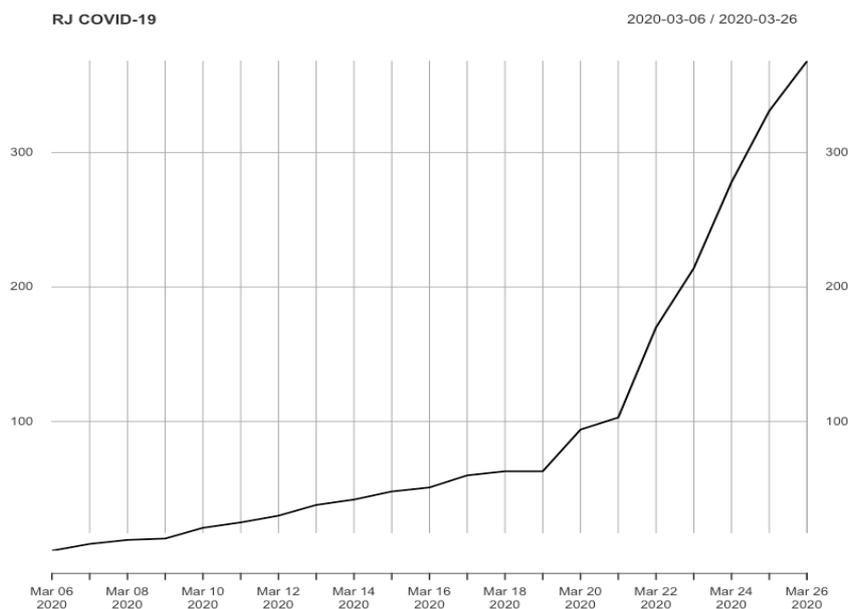


## Previsão da evolução dos casos de COVID-19 no município do Rio de Janeiro para o período de 27/março a 02/abril

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 | COR<sup>1</sup>. Esta série histórica é apresentada na tabela e figura abaixo.

Data	Casos confirmados	Data	Casos confirmados
06/03/2020	4	17/03/2020	60
07/03/2020	9	18/03/2020	63
08/03/2020	12	19/03/2020	63
09/03/2020	13	20/03/2020	94
10/03/2020	21	21/03/2020	103
11/03/2020	25	22/03/2020	170
12/03/2020	30	23/03/2020	214
13/03/2020	38	24/03/2020	278
14/03/2020	42	25/03/2020	331
15/03/2020	48	26/03/2020	366
16/03/2020	51	27/03/2020	??



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

Observando a figura acima podemos perceber que no município do Rio de Janeiro segue comportamento não linear. Entretanto, se separarmos este gráfico em 3 momentos diferentes podemos observar que:

1. Dia 07/03 ao 16/03 segue um “comportamento linear”;
2. Dia 17/03 ao 21/03 segue um “comportamento de crescimento exponencial”;
3. Dia 22/03 até o momento em que tivemos informação disponível (boletim de 26/03/2020 18:00) segue um “comportamento linear” novamente, mas bem maior que o observado no período de 07/03 ao 17/03.

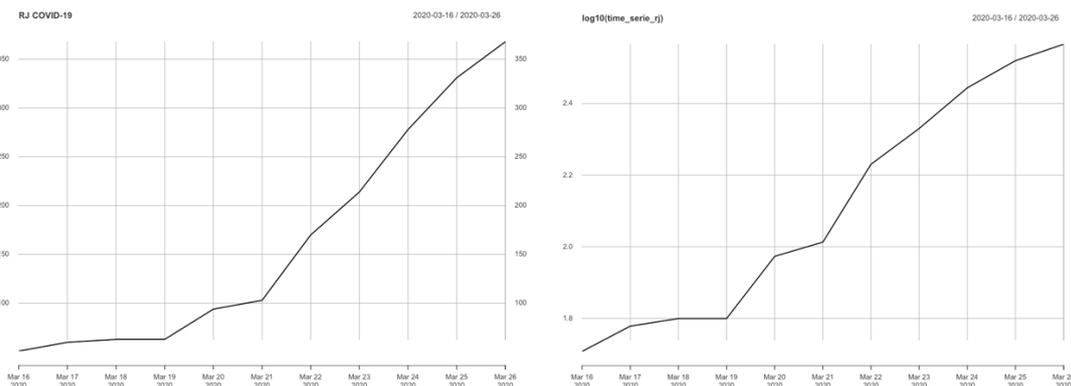
Assim, para reproduzirmos o comportamento esperado para a próxima semana consideraremos que a base histórica útil à nossa série se inicia no dia 17/03 (quando o total de casos confirmados de pacientes com COVID-19 ultrapassa 50) e perdura até o momento.

