

Análise da Flexibilização do Isolamento Social do Ceará: Média Móvel e Modelo SIR

Vinícius Barbosa Godinho¹

14/07/2020

1 Introdução

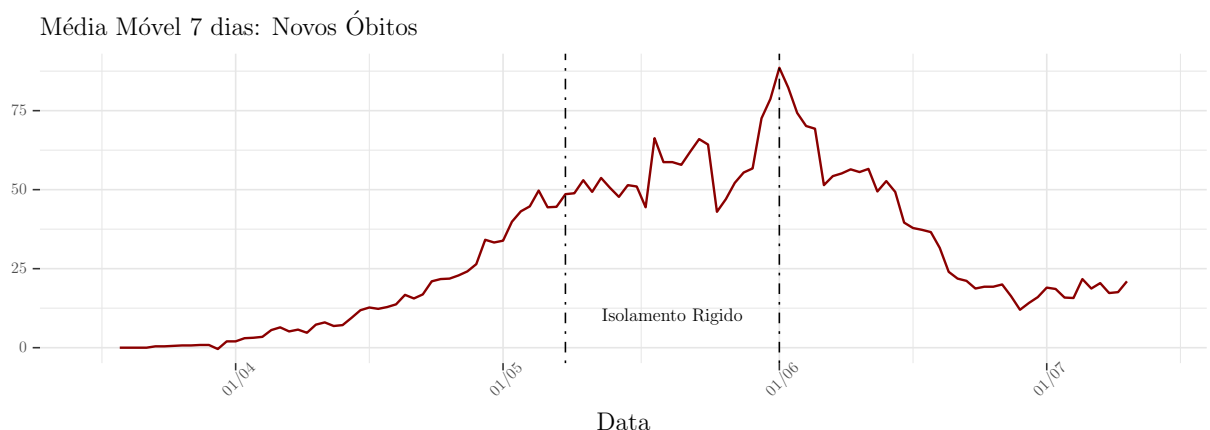
O estado cearense é um dos mais afetados pelo coronavírus, sendo o terceiro com maior número de óbitos, ficando atrás apenas de São Paulo e Rio de Janeiro, primeiro e segundo, respectivamente. Porém o Ceará tem apresentando uma queda da média de novos óbitos desde o mês de junho e adotando uma flexibilização do isolamento. Assim, é importante entender os motivos dessa queda e analisar o plano de flexibilização do governo que é dividido em uma fase de transição e outras quatro fases de abertura.

O intuito desse estudo é demonstrar a trajetória dos novos óbitos dos municípios mais afetados e estimar os números de infectados para 10 dias utilizando um modelo SIR². Dos municípios analisados Fortaleza se encontra na fase 3, a região metropolitana na fase 2, a região do Cariri³ na fase transição e Sobral no isolamento rígido.

2 Análise Média Móvel: 7 dias

Para analisar a média móvel foi utilizada uma média centrada para 7 dias. Para entender a trajetória de queda dos novos óbitos no estado é necessário destacar Fortaleza dos demais municípios, pois é justamente a maior queda na capital que puxou a queda no estado como podemos observar na figura 1.

Figure 1: Fortaleza



Dados: SES. Disponibilizados: <https://data.brasil.io/>. Elaborado: Vinícius Godinho.

O período destacado entre a linha tracejada foi o de isolamento social rígido. Pode-se perceber o efeito positivo gerado por esse isolamento, pois foi após o período de 3 semanas do decreto que iniciou a queda da média diária dos novos óbitos.

