



## VÍRUS, SELEÇÃO NATURAL E PANDEMIAS

### VIRUSES, NATURAL SELECTION AND PANDEMICS

Rodrigo Ferraz Ramos <sup>1</sup>  
Lisiane Sobucki <sup>2</sup>

**Manuscrito recebido em:** 10 de dezembro de 2020.

**Aprovado em:** 09 de agosto de 2021.

**Publicado em:** 10 de agosto de 2021.

#### Resumo

O presente trabalho é uma resenha da obra “Como os vírus e as pandemias evoluem” dos autores José Lopes e Pirula publicado em 2020. Os vírus são partículas autorreplicantes cujo objetivo único é a multiplicação. O sucesso evolutivo de um vírus depende das interações com o ambiente e seus hospedeiros. A seleção natural é a força motriz que seleciona as mutações que contribuem para o aumento do sucesso reprodutivo dos vírions. O contato moderadamente íntimo entre espécies pode criar um ambiente favorável para que um vírus facilmente mutável salte de um hospedeiro a outro. O avanço humano sobre áreas nativas e o uso da biodiversidade desconhecida para alimentação é um caminho perigoso que poderá nos levar a futuras epidemias e pandemias. Para evitarmos esse cenário é necessário intensificarmos os esforços para mapear a biodiversidade da vida e compreender suas interações ecológicas.

**Palavras-chave:** Replicação do DNA; Biodiversidade; Evolução biológica; Vírion.

#### Abstract

This work is a review of the book “Como os vírus e as pandemias evoluem” by the authors José Lopes and Pirula published in 2020. Viruses are self-replicating particles whose sole purpose is multiplication itself. The evolutionary success of viruses depends on their interactions with the environment and its hosts. Natural selection is the driving force that selects mutations that contribute to the increase in the reproductive success of virions. Moderately close contact between species might create a favorable environment for that an easily mutable virus to jump from host to host. Human advancement over native areas and the use of unknown biodiversity for food can be a dangerous path, being able to lead us to future epidemics and pandemics. To avoid this scenario, it will be necessary to intensify efforts to map the biodiversity of life and understand its ecological interactions.

**Keywords:** DNA Replication; Biodiversity; Biological evolution; Virion.

---

<sup>1</sup> Mestre em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6414-376X>

E-mail: [rodrigoferrazramos@gmail.com](mailto:rodrigoferrazramos@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutoranda e Mestra em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1786-1048>

E-mail: [lisiane\\_sobucki@hotmail.com](mailto:lisiane_sobucki@hotmail.com)



## CONTEXTO

Como um vírus que infectava populações de morcegos no sudeste asiático “transformou-se” em um vírus causador de uma doença respiratória responsável pela morte de milhões de indivíduos de nossa espécie, *Homo sapiens*, em todo o mundo? Para aqueles com tendências a acreditar em teorias da conspiração a resposta é uma meticulosa tentativa da China Continental em desestabilizar o mercado internacional. Para estes, os cientistas chineses criaram o coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2) com o objetivo de desestabilizar as nações e colocar em prática um terrível e desconhecido plano comunista para dominar o mercado mundial.

Perceberam como essa história supracitada se parece com um roteiro de um filme de apocalipse moderno? Pois bem, essa história para explicar o surgimento da pandemia de Covid-19 seria no máximo um roteiro clichê para um filme de ficção científica xenófobo. Não mais do que isso. Mas então, qual a verdadeira história que se resguarda detrás dessa incógnita? A resposta mais coerente e factual está na história da evolução, em especial, na história da evolução dos vírus e pandemias. Justamente essa é questão discutida no recente livro intitulado “Como os vírus e as pandemias evoluem”. Nesta resenha apresentaremos e discutiremos os principais tópicos abordados na obra. Alguns tópicos, como a origem dos vírus, apesar de serem discutidos brevemente no livro, aqui ganharam um destaque maior para familiarizar os leitores ao assunto.

