

Esta análise tem como base a evolução da Covid-19 considerando a série histórica do panorama internacional disponível até às 23h00 do dia 09/03/2020 (1). A análise contém a inferência de cenários possíveis para a evolução da Covid-19 no Brasil, no curto prazo.

Este é um documento técnico, cujo objetivo é o de contribuir para análise e ponderação de medidas e ações apropriadas no enfrentamento das consequências de um possível aumento significativo de casos no Brasil, nas próximas semanas. No nosso entendimento há que se considerar cenários de mais longo prazo (meses), mas estes não são abordados neste documento.

Em pouco mais de dois meses de evolução o novo coronavírus 2019 infectou mais de 100 mil pessoas em todos os continentes, matou quase 4 mil e mostra franca e vigorosa expansão fora da China. ***A questão central não é a taxa de mortalidade da Covid-19 (que tem variado em valores nada desprezíveis de 3 a 4%), mas a velocidade com que a mesma gera pacientes graves levando os sistemas de saúde a receber uma demanda muito acima de sua capacidade de atendê-la adequadamente.***

Conforme mostrado nas próximas páginas, o cenário internacional nos mostra:

- ***Quanto mais casos um país possui, mais semelhante é o padrão de disseminação viral.*** A partir de 50 casos, por exemplo, Coreia do Sul, Irã e Itália mostram evoluções surpreendentemente semelhantes;
- ***Países como França, Alemanha e Espanha*** parecem mostrar evolução semelhante à tríade Coreia do Sul, Itália e Irã, considerando-se este número mínimo de casos;
- **O novo coronavírus possui capacidade de se decuplicar (multiplicar o total de casos por 10x) a cada 7,2 dias – em média.**
- Se extrapolarmos esta velocidade de multiplicação no cenário brasileiro, *a partir do momento em que o Brasil possuir 50 casos, podemos chegar a mais de 4 mil casos em 15 dias, e cerca de 30 mil casos em 21 dias. Considerando esta projeção, podemos entender melhor o racional das medidas restritivas adotadas na China e agora na Itália.*
- Considerando as proporções de casos graves (10%) e críticos (5%), abaixo do relatado pela missão da OMS na China (2) (13,8% e 6,1%, respectivamente) e considerando tempos relativamente conservadores de internação destes casos (7 e 14 dias, respectivamente), o cenário Brasil pode chegar a precisar de cerca de 2100 leitos hospitalares, dos quais cerca de 525 em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), apenas nos primeiros 21 dias, após o caso de número 50.

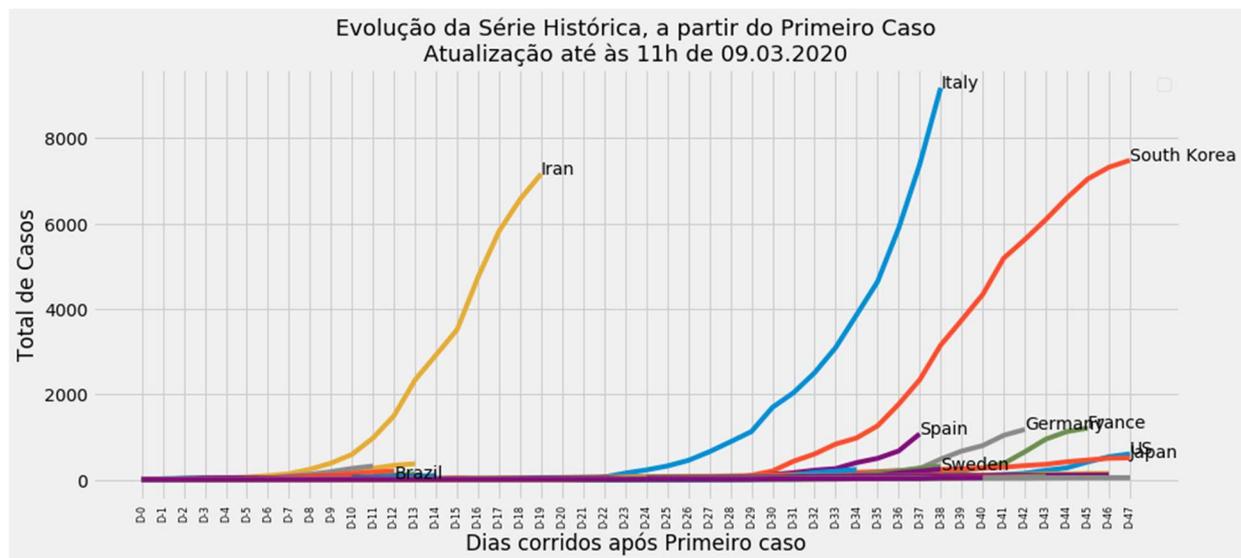
O cenário e riscos atuais exigem mudanças em nossas atitudes e ações. **Precisamos estar preparados para oferecer respostas rápidas e coordenadas como Sistema**, através de processos que suportem cooperação mútua.

