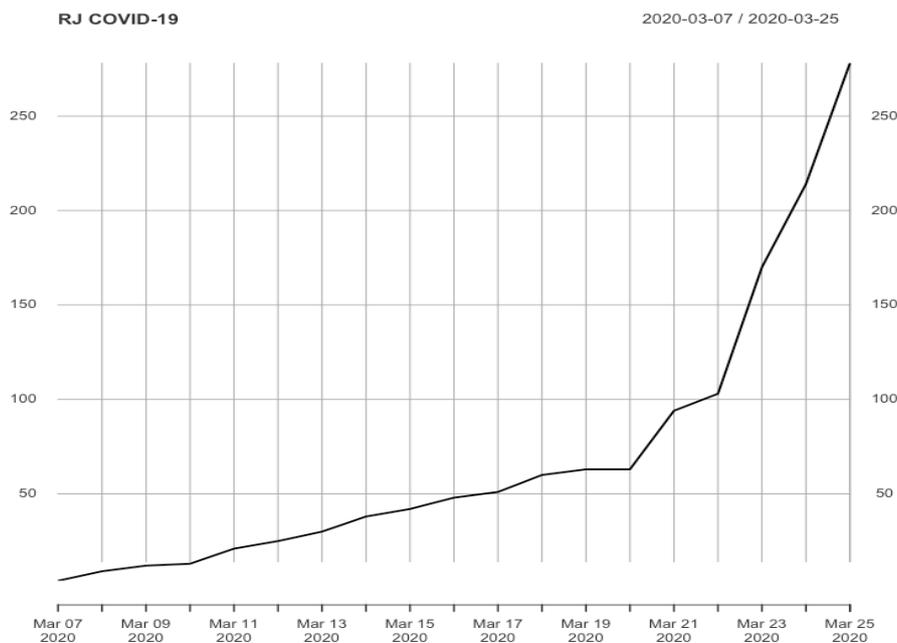


Previsão da evolução dos casos de COVID-19 no município do Rio de Janeiro para o período de 25 a 31/março

O LEGOS trata o problema de prever a evolução do total de casos confirmados de COVID-19 no município do Rio de Janeiro. Para chegar aos resultados que serão apresentados a seguir utilizamos a série histórica do referido município que está disponível no Painel Rio COVID SMS | IPP | COR¹. Esta série histórica é apresentada na tabela e figura abaixo.

Data	Casos confirmados	Data	Casos confirmados
06/03/2020	4	16/03/2020	51
07/03/2020	9	17/03/2020	60
08/03/2020	12	18/03/2020	63
09/03/2020	13	19/03/2020	63
10/03/2020	21	20/03/2020	94
11/03/2020	25	21/03/2020	103
12/03/2020	30	22/03/2020	170
13/03/2020	38	23/03/2020	214
14/03/2020	42	24/03/2020	278
15/03/2020	48	25/03/2020	??



¹ Link: <https://experience.arcgis.com/experience/38efc69787a346959c931568bd9e2cc4>

Observando a figura acima podemos perceber que no município do Rio de Janeiro segue comportamento não linear e muito menos estacionário (nem estacionário com tendência). Para ratificar esta observação aplicamos teste Augmented Dickey Fuller (ADF) com hipótese nula de que a série é estacionária ou estacionária com tendência a um nível de significância de 5% (ou 95% de intervalo de confiança). Neste teste, obtivemos o valor Dickey-Fuller de $-0,30324$ e p-valor de $0,017$. Logo, obtivemos resultado estatisticamente significativo de que devemos rejeitar a hipótese nula de estacionaridade e assumir a hipótese alternativa que indica um comportamento explosivo. Este comportamento também foi observado quando realizamos o teste Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS) tanto para o nível ($0,61825$ e p-valor $0,021$) quanto para a tendência ($0,16473$ e p-valor $0,034$).

Pelo gráfico acima é possível dividir a série em 3 momentos diferentes:

1. Dia 07/03 ao 16/03 onde observamos um “comportamento linear”;
2. Dia 17/03 ao 21/03 onde observamos o início de um “comportamento de crescimento exponencial”;
3. Dia 22/03 até o momento em que tivemos informação disponível (boletim de 24/03/2020 18:00) onde observamos o início de um “comportamento linear” novamente, mas bem maior que o observado no período de 07/03 ao 17/03.