O livro é fruto da colaboração do biólogo e fenômeno do Youtube, Pirula (Paulo Miranda Nascimento), e do jornalista, blogueiro e colunista Reinaldo José Lopes. Pirula é paleontólogo, zoólogo e conhecido pelos seus vídeos sobre ciência na plataforma do Youtube, enquanto Reinaldo Lopes é um conhecido jornalista e autor de outras obras de divulgação científica. A obra foi publicada no formato e-book e está disponível gratuitamente em formato Kindle<sup>3</sup>. Apesar de ser um livro de poucas páginas e que deixa uma sensação de “quero mais” ao leitor, o conteúdo apresentado

---

<sup>3</sup> E-book disponível em: <http://www.amazon.com.br/v%C3%ADrus-pandemias-evoluem-Reinaldo-Lopes-ebook/dp/B088KVMNL5>



é certamente um guia rápido e completo para todos aqueles que buscam compreender como alguns vírus, que por muito tempo eram desconhecidos para as populações humanas, tornam-se rapidamente parasitas microscópicos que colocam em risco a vida de milhões de pessoas. E qual é a ferramenta capaz de nós ajudar a compreender esse fenômeno? Os autores já no início da obra deixam claro a sua posição: “[...] a teoria da evolução está entre as chaves mais importantes para compreender tanto o novo coronavírus quanto antigas e futuras ameaças infecciosas à saúde dos seres humanos” (Lopes & Pirula, 2020).

## O VÍRUS E A SELEÇÃO NATURAL

Os autores iniciam a obra explicado como os vírus, bem como os organismos vivos, atuam sob a lógica da seleção natural. Sabemos que para que ocorra a seleção natural é necessário que a) a informação genética para construir um organismo seja hereditária, ou seja, as características de um indivíduo sejam transmitidas de pai/mãe pra filhos e assim de geração em geração; b) que ocorra variabilidade nas informações hereditárias, promovendo assim características diferentes entre populações, e c) a variação hereditária seja “filtrada” para tornar algumas características mais comuns que outras. Mas o que faz com que uma característica seja selecionada e torne-se ao longo do tempo mais comum entre os membros de uma população? Ora, os autores são diretos e objetivo na resposta: “ganha o jogo quem tem algo que lhe permita ter mais filhos que os outros (Ibid 2020)”. Se uma característica aumenta o sucesso reprodutivo do seu detentor, essa característica se tornará mais comum na população.

Essa lógica supracitada aplica-se bem aos seres vivos que se reproduzem. Mas e os vírus? Essas partículas microscópicas não são formadas por células ou organelas. Conforme descrevem os autores, “os vírus são basicamente um pedaço de material genético (DNA ou RNA) envolto em uma capa formada por proteínas e, às vezes, por cima dessa capa, um “envelope” de lipídios (moléculas de gordura) (Ibid 2020)”. Essas partículas são tão “simples” que não possuem um metabolismo próprio, dependendo totalmente de células hospedeiras para se multiplicar. Por isso, os vírus são obrigatoriamente parasitas intracelulares e fora das células de seus hospedeiros são partículas inertes.



Assim, quando entram em contato com potenciais hospedeiros, essas partículas virais podem adentrar as células e se multiplicarem. O processo não é tão complicado como se imagina. Basta ocorrer o contato da partícula viral com seu hospedeiro e, em seguida, alguma molécula específica na superfície do vírus (receptor terminal da proteína S, no caso do Covid-19) se conectar com um receptor compatível presente na membrana da célula de seu hospedeiro (receptor ACE2 ou enzima conversora de angiotensina 2, no caso do Covid-19). A partir desse momento o vírus “sequestra” a célula e faz única coisa que sabe fazer: reproduzir, reproduzir, reproduzir *ad infinitum*.

Depois da invasão, o passo mais importante é fazer com que o maquinário da célula infectada passe a usar o material genético viral [...] para produzir, em massa, as moléculas que são os componentes externos e internos dos vírions (proteínas e lipídios, por exemplo, além de mais material genético, é claro) (Ibid 2020).