Acreditamos que todos os gestores em saúde devem estar cientes e responsabilmente preparados para os piores cenários, evitando a disseminação de informações que possam levar pânico para a população e, sinceramente, esperando que os piores cenários não se tonem realidade.

1. https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19/blob/master/csse_covid_19_data/csse_covid_19_time_series/time_series_19-covid-Confirmed.csv
2. <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>

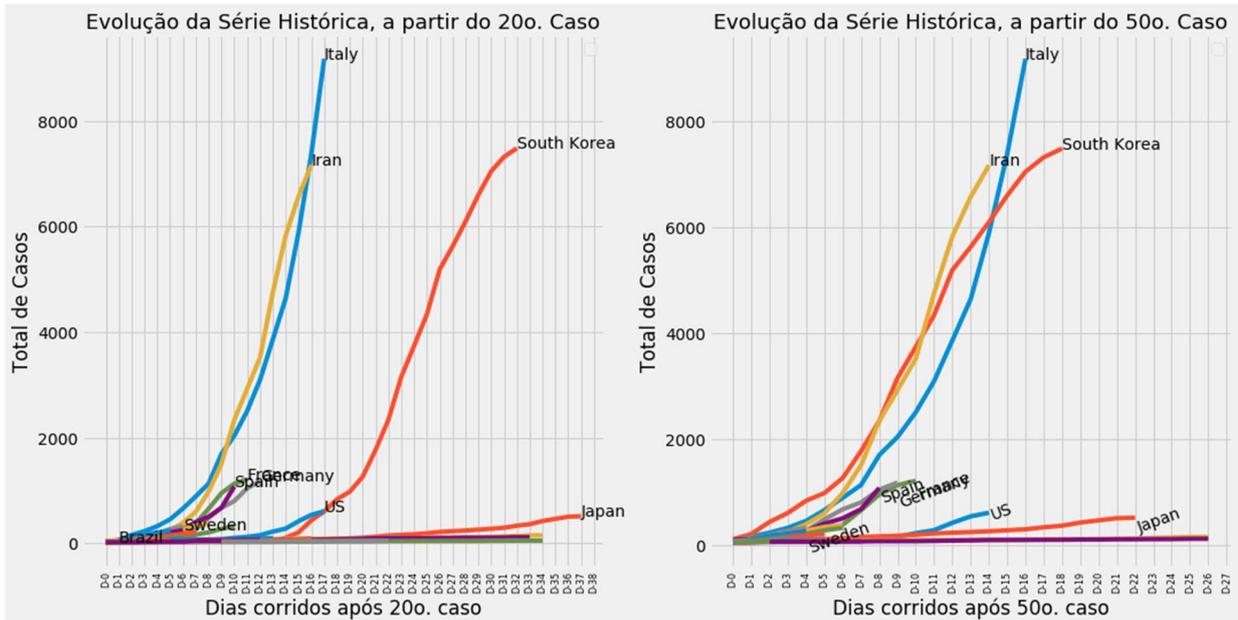
Evolução Mundial

Quando olhamos os gráficos que mostram a evolução de casos no mundo, precisamos entender que os dados agregados são de pouca valia. **É importante entender a dinâmica de cada país, a partir do momento em que surgem os casos.** Dessa forma, se definirmos o “dia zero” como o primeiro dia em que um país documenta um caso confirmado, temos o seguinte padrão evolutivo:

