

POR QUE ACHATAR A CURVA?

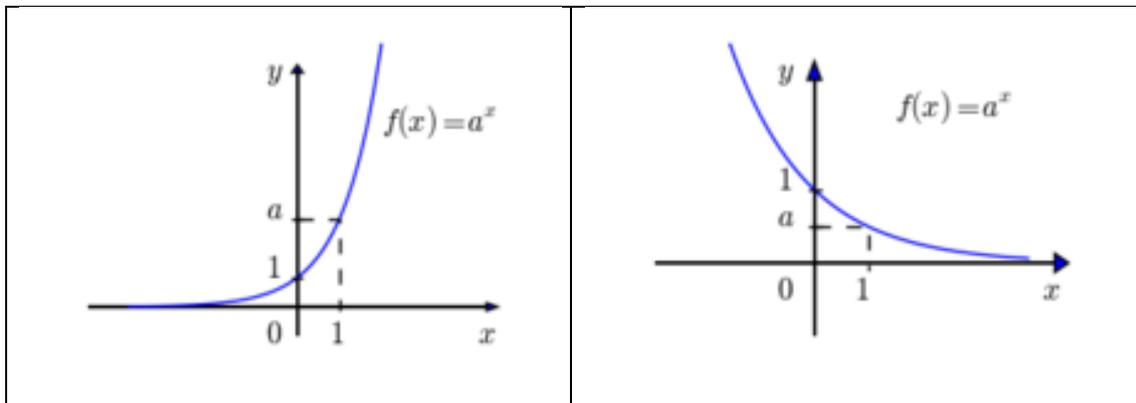
Diante da agravante situação causada pela pandemia de covid-19, vamos entender um pouco mais sobre os números e funções por trás desse processo perseguido pelas autoridades de saúde no planeta. Primeiro verifica-se como funciona a matemática do “achatamento da curva” do Sars-Cov-2.

ACHATAMENTO DA CURVA.

O termo “achatar a curva” significa reduzir ao máximo a taxa de transmissão do vírus na esperança que o número de casos ativos que necessitam de hospitalização não supere o número de leitos disponíveis, podendo assim minimizar o número de mortes.

A matemática pode mostrar como se comporta o gráfico de contágio nessa situação, como analisou a revista *Wired*. Portanto, é importante entender o que é uma função exponencial. A função denominada como exponencial possui relação de dependência e sua principal característica é que a parte variável representada por x se encontra no expoente.

Uma função pode ser representada através de um gráfico, e no caso da exponencial, temos duas situações: $a > 1$ e $0 < a < 1$. Observe como os gráficos são constituídos respeitando as condições propostas:



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Fun%C3%A7%C3%A3o_exponencial [4].

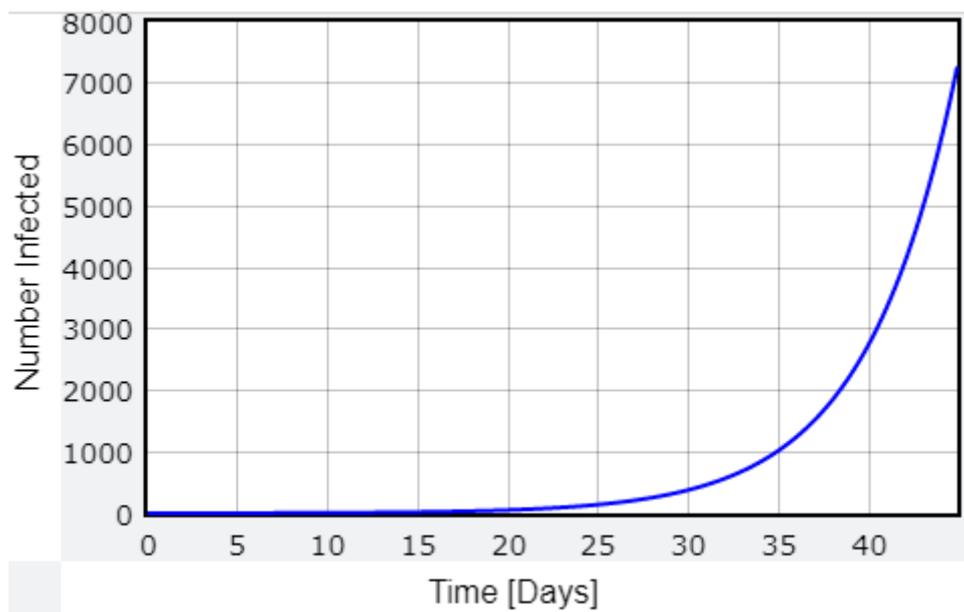
onde $a \in R$ e é chamada de base da função [1].