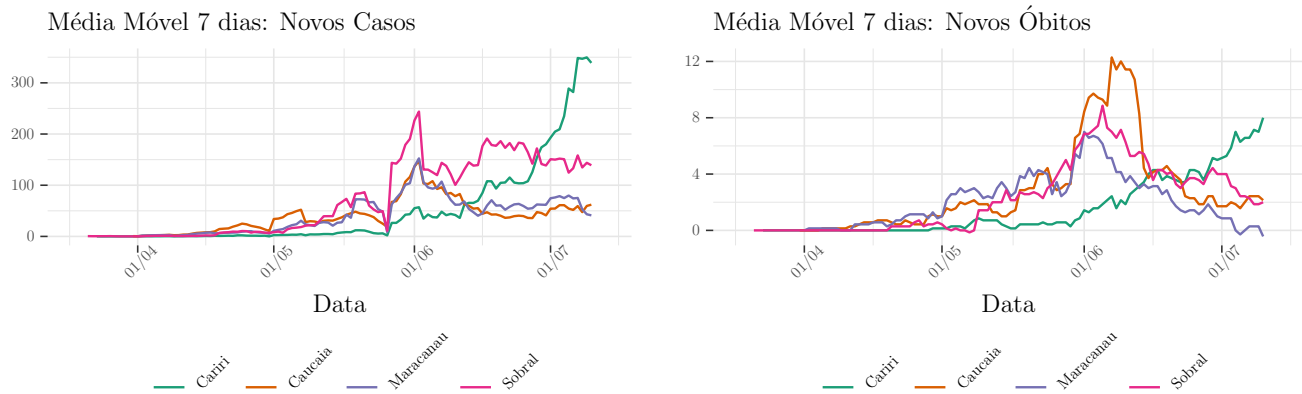
¹E-mail: viniciusbgodinho@gmail.com , twitter: @vbgodinho.

²Dados da Secretaria Estadual de Saúde

³Foi utilizado apenas Crato e Juazeiro do Norte

A figura 2 ilustra os municípios mais afetados, exceto Fortaleza. É possível observar que os municípios da região metropolitana mais afetados, Caucaia e Maracanaú, também apresentaram uma queda da média, porém a partir da primeira semana de junho. Já a região do Cariri registrou um aumento médio do número de casos, mostrando uma interiorização do vírus muito preocupante, visto a falta de infraestrutura do interior frente à capital, movimento que vem ocorrendo nos demais estados.

Figure 2: Municípios Ceará



Dados: SES. Disponibilizados: <https://data.brasil.io/>. Elaborado: Vinícius Godinho.

3 Estimando o número de infectados para 10 dias - modelo SIR

Para projetar o número de infectados foi utilizado o modelo epidemiológico SIR (Suscetíveis - Infectados. - Removidos) desenvolvido por Kermack e Mckendrick, apresentado na equação:

$$\begin{aligned} d_S/d_t &= -(\beta * I * S)/N \\ d_I/d_t &= (\beta * I * S)/N - \gamma * I \\ d_R/d_t &= \gamma * I \end{aligned}$$

Desse modo a taxa de transmissão do modelo é R_0

$$R_0 = (\beta/\gamma)/N$$

Para: S= suscetíveis, I= infectados, R = recuperados, N = população, R_0 = taxa de transmissão, γ = taxa de recuperação e β = taxa de infecção.

Ou seja: para $R_0 < 1$ o número de infectados decresce. Foi utilizado um período de infecção igual a 5,2 dias, desse modo a taxa de recuperação ($\gamma = 1/5,2$), como utilizado no modelo adotado pela UFPEL⁴.

Desse modo, utilizando a taxa de transmissão disponibilizada pelo governo do Ceará⁵, podemos calcular a taxa de infecção (β) e projetar o número de infectados para os próximos 10 dias, considerando as taxas a seguir constante:

⁴<https://wp.ufpel.edu.br/fentransporte/2020/04/09/a-evolucao-epidematica-do-covid-19-modelo-sir/>

⁵<https://indicadores.integrasus.saude.ce.gov.br/indicadores/indicadores-coronavirus/repro-efetiva-rt>