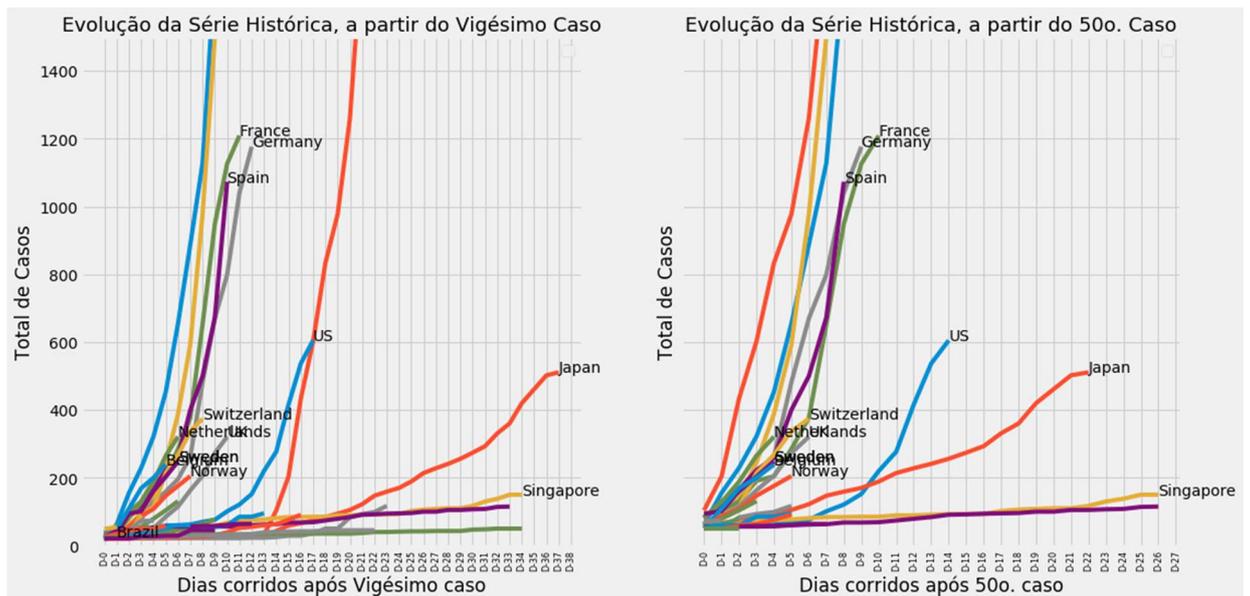


É interessante perceber como há dispersão no número de dias, após o primeiro caso detectado, para o início de uma fase de crescimento exponencial no número de casos confirmados. No entanto, quando isto ocorre, o padrão é bastante semelhante.

A situação é mais clara quando definimos como “dia-zero” uma determinada quantidade maior de casos. Por exemplo, abaixo definimos “Dia Zero” em 20 e em 50 casos:



Abaixo os mesmos gráficos de 20 dias e 50 dias após o primeiro caso confirmado, mas com a escala limitada até 1500 casos, para facilitar a visualização do comportamento de países como França, Alemanha, Espanha e EUA.



Podemos observar que após 50 casos a evolução dos países passa a convergir, com padrões muito semelhantes de progressão do número total de casos confirmados.

Isso nos obriga ao seguinte questionamento: ao chegarmos a 50 casos no Brasil, qual será o padrão de evolução? Nos assemelharemos mais a países como Itália, França, Alemanha, Coreia do Sul, ou nosso padrão será o de Hong Kong e Singapura?

Projeção de Casos

Projetar o número de casos a que o Brasil pode chegar é uma tarefa sujeita a inúmeras incertezas: como o vírus irá se comportar no hemisfério sul, longe do inverno? Qual será a infectividade do mesmo em nosso ambiente? Em um país com as dimensões continentais como o Brasil, qual será a variação entre as diferentes regiões? Qual será o impacto de eventuais medidas restritivas (como as adotadas na China e agora, Itália) na infectividade?

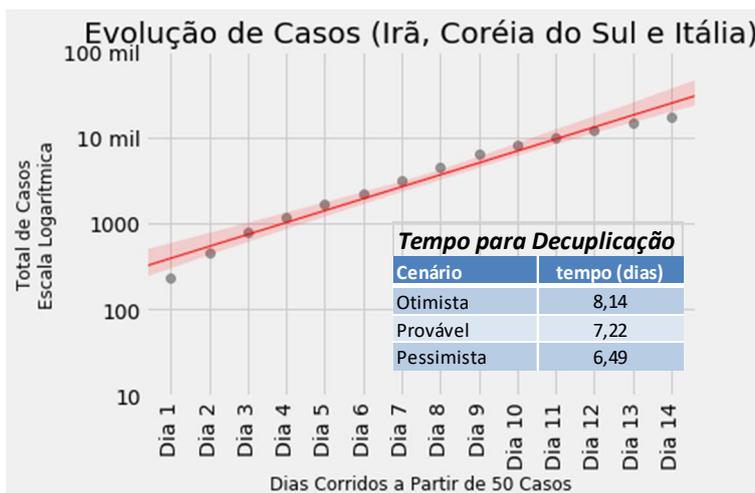
Algumas dúvidas importantes sobre o comportamento do novo coronavírus no hemisfério sul deverão ser respondidas nas próximas semanas. Neste momento vários países do hemisfério sul acumulam casos (Australiá, Nova Zelândia, Argentina, Chile, Peru, Brasil, Ecuador, África do Sul e África Sub-Sahariana). Entretanto a série histórica da maioria de países após o primeiro caso é relativamente recente, e não houve ainda crescimento exponencial nítido que permita modelagem.