No caso do novo coronavírus (Sars-Cov-2), a estimativa é que cada pessoa contaminada transmita a doença para duas ou três pessoas, segundo estudos realizados pelo Ministério da Saúde. Por exemplo, supondo que a primeira pessoa infectada transmita o vírus para duas pessoas após três dias, assim serão três casos; essas duas novas pessoas infectadas contaminarão outras quatro, obtendo um total de sete pessoas infectadas. As quatro últimas pessoas infectadas passarão a doença para oito pessoas, resultando agora um total

de 15 pessoas infectadas. As oito novas contaminarão 16 pessoas, e assim por diante. A curva começa a acelerar, de modo que num prazo de 40 dias serão 16.000 casos confirmados. Incluindo um multiplicador de taxa de infecção, a situação pode ser retratada pela seguinte equação

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = aN$$

Em que ΔN é a variação do número total de casos, Δt é a variação do tempo, N o número total de casos e a representa o fator de proporcionalidade, ou seja, taxa de infecção. Dessa forma, se considerarmos um percentual de infecção diária de 20%, uma cidade com 10.000 habitantes contaminará mais de 7.000 pessoas em 45 dias, supondo apenas 1 caso registrado no dia zero. Situação que pode ser observada no gráfico abaixo.



Fonte: <https://olhardigital.com.br/coronavirus/noticia/como-funciona-a-matematica-do-achamento-da-curva-do-coronavirus/98510> [3].

OBS: No ritmo de contaminação apresentado no gráfico, em 50 dias todas as pessoas da cidade estariam infectadas. No entanto, é óbvio que esse ritmo não se mantém, isto é, o ritmo de contágio diminui, pois o sistema de saúde começa a agir, as pessoas começam a se isolar e a transmissão diminui. Foi o que aconteceu na China, ao invés do número de contaminados subir, estabilizou-se entre os 80 e 90 mil. Esse efeito pode ser representado pela função logística, dada pela expressão

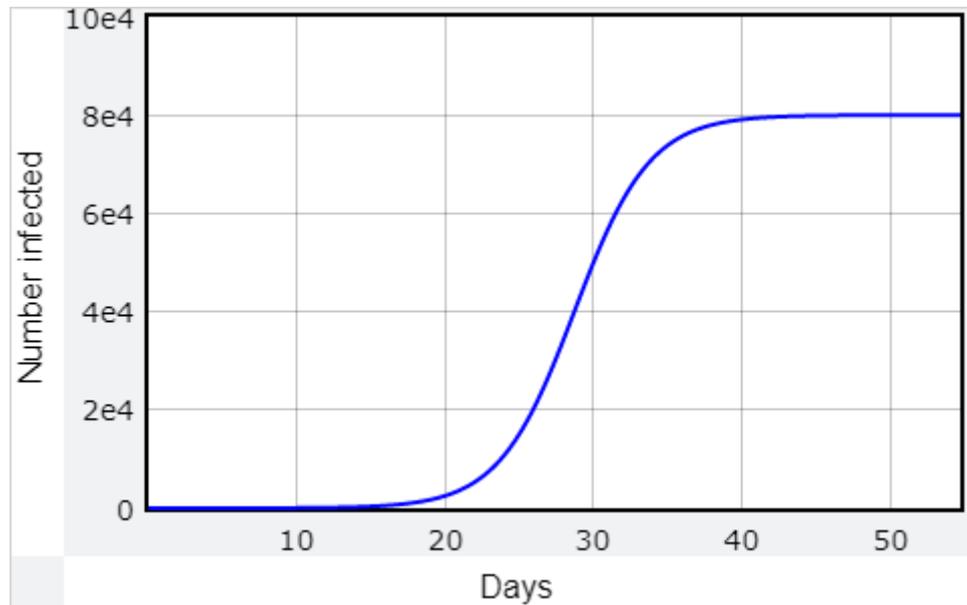
$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = a \left(1 - \frac{N}{N_{max}} \right) N$$