O mais fantástico dessa atuação macabra dos vírus é que após as células construírem as substâncias que constituem as partes do vírions, essas partes montam-se sozinhas, unicamente com base nas suas características químicas. Como os autores engenhosamente brincam: “as partículas virais são uma espécie de Lego automontável (Ibid 2020)”. Assim, os vírus são uma particularidade da natureza. Mas como surgiram os vírus? Há ao menos três hipóteses para responder essa questão. A primeira, destaca que “os vírus não passariam de material genético que “escapou” de genomas de seres vivos de verdade e passou a se multiplicar de forma parasitária, saltando de cromossomo e de célula para célula (Ibid 2020)”. De fato, algo semelhante a esse pula-pula ocorre em células eucarióticas através dos retrotransposons (uma subclasse de transposões caracterizados por se movimentam no genoma e muito abundante em plantas), que são elementos genéticos que amplificam a si mesmo no genoma. Não é difícil imaginar um “ancestral retrotransposon” adquirir uma capa proteica protetora e sair pulando de célula em célula.

Uma segunda hipótese defende que os vírus surgiram a partir da simplificação estrutural de parasitas ancestrais que eram células. Ou seja, esses parasitas evoluíram simplificando a sua bioquímica básica, dispensando a sua estrutura celular. Apesar de causar estranhamento a ideia de a simplificação ser um caminho evolutivo real, uma vez que muitos – em especial os defensores do Designer Inteligente



– defendem inapropriadamente que esse processo seria uma “involução”, o abandono de determinadas estruturas e simplificação da sua fisiologia é um processo conhecido. Isso pode ser compreendido através da troca compensatória, como ocorreu com os ancestrais dos cestóides (tênia e solitárias) que perderam do trato digestivo ao longo da evolução (Ramos & Betemps, 2019).

Essa simplificação das estruturas das tênia, perdendo não só o trato digestivo como até mesmo a cabeça (literalmente tênia não tem cabeça), foi compensada pela absorção direta de compostos nutritivos já processados pelo hospedeiro diretamente pela superfície corporal (Boeger, 2009). Se isso é possível com vermes parasitas, bem como também é conhecido esse processo para protozoários, “não há motivo para crer que uma bactéria parasita não possa ter sua conformação simplificada a tal ponto de se transformar em mero material genético com uma capinha (Ibid 2020)”. Mas há também uma terceira hipótese, como destacam os autores: “os vírus estão por aí desde os primórdios da vida na Terra, tendo evoluído em paralelo com as células mais primitivas, aprendendo a parasitá-las com eficiência crescente ao longo do tempo (Ibid 2020)”. E isso faz sentido, principalmente quando pensamos que “células são complexas demais para terem nascido ‘prontas’ (Ibid 2020)”.

## **A NATUREZA MUTÁVEL DOS VÍRUS E SUAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS**

Conhecer as hipóteses sobre as origens dos vírus é importante na perspectiva das ciências naturais. Mas na perspectiva das ciências médicas e ciências sociais, preocupadas com os fenômenos epidemiológicos, tão mais importante saber as origens dessas partículas parasitas é conhecer a natureza, as relações ecológicas e a ação da seleção natural como força motriz para a evolução dos vírus. E justamente este é o maior foco do livro. Para compreender os vírus, precisamos imaginar que essas partículas querem se multiplicar a todo custo. Um excelente modo de compreender os “objetivos ocultos” dos vírions – e não abordada no livro – é através da teoria do gene egoísta (Dawkins, 2007). Na perspectiva do gene egoísta todo e qualquer organismo é uma máquina de sobrevivência dos genes. O objetivo dos genes é a auto-replicação e a espécie no qual o gene habita é a máquina perfeita de perpetuar-se. Para isso, os genes cooperam entre si. No fundo um organismo



é uma máquina de cooperação de genes que querem a auto-replicação *ad infinitum*. Nesse sentido, os vírions são os menores organismos onde suas estratégias de multiplicação podem ser analisadas a luz do gene egoísta, uma vez que, os vírus são literalmente uma máquina de auto-replicação.