Além disso, para uma projeção, precisamos fazer escolhas: qual país (ou quais países) servirão de modelo para extrapolação ao cenário brasileiro? Além disso, outro fator fundamental é: quanto tempo de *forecasting* pode ser realizado em cima de um mesmo modelo?

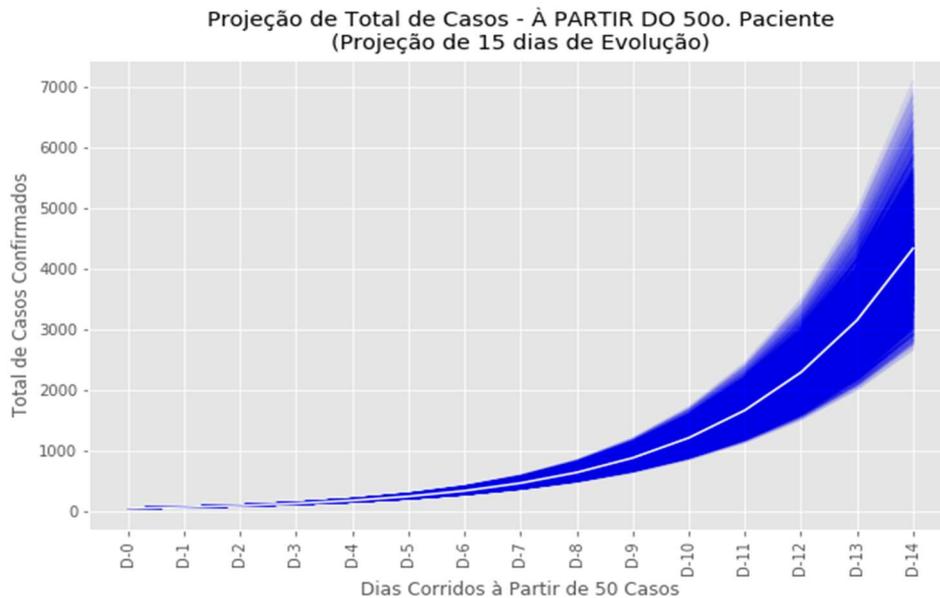
Partimos das seguintes premissas:

- Escolhemos para modelagem os dados agregados de Itália, Irã e Coréia do Sul, **a partir de 50 casos;**
- Faremos duas previsões: uma de 14 dias (após atingir 50 casos) e outra com 21 dias, como extrapolação dos dados encontrados;
- Modelagem realizada pela regressão do total de casos no Irã, Coréia do Sul e Itália somados, colocados em escala logarítmica. **Dado que o “dia zero” da regressão é o dia em que o país ultrapassa 50 casos**, apenas 14 dias foram considerados na modelagem, uma vez que a Itália ainda não possui maior tempo após este marco de 50 casos.

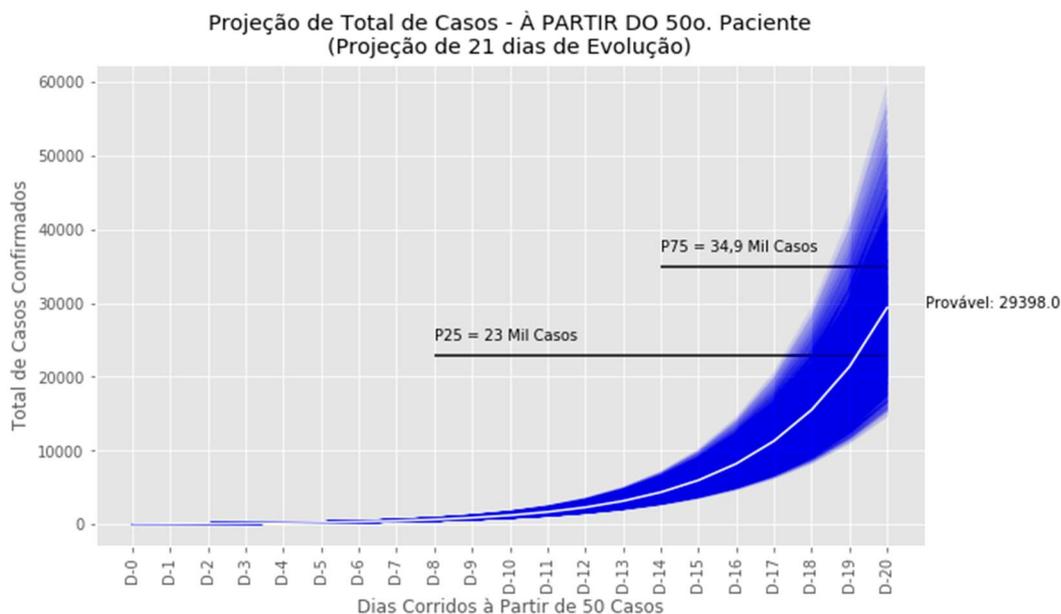
Vale observar na análise de regressão abaixo o tempo de decuplicação. Ou seja, aproximadamente a cada 7 dias o número de casos é multiplicado por 10x. **Utilizaremos estes parâmetros para modelagem do cenário brasileiro.**



