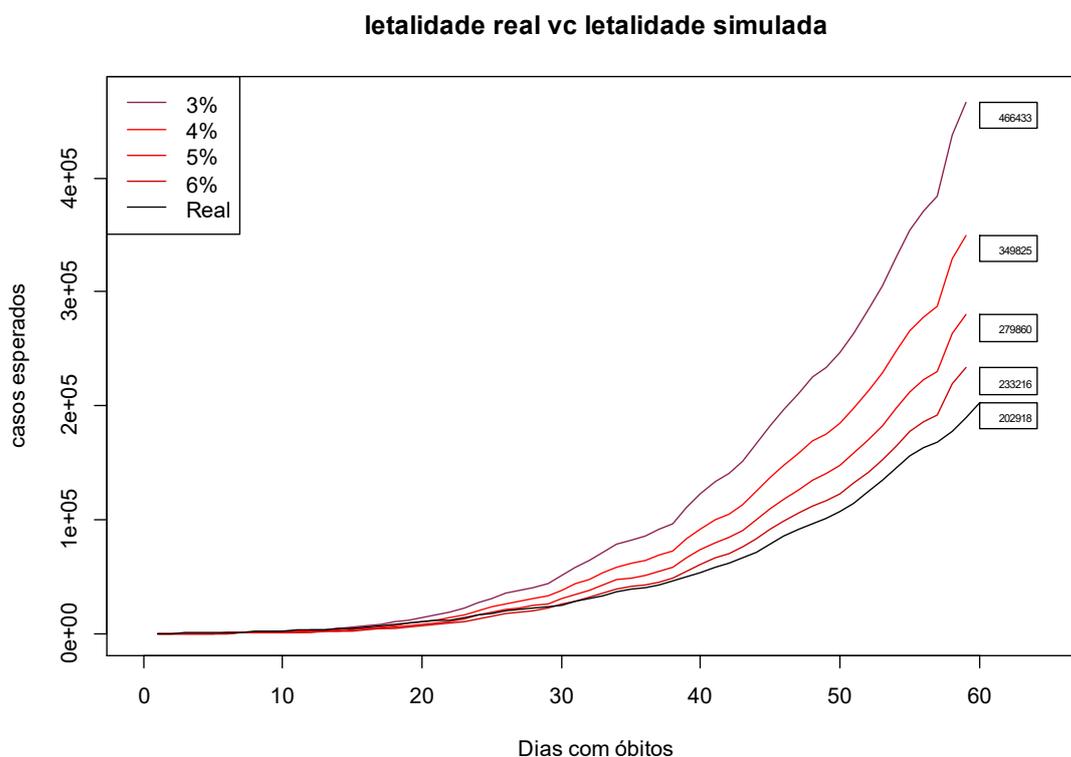


Gráfico 7. Cenários prováveis a partir de percentuais de letalidade.

Incidencia

Este indicador, mede a proporção da população que já tem a doença. A taxa de **incidência** é o número de novos casos de uma doença, dividido pelo número de pessoas em risco, considerando toda a população brasileira em risco, e que sua população estimada é de 211489034 habitantes, a conta é dada por $I = \left(\frac{\text{casos}}{211489034} \right) * 100000$. Mostra-se a partir do gráfico 8, que a incidência é também crescente para casos novos, indicando que o contágio apresenta aceleração na propagação social.