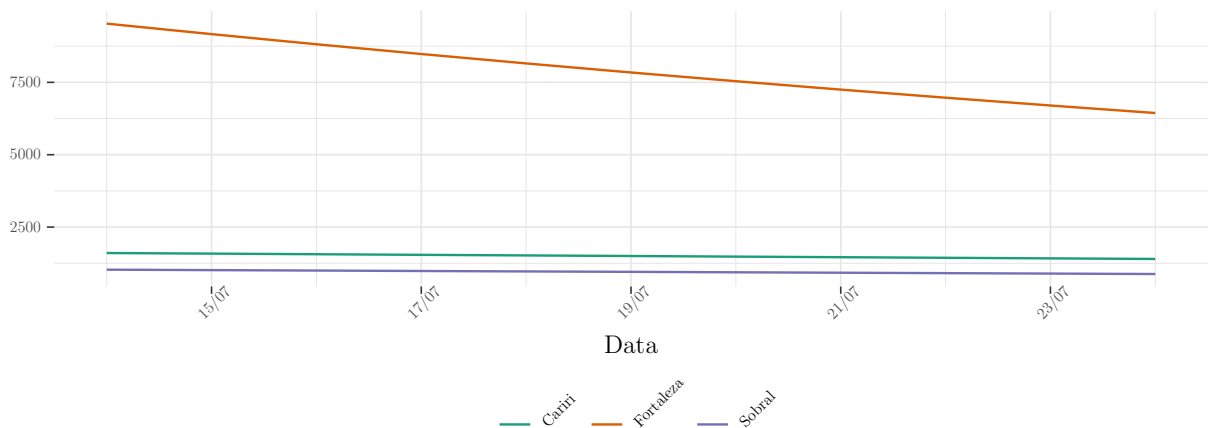
Região	R0
Cariri	0,95
Fortaleza	0,81
Sobral	0,98

Previsão:

Dias	Fortaleza			Cariri			Sobral		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R
0	2606858	9528	28614	342772	1604	4741	138912	1029	7412
1	2605423	9165	30411	342486	1583	5047	138730	1013	7608
2	2604044	8815	32139	342204	1562	5349	138552	998	7801
3	2602719	8478	33802	341926	1541	5648	138376	983	7992
4	2601445	8153	35401	341652	1521	5943	138203	968	8180
5	2600220	7840	36939	341382	1500	6233	138034	953	8365
6	2599043	7539	38417	341116	1480	6520	137867	938	8547
7	2597911	7248	39839	340854	1459	6802	137703	923	8726
8	2596824	6968	41206	340595	1439	7081	137541	908	8902
9	2595779	6699	42520	340340	1419	7356	137383	893	9075
10	2594775	6440	43783	340090	1399	7627	137227	879	9246

Podemos observar na figura 3 que se a taxa de transmissão permanecer constante Fortaleza decrescerá o número de infectados, com uma inclinação da curva bem maior do que as outras regiões. Essas vão apresentando uma pequena queda, que só será continuada mantendo a $R0 < 1$. Assim deve-se ter bastante atenção com as etapas de flexibilização do Cariri e Sobral, pois essas regiões apresentaram $R0 < 1$ apenas nesses últimos dias podendo voltar a ficar maior do que um.

Figure 3: Projeção Número de Infectados



Dados: SES-CE. Elaborado: Vinícius Godinho.

4 Conclusão

A média dos novos óbitos do estado do Ceará caiu de forma considerável, puxada pela queda na capital. Dessa forma, podemos perceber que o isolamento rígido em Fortaleza foi o ponto fundamental para a queda da média de novos óbitos.

Com essa taxa de transmissão constante o número de infectados em Fortaleza tende a continuar caindo, porém exige atenção e constante monitoramento visto que o resultado da flexibilização e reabertura pode refletir daqui algumas semanas uma segunda onda.

A interiorização do contágio é o ponto mais preocupante para o estado. A região do Cariri apesar de ter diminuído ao longo dos dias sua taxa de transmissão e alcançado $R0 < 1$, essa ainda é muito próxima de 1. Mesmo com a média móvel dos óbitos aumentando a região já se encontra na fase de transição do plano de flexibilização do estado. Desse modo, essa região deveria voltar para o isolamento rígido, assim como permanece Sobral.