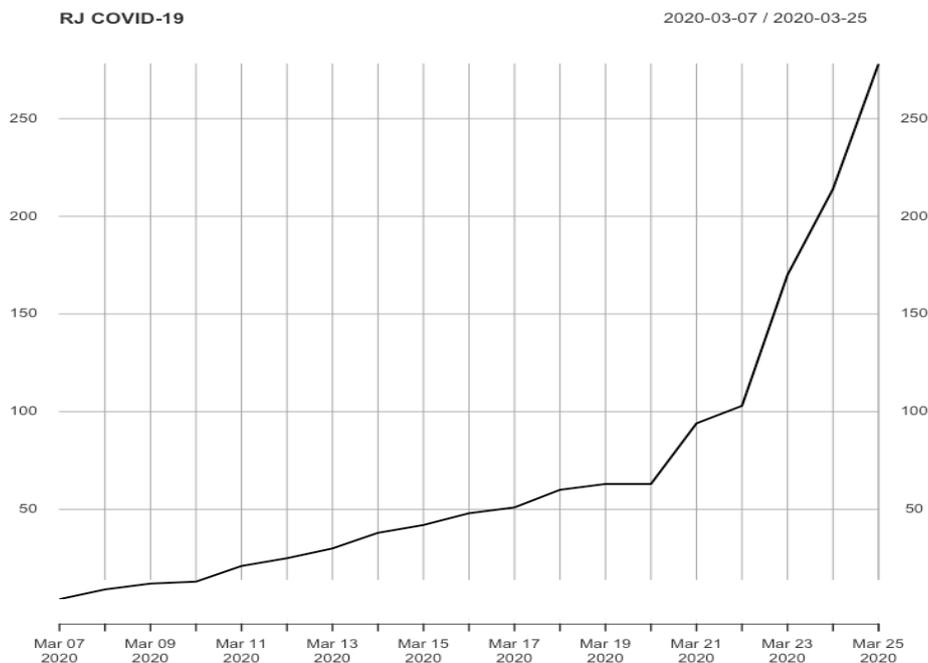


Previsão da evolução dos casos de COVID-19 no município do Rio de Janeiro para o período de 26/março a 01/abril

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 | 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	331



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. 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 25/03/2020 18:00) segue um “comportamento linear” novamente, mas bem maior que o observado no período de 07/03 ao 17/03.

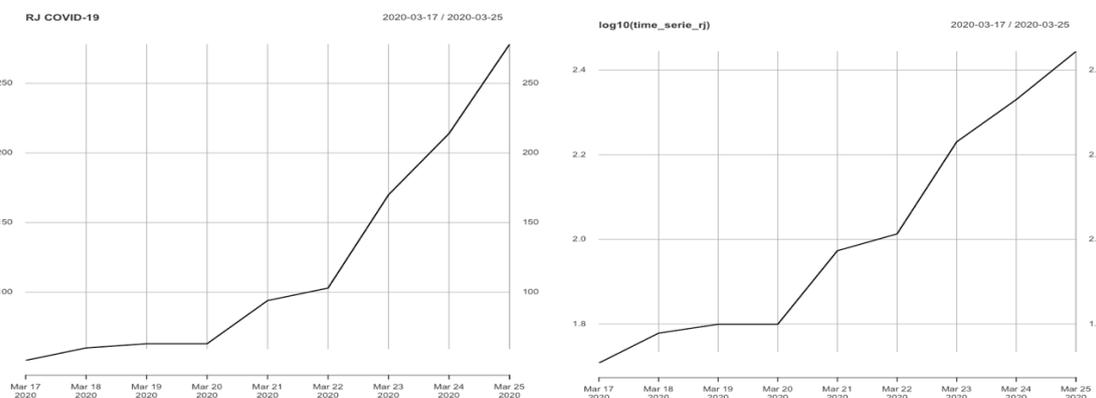
Assim, para reproduzirmos o comportamento esperado para a próxima semana consideraremos que a base histórica útil à nossa série se inicia no dia 17/03 (quando o total de casos confirmados de pacientes com COVID-19 ultrapassa 50) e perdura até o momento.

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.

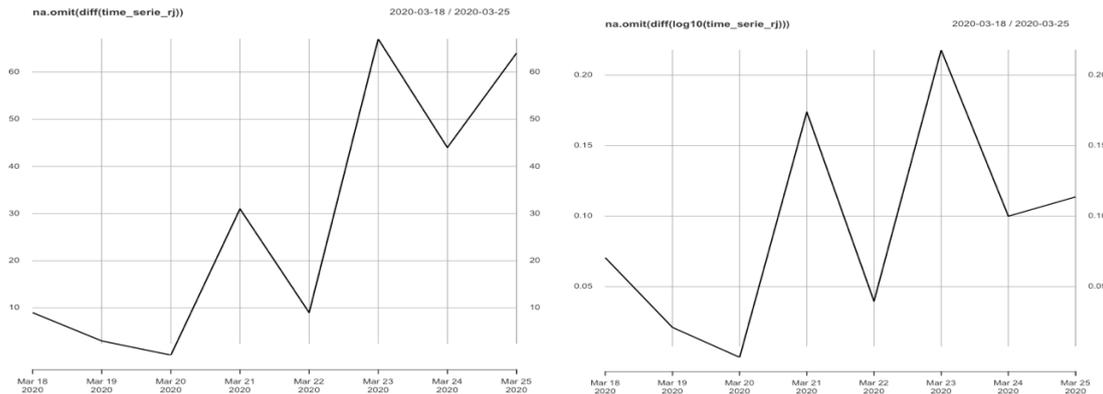


LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E GESTÃO EM SAÚDE

www.legos.uerj.br | Contato: legos@eng.uerj.br

Acompanhe o LEGOS também no

Instagram @legos.uerj | Facebook @legosaude | LinkedIn legos-uerj



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
26/03/2020	256	377	281	262	365	341
27/03/2020	222	423	311	238	429	423
28/03/2020	193	466	340	221	511	524
29/03/2020	167	508	369	207	610	650
30/03/2020	143	548	398	196	732	805
31/03/2020	119	586	427	186	880	997
01/04/2020	95	623	456	178	1061	1234