Nota Técnica: embora a regressão possua valor $p < 0,001$, a mesma se apoia em poucos dados (14 pontos de observação). A avaliação dos pressupostos, incluindo heterocedasticidade, é um ponto a ser esclarecido com o aumento da série histórica. $R^2 = 0,984$

FORECASTING APÓS ATINGIR 50 CASOS, dados os pressupostos acima:

O problema aqui não é atingirmos “apenas” 4 mil casos em 14 dias. **O problema é o que vem em seguida.** Basta uma semana a mais (nesta projeção) para que os casos aumentem de 4mil para algo em torno de 30 mil novos casos (!). Em apenas 21 dias.



Esta evolução projetada tornam compreensíveis as medidas adotadas pela China e – mais recentemente – pela Itália. De 4 mil casos para 40 mil basta uma semana... E mais uma semana para 400 mil.

O grande desafio é a velocidade com que o novo coronavírus-19 se espalha e gera pacientes graves. Este racional é fundamental para alinhamento de um plano de ação.

Projeção de Leitos

Da mesma forma que a projeção de casos é um exercício que esbarra em inúmeras dificuldades, a projeção de leitos oscilará com a mesma imprecisão pois é – em último caso – uma função linear da quantidade de pacientes que necessitam dos mesmos.

Na estimativa do uso de leitos devemos avaliar a porcentagem de casos graves e críticos (que necessitam internação em leitos de enfermaria / quartos e de unidade de terapia intensiva), bem como o próprio tempo de permanência hospitalar. Não é de nosso conhecimento – até o momento – de publicação de uma série de casos robusta com os dados de permanência hospitalar descritos adequadamente. Neste caso, utilizaremos os seguintes pressupostos:

Pressupostos da Projeção

Forma Clínica	%	Tempo de UI	Tempo de UTI
Leve	85%	0	0
Grave	10%	7	0
Crítica	5%	7	7

Considerando que devemos estimar os leitos hospitalares necessários não somente pela quantidade de pacientes, mas também pela velocidade (medida em dias) em que a epidemia produz doentes graves e críticos, tempos que:

$$\text{Leitos Necessários} = \frac{\text{Pacientes} \cdot \text{Dias estimados}}{\text{Tempo de Geração da Demanda}}$$

Realizando a simulação para diversos cenários possíveis:

Necessidades Estimadas de Leitos, por número de pacientes e tempo de agravamento da crise

Número de Novos Pacientes	Unidade de Internação						Unidade de Terapia Intensiva					
	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias
5000 pacientes	1050	525	350	262	210	175	350	175	116	87	70	58
10000 pacientes	2100	1050	700	525	420	350	700	350	233	175	140	116
20000 pacientes	4200	2100	1400	1050	840	700	1400	700	466	350	280	233
30000 pacientes	6300	3150	2100	1575	1260	1050	2100	1050	700	525	420	350
40000 pacientes	8400	4200	2800	2100	1680	1400	2800	1400	933	700	560	466
50000 pacientes	10500	5250	3500	2625	2100	1750	3500	1750	1166	875	700	583
60000 pacientes	12600	6300	4200	3150	2520	2100	4200	2100	1400	1050	840	700

Para um cenário de 30 mil casos confirmados de Covid-19 em 21 dias a partir do caso de número 50, nossa estimativa de demanda é de **aproximadamente 2,1 mil leitos: cerca de 1575 de enfermaria/apartamento e cerca de 525 leitos de UTIs.**

Ou seja, a demanda por leitos hospitalares será uma constante no caso de agravamento da epidemia, exigindo mudanças em nossas atitudes e ações, no sentido de **estarmos preparados para oferecer respostas rápidas e coordenadas como Sistema.**