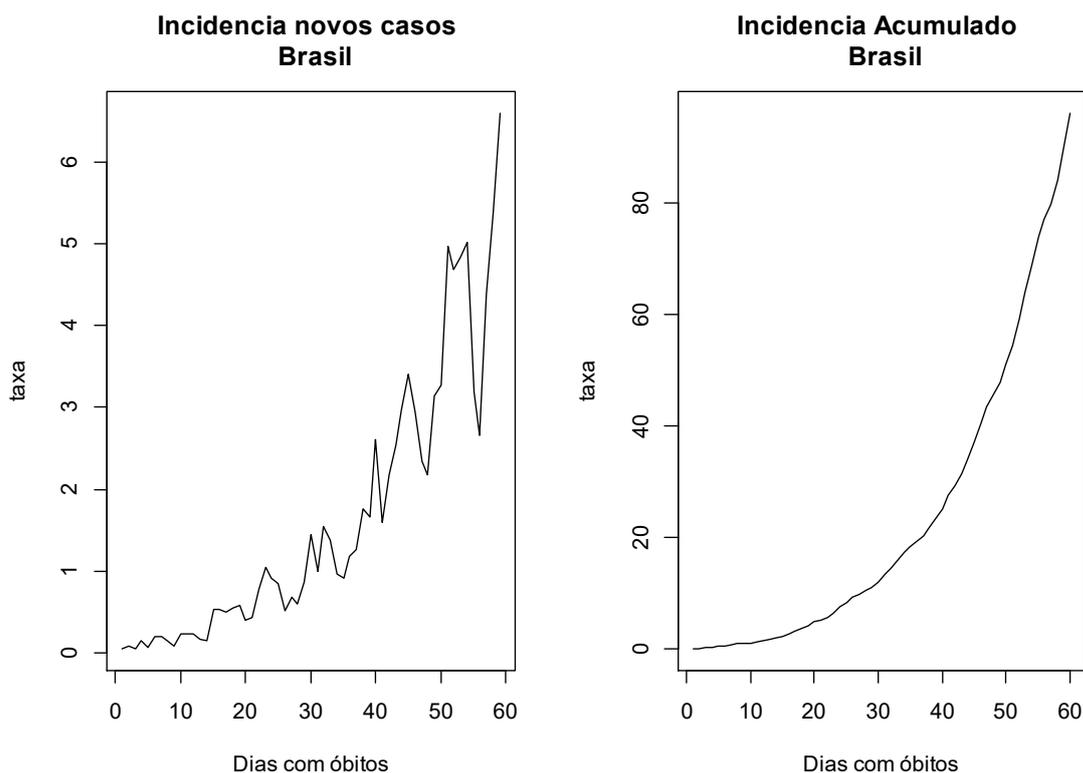


Gráfico 8. Incidência x 100 000 a partir de novos casos e casos acumulados.

Sergipe.

Nosso estado de Sergipe apresentou nesta semana até o dia 13 de maio 2268 casos confirmados e 42 mortos, indicando que em uma semana dobro o número de casos, e quase dobro o número de mortes, como mostra a Tabela 5. Já no gráfico 8 podemos visualizar a evolução de casos, mortes e curados.

Tabela 05. Casos e Mortes no estado de Sergipe

Estado	Data	Casos		Mortes	
		Novos	Acumulados	Novos	Acumulados
SE	2020-05-07	216	1214	2	25
SE	2020-05-08	224	1438	3	28
SE	2020-05-09	150	1588	5	33
SE	2020-05-10	183	1771	3	34
SE	2020-05-11	29	1800	0	37
SE	2020-05-12	232	2032	0	37
SE	2020-05-13	236	2268	5	42