onde, N_{max} seria o número máximo de pessoas de uma população que podem ser infectados [2]. Assim, utilizando a função logística com essa estrutura, o fator “a” se reduz

Grupo de Estudo de Evidências Científicas em COVID-19 – UEM

Composto por Profissionais da Universidade Estadual de Maringá e Outras Instituições de Ensino do Estado do Paraná

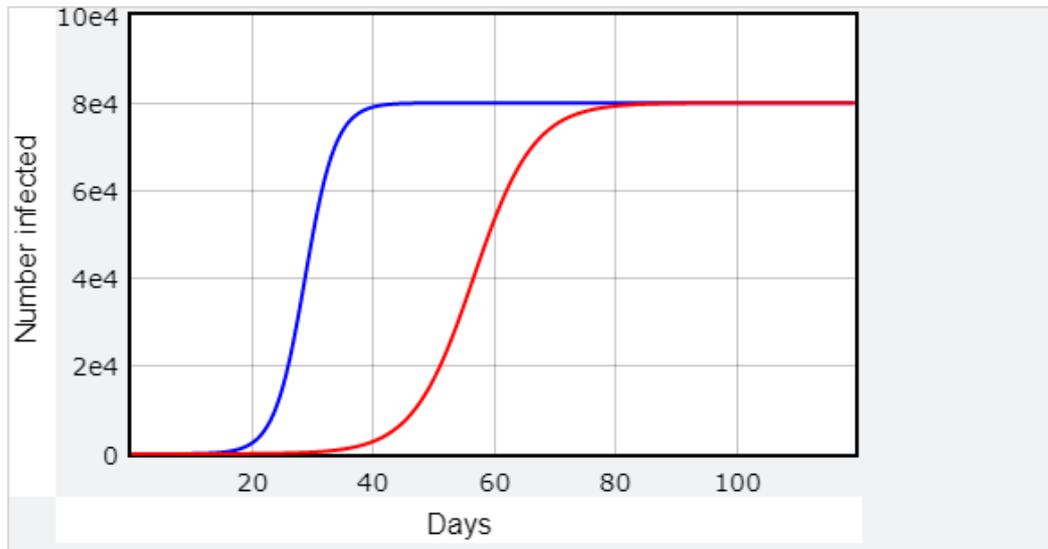
a cada dia conforme o número de infectados se aproxima do máximo até não haver mais contágio. Contudo, para representar essa situação graficamente, considerou-se a circunstância muito parecida com o que foi visto na China. Para esse cálculo foi considerado uma taxa de infecção de 39,4% e uma população total de 80.000 pessoas.



Fonte: <https://olhardigital.com.br/coronavirus/noticia/como-funciona-a-matematica-do-achatamento-da-curva-do-coronavirus/98510> [3].