CENÁRIO ESPERADO	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
26/03/2020	331	391	314	331	407	390
27/03/2020	331	447	345	331	502	488
28/03/2020	331	505	376	331	617	609
29/03/2020	331	561	407	331	760	762
30/03/2020	331	619	438	331	936	952
31/03/2020	331	676	469	331	1152	1189
01/04/2020	331	734	500	331	1418	1485

CENÁRIO PESSIMISTA	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
26/03/2020	406	405	346	418	455	448
27/03/2020	440	470	379	461	586	563
28/03/2020	469	543	412	497	747	709
29/03/2020	495	615	445	529	946	892
30/03/2020	519	691	478	560	1196	1125
31/03/2020	543	766	511	589	1507	1418
01/04/2020	567	844	545	617	1895	1788

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.

Neste teste utilizamos o nível de significância de 1% (ou 99% de intervalo de confiança e os resultados são apresentados a seguir:

- a. ARIMA SO: p-valor = 0,01943. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
- b. RL SO: p-valor = 0,516. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
- c. ARIMA SL: p-valor = 0,7187. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.
- d. RL SL: p-valor = 0,3181. Não podemos rejeitar a hipótese nula de normalidade.

2) Teste de autocorreção dos resíduos (ACF). Nenhuma das séries testadas apresentaram auto correlação dos resíduos.

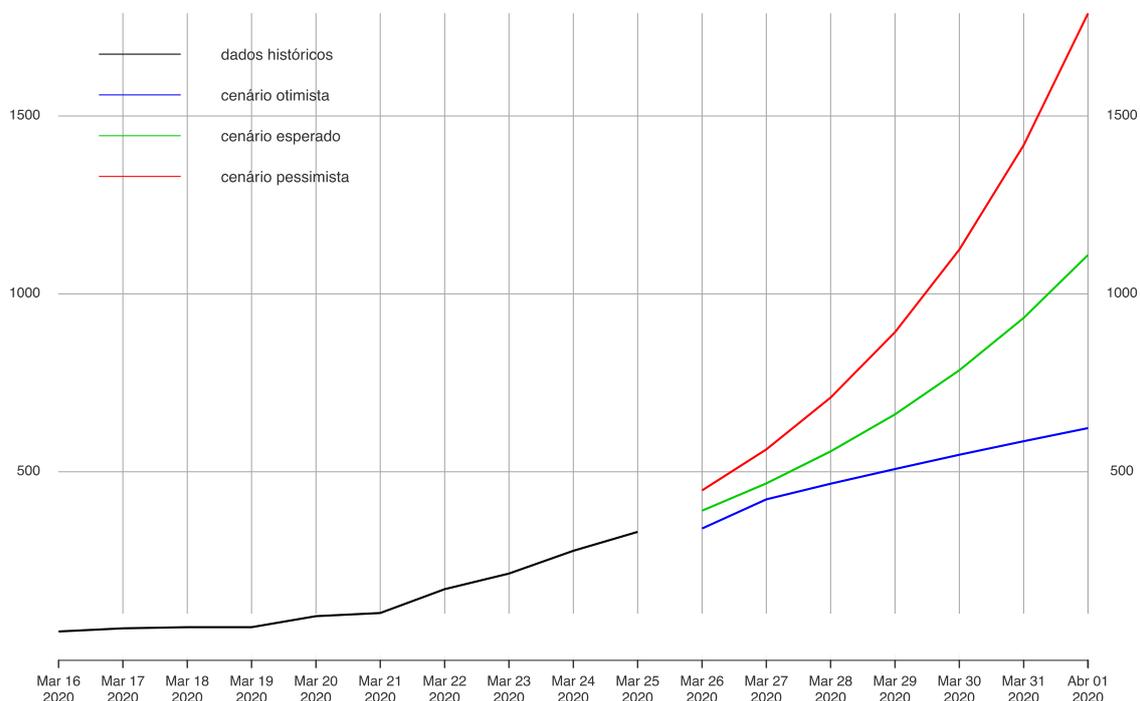
3) Menor média percentual absoluta do erro (MAPE) e menor erro quadrático médio (RMSE) dentre os modelos aprovados pelos critérios anteriores.

MODELOS	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
ETS SO	-28,4	38,05	28,4	-22,98	22,98
ARIMA SO	-8,02	17,56	10,79	-7,03	10,82
RL SO	0	34,22	29,84	-173,87	196,18
ETS SL	-28,06	38,03	28,06	-22,25	22,25
ARIMA SL	-2,7	17,31	13,13	-1,13	11,56
RL SL	-3,08	16,21	14,21	-0,99	12,08

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 / 2020-04-01



DIAS	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO ESPERADO	CENÁRIO PESSIMISTA
26/03/2020	341	391	448
27/03/2020	423	467	563
28/03/2020	466	557	709
29/03/2020	508	661	892
30/03/2020	548	785	1125
31/03/2020	586	933	1418
01/04/2020	623	1110	1788

Autor

Daniel Assad

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

Coordenação do LEGOS|UERJ

Profa Tháís Spiegel, DSc. | thais@eng.uerj.br

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

Nota técnica divulgada em 26 de março de 2020.