

## A teoria da dinâmica de populações e a pandemia

Raissa Maria Mattos Gonçalves<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Docente da área de Ciências Biológicas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Câmpus Avaré

Este texto foi inspirado em um texto publicado no blog “Mais um blog de ecologia e estatística”, escrito por Pavel Dodonov: <https://anothercoblog.wordpress.com/2020/03/19/dinamica-de-populacoes-crescimento-exponencial-e-coronavirus/>.

Além disso, a fundamentação teórica do ponto de vista ecológico está de acordo com Ricklefs em “A Economia da Natureza”, mais especificamente em sua sétima edição (2016).

Os dados atuais mundiais sobre a COVID-19 foram obtidos no site da “Our World in Data”, e podem ser consultados através do link: <https://ourworldindata.org/coronavirus>.

Como tem sido mostrado frequentemente através da mídia e dos sites e blogs de divulgação científica, a pandemia é um evento que pode e deve ser encarado de forma multidisciplinar. É isso que permite a sua compreensão por um maior número de pessoas, e é isso que possibilita a tomada de decisões parcimoniosas e de mínimo impacto (dentro do possível) em diferentes áreas. Portanto, podemos encontrar várias interseções entre esse assunto e as disciplinas do curso de Engenharia de Biosistemas. O objetivo desse texto é relacionar a pandemia do COVID-19 com alguns pontos teóricos da disciplina de ecologia do curso de engenharia de Biosistemas.

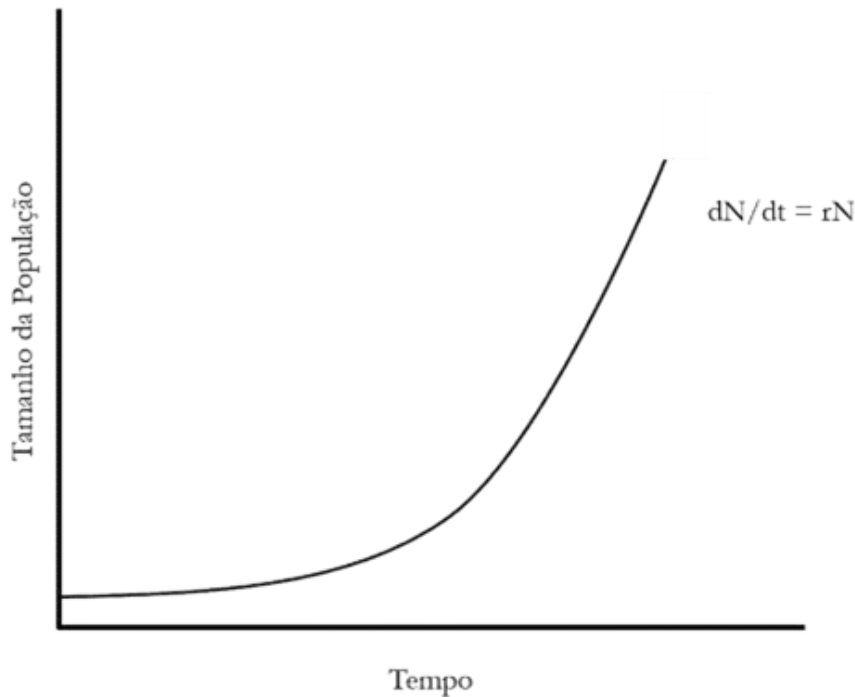
A expectativa é de facilitar o entendimento de alguns aspectos da pandemia através de uma visão da teoria ecológica, ou o contrário, facilitar o entendimento da ecologia por meio de um exemplo prático, atual e de grande relevância.

Inicialmente é preciso deixar claro que quando falamos de COVID-19 estamos nos referindo à doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, um tipo de coronavírus que infectava, originalmente, animais silvestres e passou a infectar humanos. Essas informações podem ser encontradas no artigo publicado na edição de abril da Revista Nature Medicine que pode ser acessado pelo link: <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0820-9.pdf>. É, portanto, um patógeno novo para a espécie humana, para o qual ainda não há vacina e nem um tratamento específico.

Como mencionado anteriormente, a ecologia é uma ciência que possui muitas conexões com a presente pandemia, desde sua origem, relacionada ao desequilíbrio das relações da espécie humana com a natureza, até as projeções do futuro pós pandemia. Aqui vamos tratar especificamente de uma analogia entre a transmissão do vírus e sua disseminação pelo planeta, e a teoria de dinâmica de populações.