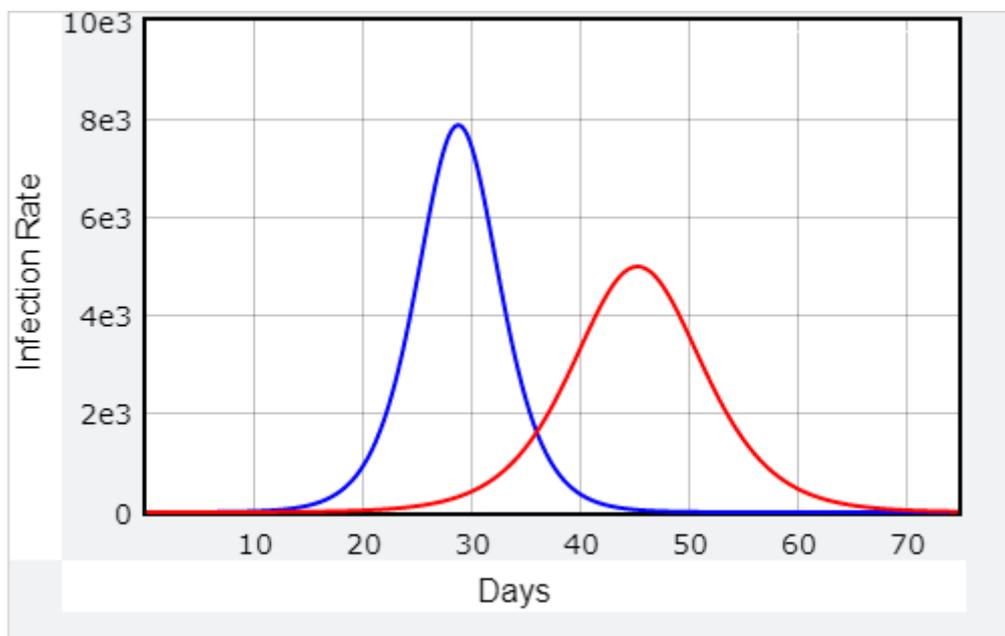
Ajustando o valor de “a” para baixo, reduzindo o quão contagiosa é a doença (resultados de contenção), é possível verificar que o período de tempo para que o vírus atinja o máximo de contaminação é maior, isto é, menos pessoas estão ficando doente simultaneamente, evitando uma sobrecarga no sistema de saúde.

Refazendo os cálculos do gráfico anterior, porém, reduzindo a taxa de infecção de 39,4% para 25%, é possível notar que o número de pessoas afetadas será o mesmo, porém com um tempo maior para atingi-lo. Por exemplo, se conseguirmos reduzir a taxa de contaminação total da população para 25%, o que levaria 40 dias, passará para 80 dias [3].



Fonte: <https://olhardigital.com.br/coronavirus/noticia/como-funciona-a-matematica-do-achatamento-da-curva-do-coronavirus/98510> [3].

Deve-se fazer uma observação que o gráfico acima representa o total de infectados na história da doença. Não levando em consideração o número de curados ou mortes, o significa que o gráfico não diminuirá ao longo do tempo. Portanto, é possível observar o que acontece quando se coloca no gráfico o ritmo de novas infecções com o tempo (tomando as devidas precauções).