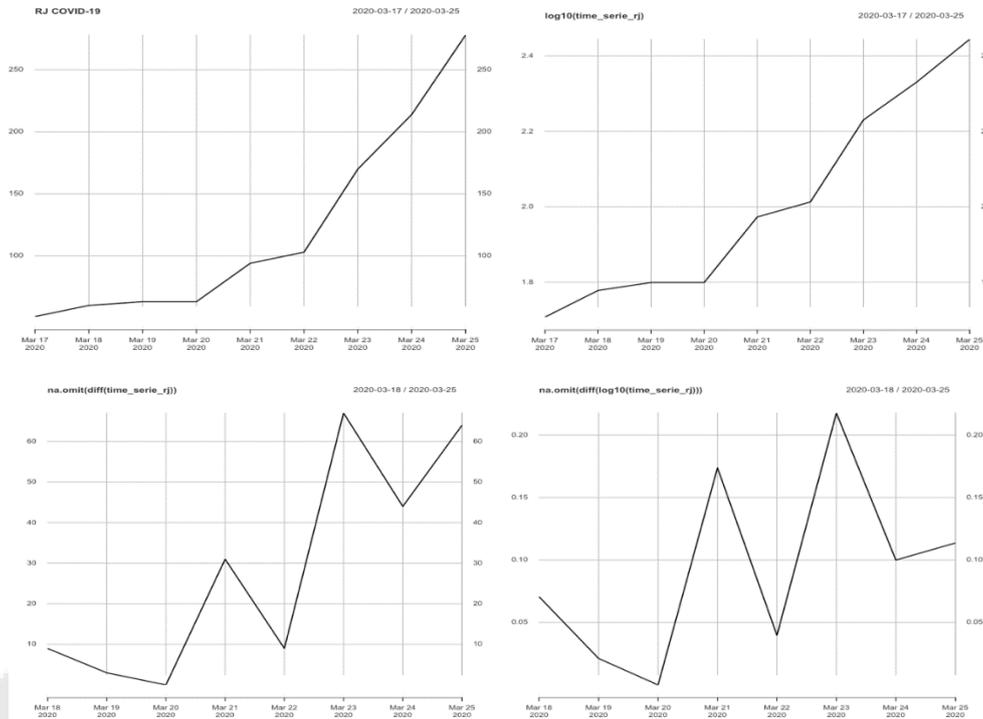
Assim, para reproduzirmos o comportamento esperado para a próxima semana consideraremos que a base histórica útil à nossa série se inicia no dia 17/03 (quando o total de casos confirmados de pacientes com COVID-19 ultrapassa 50) e perdura até o momento.

Modelos de previsão

Para estimarmos o total de casos de pacientes com COVID-19 confirmados no horizonte de 7 dias a frente (até 31/03) utilizamos modelos univariados consagrados da literatura e regressões apresentados abaixo:

- 1) Modelos de suavização exponencial (ETS);
- 2) Modelos auto regressivos integrados de média móvel (ARIMA);
- 3) Regressão Linear (RL);

Nenhum dos 3 modelos apresentados acima foi concebido para tratar de séries temporais de comportamento explosivo (como é o nosso caso). Entretanto, podemos realizar algumas transformações na série original apresentada para que a série transformada atenda às condições de “contorno” das técnicas apresentadas acima. Neste sentido, as principais formas comumente utilizadas em séries temporais são: diferenciação e transformação logarítmica (elas também podem ser combinadas). Nas figuras abaixo são apresentadas a série original e cada série transformada (logarítmica, diferenciada e logarítmica-diferenciada) de casos confirmados no Município do Rio de Janeiro.



Como o objetivo de trabalhar sobre a série mais estacionária possível (ainda que com tendência) trabalharemos sobre as duas séries que melhor apresentam este comportamento. A partir deste ponto chamaremos as séries escolhidas para prever o total de casos confirmados de série original (SO) e a série "logaritimizada" (SL) e apresentaremos abaixo características observadas de cada modelos e cada série.

- 1) ETS na série original (ETS SO): não capturou o padrão de crescimento e se manteve constante ao longo do tempo;
- 2) ETS na série logaritimizada (ETS SL): não capturou o padrão de crescimento e se manteve constante ao longo do tempo;
- 3) ARIMA na série original (ARIMA SO): capturou o padrão de crescimento linear;
- 4) ARIMA na série logaritimizada (ARIMA SL): capturou o padrão de crescimento explosivo;
- 5) Regressão linear na série logaritimizada (RL SO): capturou o padrão de crescimento linear;
- 6) Regressão linear na série logaritimizada (RL SL): capturou o padrão de crescimento explosivo;

As previsões otimista, esperada e pessimista de acordo com cada modelo são apresentados nas tabelas abaixo.

CENÁRIO OTIMISTA	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
25/03/2020	212	323	227	219	306	261
26/03/2020	182	363	252	198	360	322
27/03/2020	156	397	278	184	429	397
28/03/2020	133	428	303	172	514	488
29/03/2020	110	454	327	163	618	600
30/03/2020	88	477	352	154	745	738
31/03/2020	66	497	377	147	900	906

CENÁRIO ESPERADO	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
25/03/2020	278	342	257	278	344	303
26/03/2020	278	406	284	278	425	377
27/03/2020	278	470	311	278	525	469
28/03/2020	278	534	338	278	649	583
29/03/2020	278	598	365	278	802	725
30/03/2020	278	662	392	278	992	901
31/03/2020	278	726	420	278	1226	1120

CENÁRIO PESSIMISTA	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
25/03/2020	344	361	287	353	386	352
26/03/2020	374	449	316	390	501	441
27/03/2020	400	543	345	421	643	554
28/03/2020	423	640	374	449	820	696
29/03/2020	446	742	403	475	1042	875
30/03/2020	468	847	433	500	1321	1101
31/03/2020	490	955	462	525	1670	1385

