

Zoonoses, florestas tropicais e o risco à biodiversidade: Tríade para prever novas doenças emergentes?



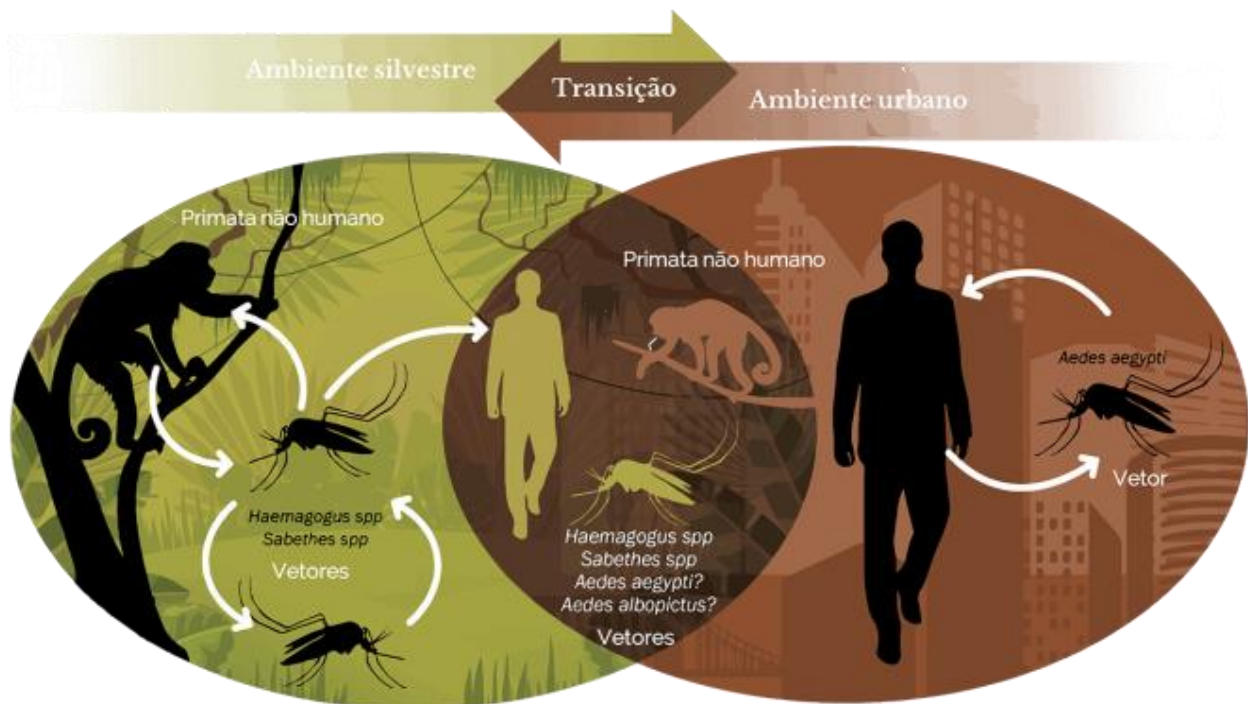
Ana Paula Lula Costa

Formada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá -UEM, Mestra em Ecologia e Conservação pela UFPR e doutoranda em Ecologia e Conservação também pela UFPR. Desde a graduação pesquisa as interações entre parasitos e peixes, abordando os temas: invasão biológica, metacomunidades e redes de interação.



Assim como essa versão da obra Enigma, de Henri Jules Ferdinand Bellery-Desfontaines, retrata além da nossa fragilidade diante das doenças, o desequilíbrio ambiental que não só provoca a extinção de espécies e a perda de serviços ecossistêmicos, mas também o aumento da chegada de novas epidemias. Imagem: Henri Jules Ferdinand Bellery-Desfontaines - Rawpixel

No curso da história da humanidade, as doenças causaram impactos cruciais e moldaram nosso relacionamento social e com o mundo. Não precisamos voltar muito no tempo para exemplificar os efeitos causados por doenças em nossa sociedade, já que estamos vivendo uma transformação social, devido à pandemia por COVID-19. Com isso, é importante destacar que a maioria das epidemias que assolaram a humanidade surge de doenças chamadas de zoonoses.



Dinâmica de transmissão de uma zoonose. Transmissão do vírus causador da Febre Amarela. Modificado de Possas et al. (2018). Imagem: David González

As zoonoses emergem devido à interação do ser humano com outros animais, sejam domésticos ou selvagens. Há consenso no meio científico que cerca de 70% das doenças humanas conhecidas hoje são zoonoses. Mas o que **doenças emergentes**¹ e

zoonoses têm a ver com as florestas tropicais e a perda de biodiversidade?