Contudo, os vírus necessitam sabotar a bioquímica de seus hospedeiros a seu favor para poder se auto-replicar. Isso faz com que o sucesso evolutivo dos vírus esteja relacionando com “o contexto ambiental no qual o vírus e o hospedeiro estão inseridos (Ibid 2020)”. O ambiente possui um papel importante na capacidade de disseminação e nas pressões de seleção que os vírus e seus hospedeiros são submetidos. Nesse sentido, podemos imaginar dois cenários hipotéticos: a) uma grande população espalhada em um vasto território sob elevada densidade demográfica e com livre circulação e contato entre os indivíduos (cenário semelhante ao que acontece hoje em grandes cidades); b) uma pequena população espalhada em diferentes territórios e de contato remoto (cenário semelhante ao modo de vida dos humanos nômades caçadores-coletores do Paleolítico Superior). Em qual dos ambientes seria mais fácil um vírus se espalhar e encontrar hospedeiros? Quais estratégias um vírus deveria possuir para ter sucesso dentro de populações pequenas e dispersas?

O primeiro cenário supracitado certamente seria muito mais favorável para a propagação de um vírus na população, principalmente se for um vírus que se espalha pelo ar. Sintomas como espirros e tosse podem espalhar facilmente partículas virais no ambiente, e quanto mais indivíduos estiverem compartilhando o mesmo local e circulando pelo território, tão mais fácil será a capacidade de disseminação do vírus. Nesse cenário o vírus pode-se dar ao luxo de ser letal e de rápida multiplicação, uma vez que há diversos hospedeiros potenciais. Contudo, no segundo cenário, se o vírus for letal e de rápida multiplicação poderá levar ao extermínio da população e, conseqüentemente, ao exício do próprio vírus. Assim, diferentes estratégias de multiplicação são selecionadas para diferentes ambientes onde os vírus e os hospedeiros estão inseridos.

Mas afinal, a seleção natural não deveria selecionar características que aumentassem a aptidão de defesa dos indivíduos contra ameaças biológicas e assim reduzir paulatinamente o potencial de contágio dos vírus? Sim, e é isso o que



acontece. No entanto, os vírus também evoluem e adquirem estratégias para driblar o sistema imunológico de seus hospedeiros. Ainda, os vírus são partículas facilmente mutáveis, uma vez que não possuem o sistema de verificação e reparação do DNA. Logo, os vírus adquirem mutações frequentemente. A maioria das mutações são neutras, não apresentando qualquer vantagem ou desvantagem para o organismo. As mutações negativas acabam trazendo desvantagens e até mesmo extinguindo o organismo. Contudo, pode ocorrer mutações positivas, ou seja, mutações que atribuem alguma vantagem aos organismos que possuem a variante do gene mutante. Nesse momento a seleção natural faz o seu papel na seleção de variantes mais adaptadas.

Mas como um vírus salta de uma espécie para outra? Novamente é às mutações e a seleção natural das mutações que contribuam para o aumento do sucesso reprodutivo dos vírions. Os vírus possuem uma origem, ou seja, uma espécie na qual ele é originalmente parasita e não causa mais danos. Esses vírus podem pular de uma espécie para outra com um único evento de mutação, por exemplo, num gene que codifica uma proteína receptora na superfície do capsídeo viral tornando-o compatível com uma proteína receptora na superfície da célula hospedeira. E isso acontece porque existe um grau de proximidade entre espécies, garantido que o formato das moléculas terminais do vírion (ou partícula viral infecciosa constituída de DNA ou RNA) e do receptor da célula possam ser compatíveis. E basta haver algum contato relativamente íntimo entre espécies diferentes, como ocorre na interação entre presa e caçador, através do contato sanguíneo, ou pelo simples pastejo de bovinos em áreas que contém fezes contaminadas de outra espécie. E isso, é claro, foi intensificado pela “domesticação de animais e destruição de habitats (Ibid 2020)”.