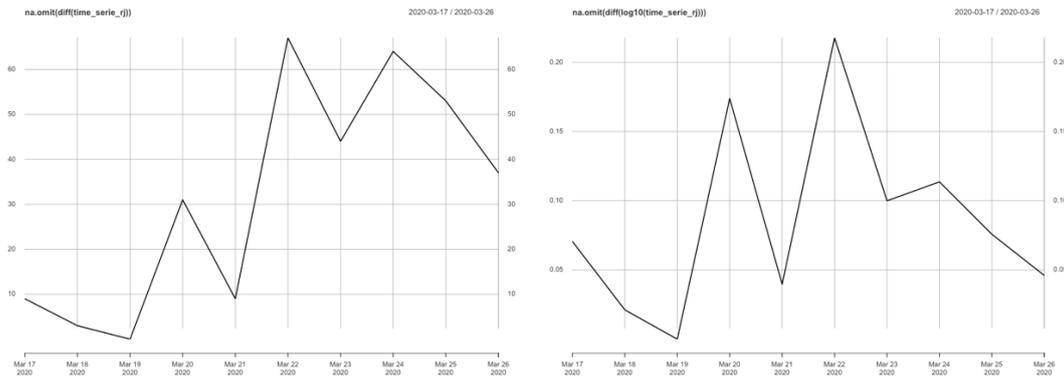
## Modelos de previsão

Para estimarmos o total de casos de pacientes com COVID-19 confirmados no horizonte de 7 dias a frente (até 01/04) 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
27/03/2020	288	400	332	309	403	421
28/03/2020	252	431	364	287	471	521
29/03/2020	223	460	396	271	554	646
30/03/2020	196	486	428	259	657	800
31/03/2020	170	511	460	248	780	990
01/04/2020	145	535	492	239	930	1225
02/04/2020	121	556	523	231	1110	1516

CENÁRIO ESPERADO	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
27/03/2020	368	415	365	368	448	477
28/03/2020	368	455	398	368	546	595
29/03/2020	368	500	432	368	666	741
30/03/2020	368	542	465	368	811	924
31/03/2020	368	585	499	368	989	1151
01/04/2020	368	628	532	368	1205	1435
02/04/2020	368	671	566	368	1468	1788

CENÁRIO PESSIMISTA	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
27/03/2020	448	429	397	439	498	542
28/03/2020	484	480	432	472	634	679
29/03/2020	513	539	467	499	800	851
30/03/2020	540	597	502	523	1002	1067
31/03/2020	566	659	538	545	1252	1338
01/04/2020	591	721	573	566	1560	1679
02/04/2020	615	786	608	586	1941	2108

Conforme comentado anteriormente, podemos descartar a priori os modelos ETS SO e ETS SL 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:

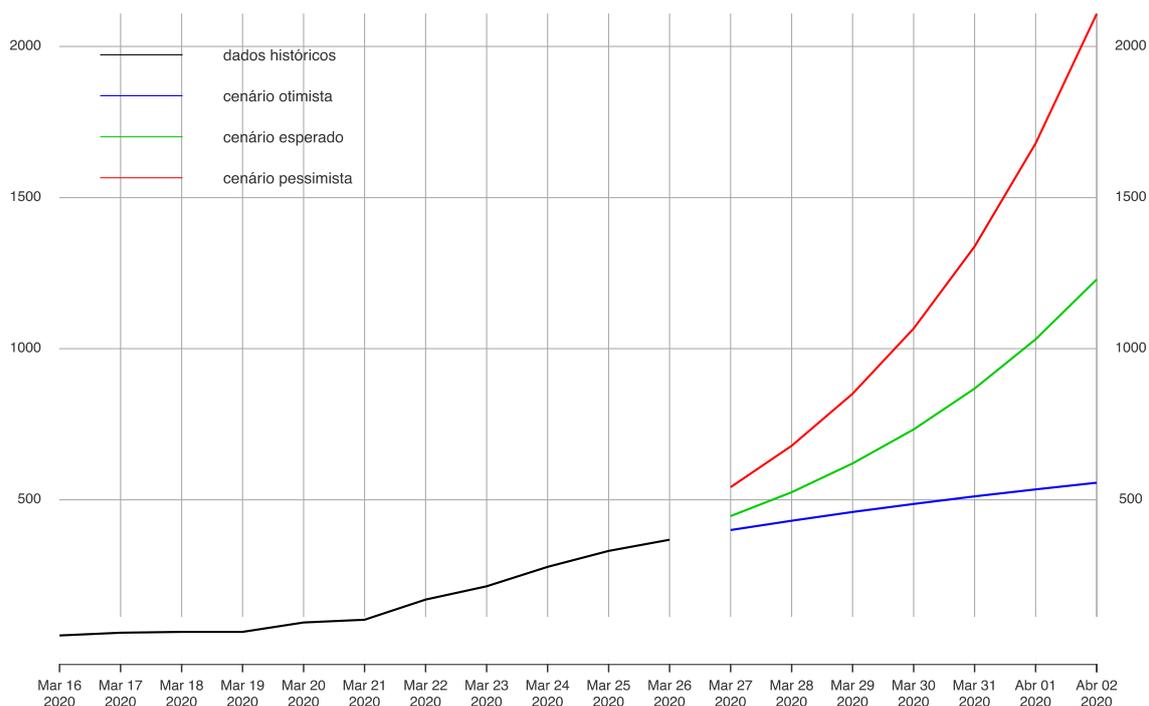
- 1) Teste de normalidade dos resíduos.
  - a. ARIMA SO: p-valor = 0,1674. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
  - b. RL SO: p-valor = 0,693. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
  - c. ARIMA SL: p-valor = 0,5382. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
  - d. RL SL: p-valor = 0,3056. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
- 2) Teste de autocorreção dos resíduos (ACF). O modelo RL SO apresentou auto correlação dos resíduos no lag 1 e foi descartada. As demais séries não apresentaram auto correlação.
- 3) Menor média percentual absoluta do erro (MAPE) e menor erro quadrático médio (RMSE) dentre os modelos aprovados pelos critérios anteriores.

MODELOS	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
ETS SO	-29,35	37,98	29,35	-22,31	22,31
ARIMA SO	-5,04	18,17	11,86	-5,78	<b>10,46</b>
RL SO	0	35,32	31,26	107,58	132,32
ETS SL	-28,82	37,94	28,82	-21,14	21,14
ARIMA SL	-0,49	19,9	15,15	-1,08	11,32
RL SL	-2,51	<b>17,34</b>	15,23	-0,92	11,64

Na tabela acima observa-se que o modelo ARIMA SO atende ao critério de menor MAPE, RL SL atende ao critério menor RMSE e ARIMA SL é a segunda colocada em ambos os critérios. Entretanto, com o objetivo de prover apenas uma previsão, combinamos os modelos ARIMA SO e RL SL considerando: o menor valor entre estas séries, a cada dia, para estimar a previsão otimista, o valor médio entre ambas para estimar o valor esperado por dia e o maior valor, a cada dia, entre elas para estimar a previsão pessimista. Assim, os próximos valores esperados de quantidade de casos confirmados de COVID-19 no Município do Rio de Janeiro em cada cenário são apresentados na figura e tabela abaixo.

Estimativa do Município do Rio de Janeiro para casos confirmados de COVID-19

2020-03-16 / 2020-04-02



<b>DIAS</b>	<b>CENÁRIO OTIMISTA</b>	<b>CENÁRIO ESPERADO</b>	<b>CENÁRIO PESSIMISTA</b>
27/03/2020	400	446	542
28/03/2020	431	525	679
29/03/2020	460	620	851
30/03/2020	486	733	1067
31/03/2020	511	868	1338
01/04/2020	535	1031	1679
02/04/2020	556	1229	2108

**Autor**

Daniel Assad

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0258423859812498>

**Coordenação do LEGOS|UERJ**

Profa Thaís Spiegel, DSc. | [thais@eng.uerj.br](mailto:thais@eng.uerj.br)

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8880192361495671>

Nota técnica divulgada em 27 de março de 2020.