Primeiro vamos lembrar um pouco sobre as interações que podem ocorrer entre os seres vivos. Essas interações acontecem dentro de um determinado tempo e espaço e vão se moldando, neste contexto, por vários

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.

fatores, como processos ambientais, distribuição e abundância das espécies e disponibilidade de recursos (alimento, espaço, etc.). Dentre as relações possíveis entre os seres vivos e o ambiente, a interação parasito-hospedeiro está por trás das infecções que podem evoluir em doenças.

Os parasitos são seres vivos que precisam de outros seres (hospedeiros) para sobreviverem e se reproduzirem, usufruindo de algum recurso de seu hospedeiro. Os parasitos são classificados em dois principais grupos: os **microparasitos** (como vírus, bactérias e protozoários); e os **macroparasitos**, geralmente denominados “vermes” (como lombrigas e solitárias). Vejam que nem sempre o parasito é responsável por desencadear uma doença, mas todo patógeno (organismo causador de doenças) é um parasito. Então, o que faz a relação parasito-hospedeiro se transformar em uma doença, que pode

até levar o hospedeiro à morte? Se pensarmos bem, por que o parasito mataria seu hospedeiro se precisa dele para sobreviver?

As respostas para essas perguntas dependem de três outras questões: Qual a estratégia reprodutiva dessa espécie de parasito? Quais são os processos ambientais que regem a relação parasito-hospedeiro? Qual a relação **coevolutiva**² entre as espécies?

Parasitos podem ser classificados em aqueles que causam impactos negativos significativos no seu hospedeiro, ou aqueles que não causam, os quais muitas vezes passam despercebidos por nós. O grau de **patogenicidade**² e **virulência**³ de um parasito depende de uma relação complexa entre a estratégia de infecção e reprodução do patógeno versus a resposta imunológica do hospedeiro. Por exemplo, um parasito pode desencadear uma doença caso sua

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.

infecção leve à rápida morte de células/tecidos no hospedeiro. Em contra partida, outra espécie pode não causar tanto dano, mas estimular uma resposta imunológica (inflamatória) severa, que acaba por levar a uma série de alterações fisiológicas. Com o decorrer das gerações e com o processo de seleção natural, é atingido um equilíbrio entre ambas as forças atuantes, o que acarreta na diminuição dos impactos causados pelo parasito na população hospedeira.

Com isso, entramos no motivo de doenças emergentes constituírem um risco maior para a humanidade. Novas interações tendem a ser mais patogênicas porque ainda não foi atingido o equilíbrio pela seleção natural. Entretanto, devemos lembrar que uma interação entre organismos já conhecidos pode vir a se transformar em uma doença, caso haja algum desequilíbrio ambiental ou fisiológico. Por isso é importante sempre termos

uma ideia da construção histórico-evolutiva entre um parasito e seu hospedeiro, mas não podemos deixar de analisar o contexto ecológico e demográfico de cada interação.

Florestas tropicais e doenças emergentes:

Muitas florestas tropicais são consideradas como *hotspots* de biodiversidade, ou seja, são áreas importantes para o meio ambiente e para a humanidade por possuírem grande diversidade de espécies. No entanto, as Florestas Tropicais têm sido cada vez mais degradadas. Dentre as causas que levam ao desmatamento, a expansão do setor agropecuário é uma das principais. Basicamente, ao trocar uma floresta por uma monocultura, estamos trocando milhares de espécies, muitas vezes endêmicas (específica de uma região), por apenas uma. Isso tende a diminuir ou anular a diversidade contida naquele ambiente.

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.

Com o aumento do desmatamento, intensifica-se a oportunidade de contato entre seres humanos e as mais diversas espécies de parasitos (possíveis patógenos), antes desconhecidos por nós. Somado a isto, a extirpação de espécies, outra consequência do desmatamento, pode levar a diminuição de hospedeiros disponíveis, possibilitando assim a troca e disseminação dos parasitos para outras espécies.

De fato, a extinção/extirpação de uma espécie nem sempre se equivale à extinção de seus parasitos. A maioria desses consegue se manter ao se

adaptar a um novo hospedeiro. A troca de hospedeiros é um processo que passa por três estágios principais: oportunidade, compatibilidade e coadaptação. Situações que permitem maior probabilidade de infecção, como agrupamento de espécies evolutivamente próximas, possibilitam oportunidades de contato com espécies provavelmente compatíveis. Por exemplo, a combinação de ambientes urbanos, a constante invasão e destruição de florestas e o consumo elevado de carne animal compõe a receita perfeita para a propagação de doenças emergentes.