## VÍRUS, BIODIVERSIDADE E SOCIEDADE

Afinal, qual a contribuição do *Homo sapiens* para o sucesso de um vírus ao nível de uma pandemia? A resposta para isso é relativamente simples. A sociedade humana evoluiu da caça, pesca e coleta para a domesticação de animais e intensificação de sistemas produtivos. Com isso, as pessoas passaram a conviver em espaços reduzidos juntamente com animais e plantas. Há muitos anos era



comum a criação de galinhas em galpões altos e com assoalho ripado e embaixo a criação de suínos. As fezes das aves, contendo parasitas, caem sobre o chão, que em seguida eram consumidas por suínos. Os suínos poderiam ser os próximos hospedeiros dos parasitas. Esses, em seguida, eram consumidos por seres humanos. Esses, por sua vez, podem ser o próximo potencial hospedeiro. Esse cenário ainda é comum em diversos países em desenvolvimento, incluindo algumas regiões do Brasil. Esse ciclo garante a possibilidade de um vírus facilmente mutável saltar de um hospedeiro a outro, e assim, garantir o sucesso evolutivo do vírus.

Além disso, nós humanos, estamos avançando sobre habitats bastante diversos. E vale lembrar que, “maior diversidade de vida inclui maior diversidade de vírus (Ibid 2020)”. O avanço das populações humanas sobre áreas nativas e o consumo de carne de animais silvestres como peixes, aves e pequenos roedores – situação que vem ocorrendo no Bioma Amazonas –, pode facilitar o contato humano com novos vírus e insetos vetores de doenças (Val, 2020). E isso não se aplica apenas ao consumo de morcegos na China, mas também ao consumo de carne de animais silvestres como tatu, capivara, lagarto, jacaré, peixes, pequenos roedores no Brasil. A mesma preocupação vale para o consumo de aves silvestres, prática comum em diversos lugares do mundo e que tem introduzido à espécie humana vários parasitas desconhecidos, que causam danos tanto em pequena quanto em grande escala. E muitos desses riscos ocultos podem ser evitados através do conhecimento e mapeamento da diversidade de vida em nosso planeta. Atualmente, sabemos que diversos biomas terrestres e aquáticos são megadiversos, possuindo incontáveis espécies que ainda nem se quer foram descritas e catalogadas, mas que já encontram-se em risco devido a exploração não planejada dos recursos naturais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, é necessário intensificarmos os esforços para mapear a biodiversidade da vida e compreender suas interações ecológicas. No Brasil, como ocorre no Bioma Amazonas, há uma grande biodiversidade desconhecida, com diversos vírus que parasitam animais silvestres, insetos e plantas, muitos dos quais são endêmicos. Há várias outras regiões no mundo que são *hotspot* de biodiversidade (áreas



com grande biodiversidade e ricas em espécies endêmicas) e que estão sofrendo pressões antrópicas. É necessário investimentos em ciência, educação e em políticas públicas voltadas à preservação e gestão da biodiversidade. Só assim poderemos estar preparados para as futuras ameaças que nos aguardam.

## REFERÊNCIAS

Boeger, W. A. (2009). O tapete de Penélope: o relacionamento entre as espécies e a evolução orgânica. Editora UNESP DIGITAL.

[https://www.amazon.com.br/dp/B01975UD3C/ref=dp-kindle-redirect?\\_encoding=UTF8&btkr=1](https://www.amazon.com.br/dp/B01975UD3C/ref=dp-kindle-redirect?_encoding=UTF8&btkr=1)

Dawkins, R. (2007). O gene egoísta (1ª). Companhia das Letras.

Lopes, R. J., & Pirula. (2020). Como os vírus e as pandemias evoluem. HarperCollins Brasil. <https://www.amazon.com.br/virus-pandemias-evoluem-Reinaldo-Lopes-ebook/dp/B088KVMNL5>

Ramos, R. F., & Betemps, D. L. (2019). A evolução orgânica: uma história de intimidade entre as espécies. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, 6(3), 157–162.

Val, A. L. (2020). Biodiversity – the hidden risks. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 92(1). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020200699>