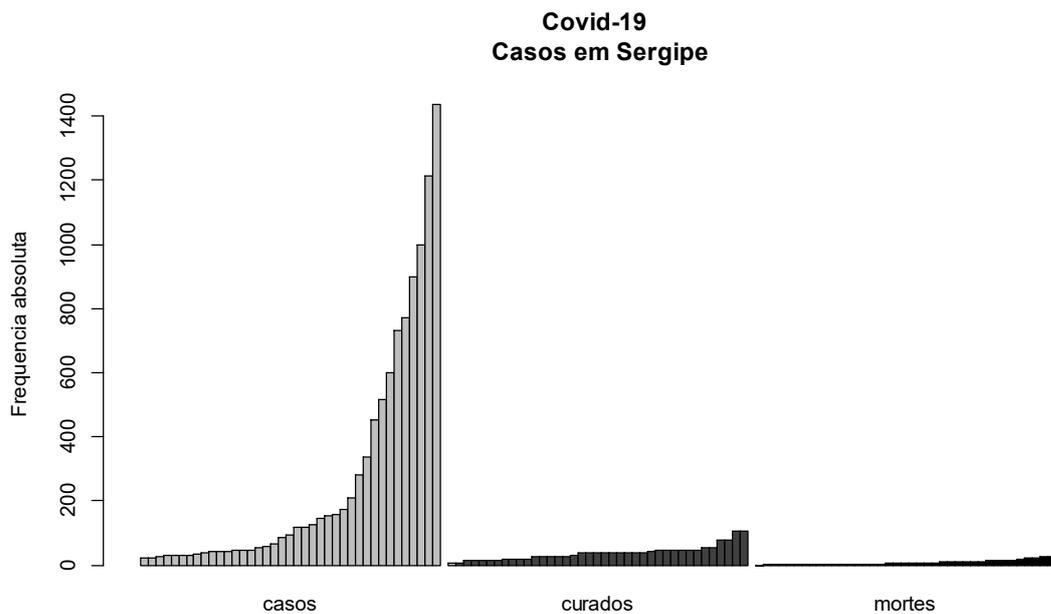


Grafico 08: Casos, curados e mortes por Covid-19 em Sergipe.

Letalidade

Para o estado de Sergipe, atualmente a taxa de letalidade atinge 1.85 por cada 100 000 habitantes, isto pelo esforço de disponibilizar testes a população na última semana. Antes de esta semana a taxa era maior que 2 por casa 100 000, para observação disponibilizamos o gráfico 9.

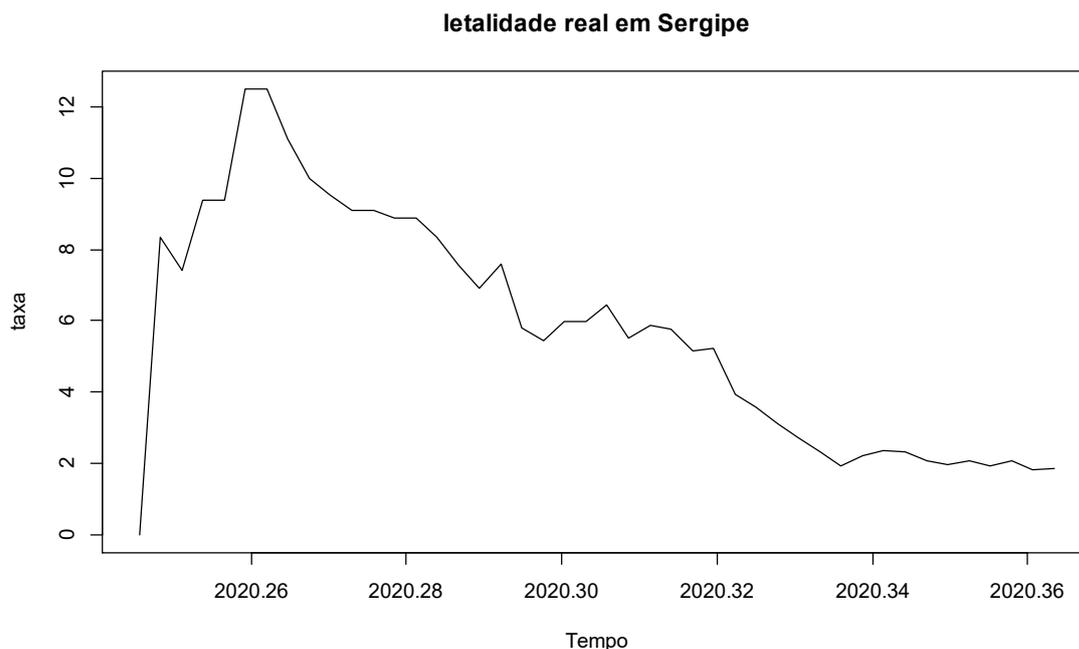


Gráfico 9. Taxa de letalidade do COVID-19 no estado de Sergipe.

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 4% e as mortes com 4,3%, foram usados apenas os 20 últimos casos. As projeções de casos e mortes foram para o 15 de maio, com 2673 casos e 50 mortes, e para o dia 16 de maio, foram 2892 casos e 53 mortes projetadas, conforme visualizado na tabela 06. Uma saída é mostrada no gráfico 10.

Tabela 06: Projeção para os próximos 2 dias, 15 e 16 de maio de 2020.