Em ecologia, tratamos de dois tipos de crescimento populacional, o crescimento exponencial e o logístico. O crescimento exponencial ocorre quando uma população se encontra em condições ótimas de crescimento, com recursos ilimitados, o que resulta em uma taxa

reprodutiva per capita máxima e uma mortalidade mínima. Nessa situação, a taxa de crescimento intrínseco ( $r$ ) é máxima. O modelo de crescimento exponencial está ilustrado na Figura 1, em que  $dN/dt$  representa a mudança no tamanho da população por unidade de tempo ( $t$ );  $r$  representa a taxa de crescimento intrínseco; e  $N$  é o tamanho da população.



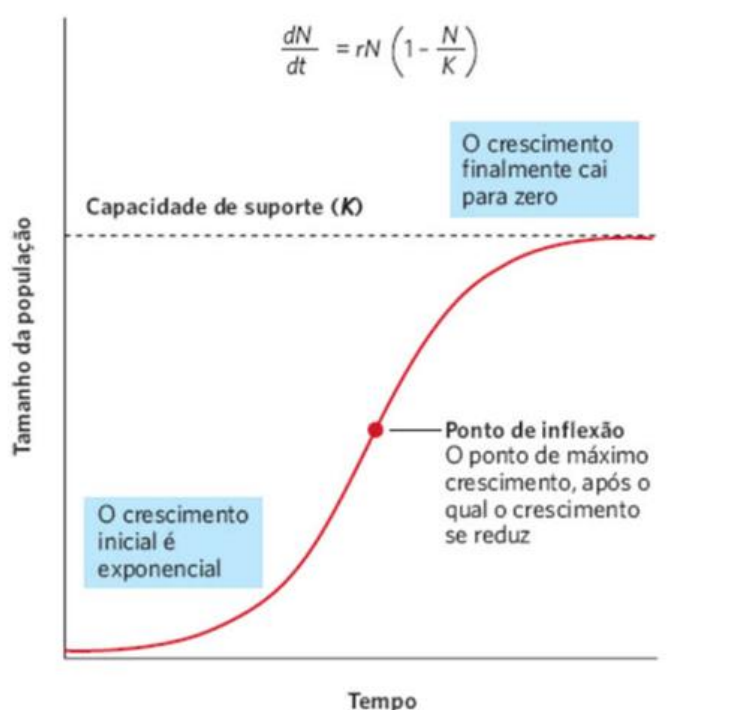
**Figura 1: Modelo de crescimento populacional exponencial.**

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Podemos a partir desse modelo compreender que o tamanho da população em qualquer instante depende da sua taxa de crescimento intrínseco e do tamanho da população naquele instante. Assim, em condições ótimas, quanto maior o tamanho da população  $N$ , mais ela cresce.

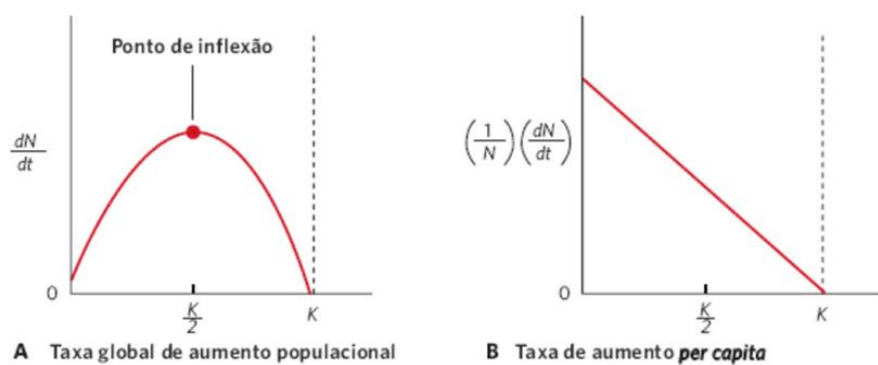
As populações em crescimento, em algum momento, **encontram limites ambientais que causam a redução na taxa de crescimento**. Com base nisso, construído sobre o modelo de crescimento exponencial, está o modelo de crescimento logístico. Nesse modelo, a população em crescimento encontra a **capacidade de suporte do meio**,  $K$ . O modelo de crescimento logístico está representado na Figura 2.