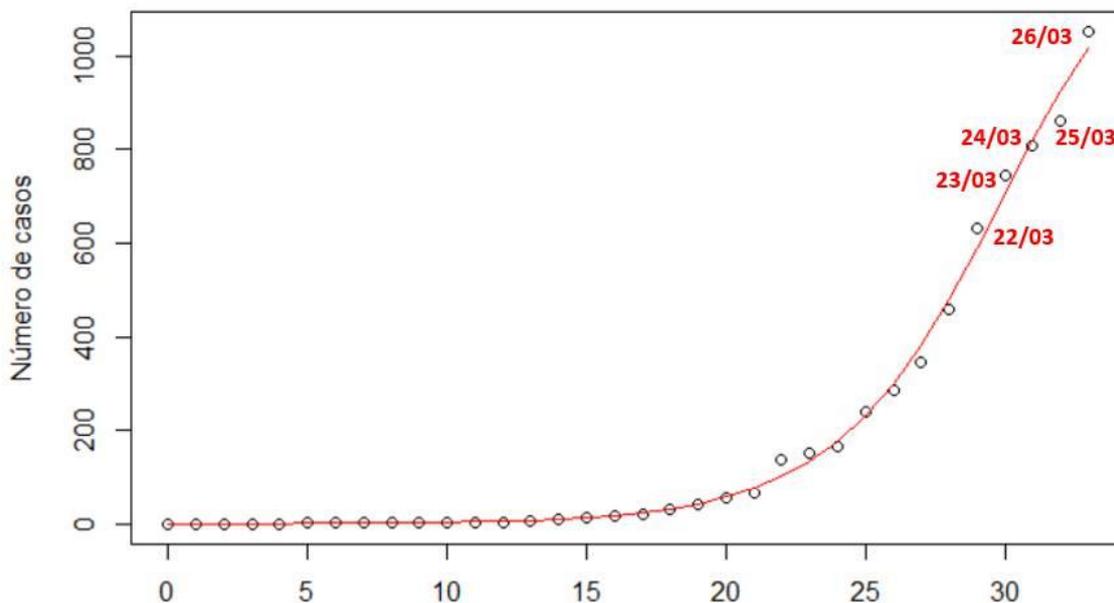
Fonte: <https://olhardigital.com.br/coronavirus/noticia/como-funciona-a-matematica-do-achatamento-da-curva-do-coronavirus/98510> [3].

Mantendo os parâmetros anteriores, ou seja, as taxas de infecção de 39,4% e 25%, é fácil verificar no gráfico acima que, a curva azul, no seu auge, apresenta muito mais pessoas infectadas do que a curva vermelha, mesmo que o número total de pessoas infectadas seja o mesmo após um tempo. É isso que os pesquisadores chamam de “achatamento de curva” [3].

Cuidado com a interpretação:

O Professor Edson Zangiacomi Martinez da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP – USP) apresentou uma nota contrapondo uma divulgação da mídia do dia 25/03, onde a mesma difundiu a notícia em que a curva do corona para o Estado de São Paulo está “achatando”, o que implicaria na diminuição dos casos da doença. Portanto, Edson afirma que houve um erro de interpretação de dados estatísticos, ou seja, a curva contínua crescendo como se pode observar na figura abaixo apresentada pelo Professor Edson que nos dá a interpretação dessa situação. Segundo o professor “a "ilusão" do achatamento se deu ao observarem uma curva como essa da figura a seguir sem considerar o último ponto (dia 26/03). Os pontos correspondentes aos dias 23/03 a 25/03 pareciam sugerir que a curva estava "perdendo força". Entretanto, se ajustássemos uma curva exponencial somente com os dados anteriores a 22/03, o ponto de 25/03 estaria exatamente no "rumo" da exponencial. A "prova" do que eu estou falando se dá acrescentando na figura o ponto relativo ao dia 26/03 (após a divulgação da mídia), que deixa claro que a curva, por enquanto, só cresce. Se isso que a mídia andou dizendo fosse verdade, o ponto do dia 26/03 estaria bem mais abaixo, seguindo a mesma tendência dos três anteriores. A curva vermelha vem de um ajuste matemático chamado "modelo de Richards", que é usual em modelagens de epidemias”.

Estado de São Paulo



Maringá, 31/03/2020, 20:00h

REFERÊNCIAS

1. Stewart, James (2013). Cálculo – vol 1. 7 ed. [SI]: Cengage. ISBN:978-8522112586.
2. Berger RD (1981) Comparison of the Gompertz and Logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology* 71:716-719.
3. <https://olhardigital.com.br/coronavirus/noticia/como-funciona-a-matematica-do-achatamento-da-curva-do-coronavirus/98510>.
4. https://pt.wikipedia.org/wiki/Fun%C3%A7%C3%A3o_exponencial