Data projetada	Casos	Intervalo de Confiança Casos	Mortes	Intervalo de Confiança mortes
15/05/2020	2673	2610 – 2736	50	47 – 53
16/05/2020	2892	2829 – 2955	53	50 – 56

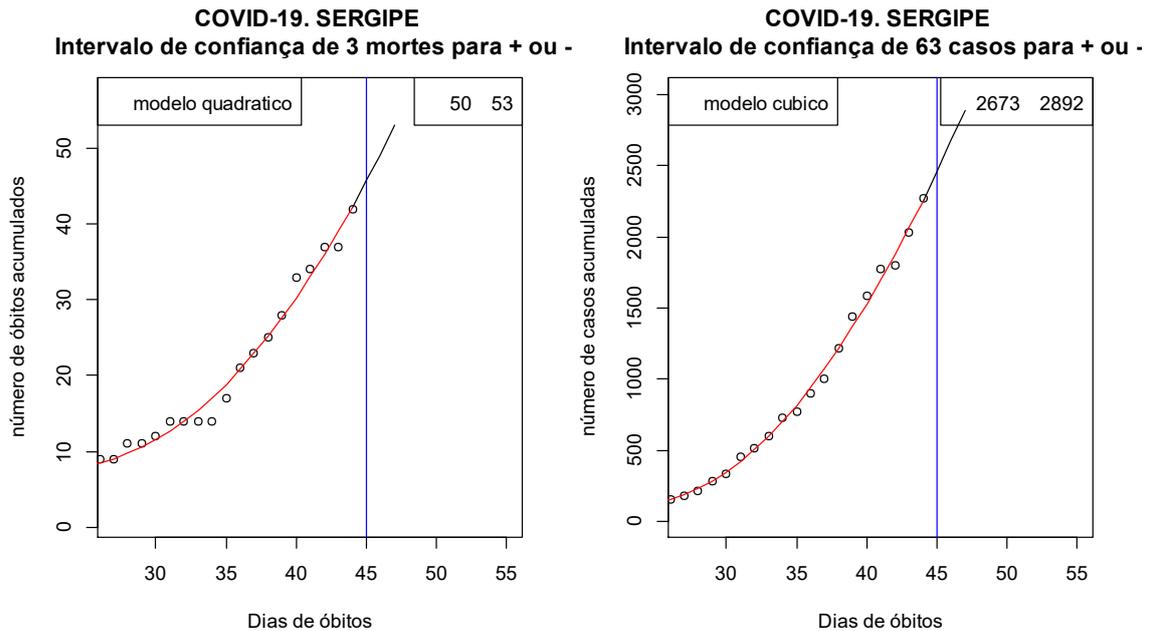


Gráfico 10: Projeção de casos e mortes para os dias 15 e 16 de maio de 2020.

Conclusões

1. As conclusões da primeira nota estão mantidas no avanço do COVID-19 no Brasil e Sergipe.
2. Os casos novos indicam que o Brasil ainda mantém seu crescimento potencial na mesma direção, sem desaceleração imediata.
3. A projeção para 70 dias até a curva descer, coloca ao Brasil num cenário onde deve ganhar posições nos ranking mundial.
4. Os testes rápidos implementados a toda a população pode mostrar cenários sombrios, como os propostos com letalidades menores que as reais.
5. No cenário regional, Sergipe tem mostrado protagonismo duplicando rapidamente em uma semana seus casos e mortes.
6. A prevalência de casos no Brasil, indicam que nos próximos dias há um crescimento desta taxa, e um cenário de colapso hospitalar está muito próximo para o Brasil e o estado de Sergipe.

Bibliografia

1. Universidade de medicina. Jhons 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. 06/05/2020.

4. Souza, Andre, Nota técnica nº 2 sobre a pandemia de Covid-19 em Sergipe. CCET.UFS. 13/05/2020.
5. <https://saude.estadao.com.br/noticias/geral,primeiro-caso-da-Covid-19-no-brasil-e-do-fim-de-janeiro-diz-ministerio-da-saude>.
6. Ehlers,Ricardo.(2007): Análise de séries Temporais.Universidade Federal do Paraná.
7. Morettin, A. P., Clélia, M. C.(2006) Análise de séries temporais}. Editora Egard Blucher, 2ª edição.
8. Quijano, F. Morales, A, Waldman, E. Traslating transmissibility measures into recomendations for coronavirus prevention. Revista de Saúde Pública. 25 março de 2020.