A partir do modelo logístico podemos compreender que quando o número de indivíduos na população é muito inferior à capacidade de suporte,  $N/K$  se aproxima de zero, e o crescimento se aproxima do exponencial. Por outro lado, quando o tamanho populacional se aproxima da capacidade suporte do meio,  $N/K$  é próximo de 1, e a taxa de crescimento se aproxima de zero.



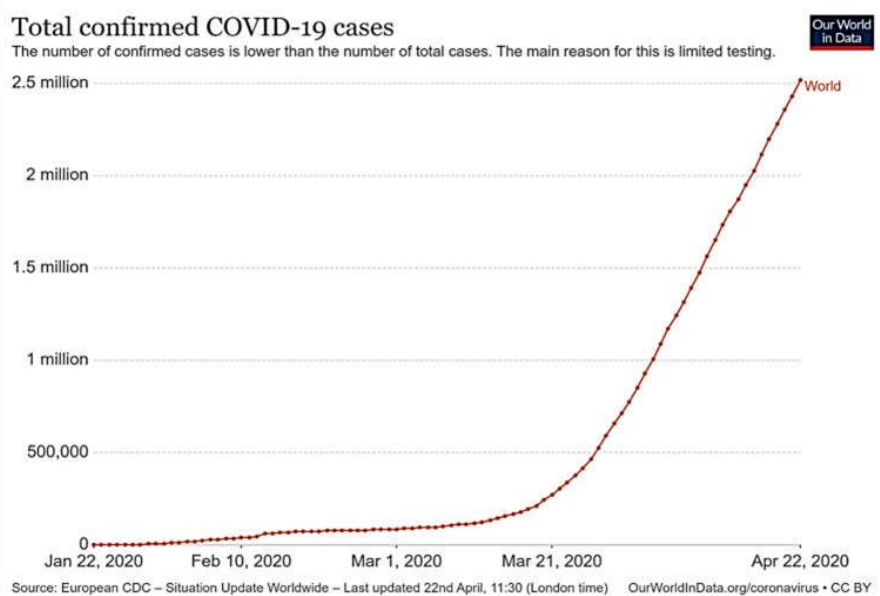
**Figura 2: Modelo de crescimento populacional logístico.**  
Fonte: Ricklefs (2016).

Podemos ainda aproveitar a oportunidade e compreender melhor o que ocorre quando o tamanho populacional chega no ponto de inflexão. Como mostrado na Figura 2, esse é o ponto a partir do qual a taxa de crescimento populacional começa a ser reduzida. Neste caso, a população ainda está em crescimento, mas a uma taxa gradativamente menor. A Figura 3 nos ajuda a compreender isso.



**Figura 3: Efeito do tamanho da população sobre a taxa de crescimento global (A) e sobre a taxa de crescimento per capita (B).**  
Fonte: Ricklefs (2016).

Vamos buscar agora compreender um pouco do que está acontecendo em relação à pandemia da COVID-19 sob a ótica da dinâmica de populações, considerando que atualmente a pandemia apresenta o crescimento exponencial, como pode ser observado na Figura 4.