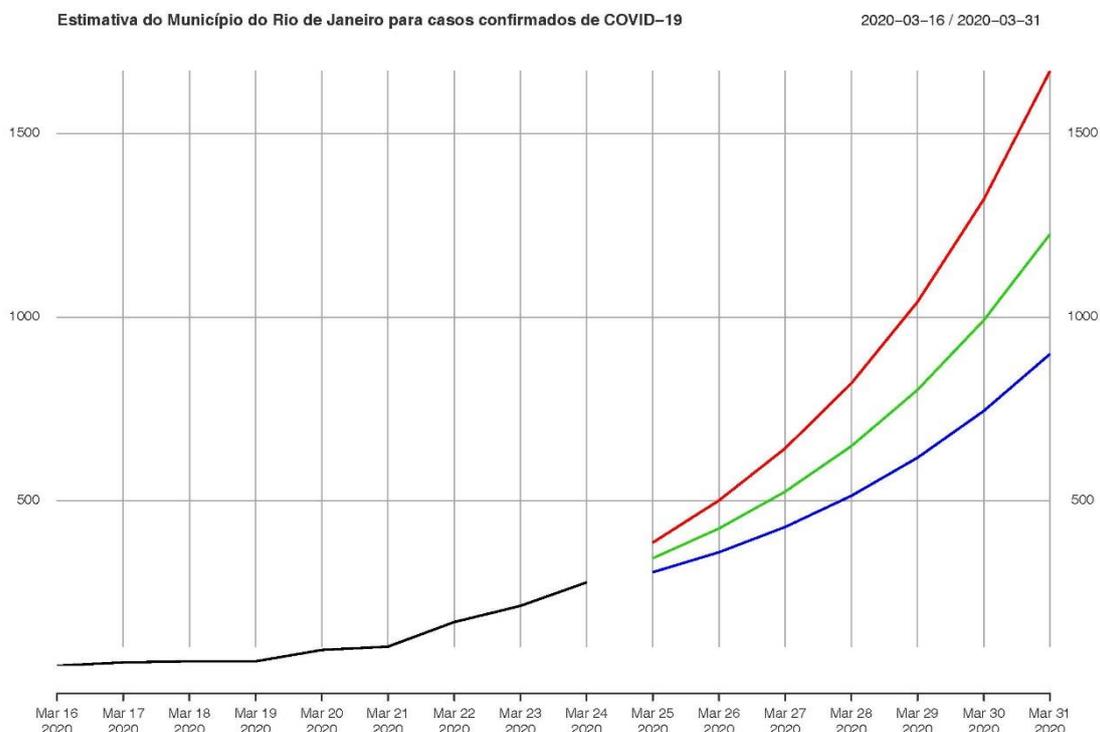
Conforme comentado anteriormente, podemos descartar a priori os modelos ETS SO e RL SO porque não foram capazes de capturar o crescimento que devemos prever. Assim, analisaremos apenas os resultados dos modelos ARIMA SO, ETS SL, ARIMA SL e RL SL. Para selecionarmos qual modelo deveríamos usar para estimar a quantidade total de casos esperados para os próximos 7 dias utilizamos os seguintes critérios:

- 1) Teste de normalidade dos resíduos.
 - a. ARIMA SO: p-valor = 0,2987. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
 - b. ETS SL: p-valor = 0,1987. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.

- c. ARIMA SL: p-valor = 0,7852. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
 - d. RL SL: p-valor = 0,259. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
- 2) Teste de autocorrelação dos resíduos (ACF). Apenas a ARIMA SO apresentou auto correlação dos resíduos, mas ela já foi descartada previamente.
 - 3) Menor média percentual absoluta do erro (MAPE) dentre os modelos aprovados pelos critérios anteriores.

MODELOS	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
ETS SO	-25,69	36,01	25,69	-23,47	23,47
ARIMA SO	-6,11	25,35	18,12	-7,57	16,60
RL SO	0,00	30,07	25,75	-28,25	49,88
ETS SL	-25,29	35,99	25,29	-22,61	22,61
ARIMA SL	-3,78	17,66	13,18	-1,24	12,43
RL SL	-2,93	17,53	14,84	-1,08	13,11

Desta forma, escolhemos o modelo de ARIMA SL para prever os próximos valores esperados de quantidade de casos confirmados de COVID-19 no Município do Rio de Janeiro. O comportamento explosivo que a nossa previsão apresentou pode ser observado nas figuras e tabela abaixo.



DIAS	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO ESPERADO	CENÁRIO PESSIMISTA
25/03/2020	306	344	386
26/03/2020	360	425	501
27/03/2020	429	525	643
28/03/2020	514	649	820
29/03/2020	618	802	1042
30/03/2020	745	992	1321
31/03/2020	900	1226	1670

Autor

Daniel Assad

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0258423859812498>**Coordenação do LEGOS|UERJ**Profa Thaís Spiegel, DSc. | thais@eng.uerj.brCurrículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8880192361495671>

Nota técnica divulgada em 25 de março de 2020.