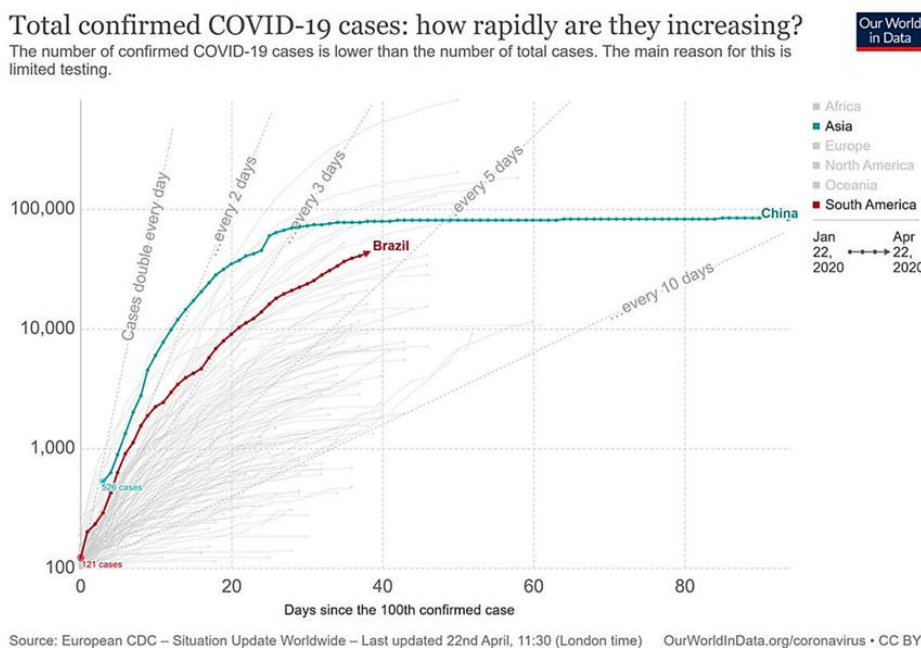


**Figura 4: Número total de casos confirmados de COVID-19 no mundo.**  
Fonte: Our World in Data (2020).

A partir disso, vamos considerar o N populacional como sendo os indivíduos infectados, ou seja, aqueles que são capazes de transmitir o vírus. Nesse caso a expressão  $dN/dt$  representa o aumento no número de pessoas infectadas. E o r? Para o r, existe uma taxa análoga que é o  $R_0$ .

O  $R_0$  representa o número médio de pessoas que cada indivíduo infectado é capaz de contaminar. Como mencionado anteriormente, o crescimento exponencial é observado em casos em que os recursos são ilimitados, ou na fase inicial do crescimento logístico. Sabemos que o recurso do vírus SARS-CoV-2 não é ilimitado, esse recurso corresponde ao número de pessoas que ainda podem ser infectadas. Entretanto, provavelmente, estamos longe da capacidade suporte do meio, considerando que a população mundial tem aproximadamente 7,8 bilhões de habitantes, e o total de, aproximadamente, 2 milhões 343 mil pessoas entre casos ativos e recuperados e, portanto, possivelmente imunes (0,03% da população mundial). Consideremos agora que a infecção por SAR-CoV-2 leva a três possibilidades: (1) ser portador do vírus assintomático; (2) desenvolver a doença e ser curado; (3) desenvolver a doença e falecer. Vamos observar a pandemia com base no modelo de crescimento logístico. As pessoas mencionadas em (1) e (2) se poderiam se tornar imunes ao vírus. Então, assim, a disponibilidade de recursos para o vírus vai se reduzindo à medida que ele se espalha, ou seja, aproximando-se da capacidade suporte.

Por esse motivo, podemos compreender que a taxa de aumento do número de pessoas infectadas depende do número de portadores do vírus e, também, do número de pessoas suscetíveis ao vírus. Excluimos dessa conta, gradativamente, o número de pessoas que se tornam imunes e observamos a redução da disponibilidade de recurso para o vírus. Assim, podemos supor que à medida que o vírus se alastra, ele tende ao crescimento logístico. Para ilustrar essa tendência, coloquei aqui um gráfico comparativo do número de novas pessoas infectadas por dia no Brasil e na China (Figura 5), sendo este último o país que lida com o SARS-CoV-2 há mais tempo.



**Figura 5: Número de casos de COVID-19 confirmados por país. Evidenciados os dados de Brasil e China**

Fonte: Our World in Data (2020).

Por fim, é importante reforçar que, infelizmente, não podemos esperar que essa estabilização ocorra naturalmente, sem a nossa interferência e esforço, e certamente a estabilização observada na China não é algo natural, mas fruto das medidas adotadas para a redução da taxa de contaminação. Isso porque, muitas pessoas doentes simultaneamente colocam o sistema de saúde de qualquer país, por mais desenvolvido que seja, em colapso. Portanto, as medidas tomadas pelos governantes, orientados pelo OMS, buscam o famoso “achamento da curva”, que significa frear o espalhamento do vírus e permitir que os sistemas de saúde se organizem.

Podemos, assim, interpretar que o isolamento e distanciamento social de parte da população induzem a uma falsa redução no número de possíveis novos hospedeiros para o vírus, fazendo com que o vírus bata em uma capacidade suporte que nós, como meio, estamos criando para ele.