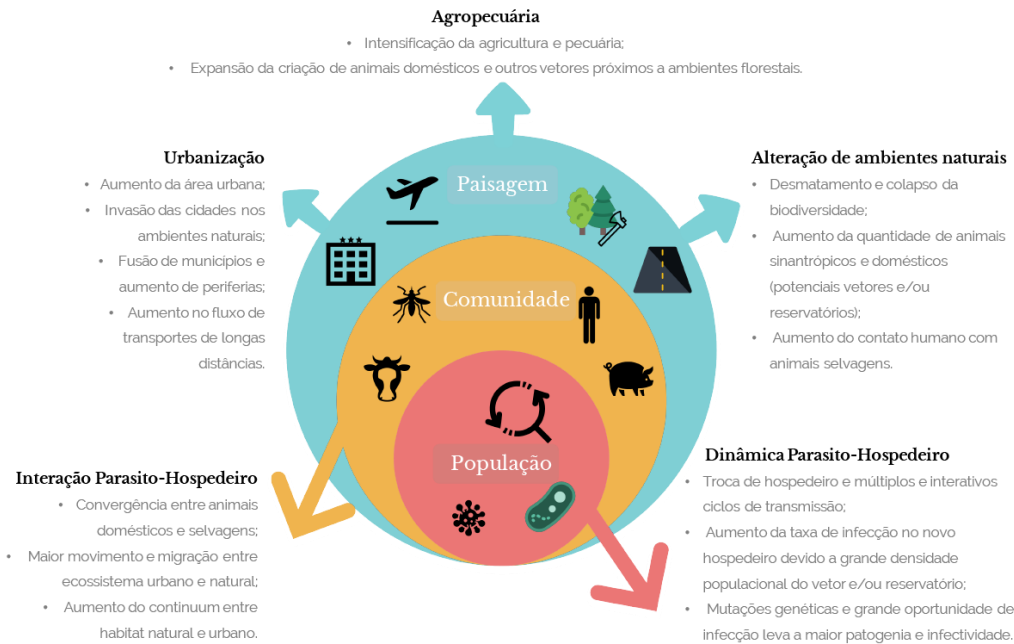
¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.



Situações chave para surgimento de doenças emergentes na sociedade humana. Realçando que animais sinantrópicos, é dizer aqueles que têm se adaptado a ambientes transformados pelos seres humanos, diferentes dos domésticos, são espécies que se adaptam bem ao ambiente urbano, estabelecendo suas populações, geralmente de grande densidade, em conjunto a sociedades humanas. Modificado de Wilcox & Ellis (2006). Imagem: David González

De acordo com a IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza), mais de 32 mil espécies encontram-se em risco de extinção, sendo que destas, 26% são mamíferos.



Até 13 de setembro de 2020, mais de 32.000 espécies estão em risco de extinção segundo

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo

iucnredlist.org. Em outras palavras, 27 % do total de espécies avaliadas até o momento estão ameaçadas. Imagem: iucnredlist.org

Muitas das zoonoses são adquiridas pelo contato com outros mamíferos, como o caso da troca de patógenos entre humanos e primatas, que já resultou em diversas epidemias que assolaram a humanidade, como a Malária, Dengue, Febre Amarela e AIDS.

O aumento da densidade populacional humana e expansão da área urbana, a caça, a venda de animais selvagens, intensificação da agropecuária, introdução de espécies e desmatamento são fatores que aumentam a probabilidade de infecção de novos patógenos em humanos, por meio do contato direto com o parasito, ou indireto por vetores ou espécies reservatório⁵ da doença. Esse é o caso do vírus da SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave), que provavelmente passou aos humanos

devido ao comércio de animais selvagens, ou do vírus da Ebola, cujo surgimento é associado à caça, desmatamento e exploração de madeira.

A introdução de espécies é outro meio de propagação de novos parasitos e potenciais doenças emergentes. Esse é o caso do vírus da Dengue, que foi introduzida no Brasil juntamente com seu vetor, o mosquito *Aedes aegypti*, nativo da África. Outra possibilidade é a disseminação de parasitos nativos pela espécie introduzida, quando esta age como reservatório da doença. De fato, espécies reservatório são responsáveis por aumentar a prevalência e a probabilidade de epidemias no local. Um exemplo clássico é o do rato-doméstico, *Rattus rattus*, que é reservatório de várias doenças, como a Leptospirose e a Peste bubônica.

Estes fatores tornam as regiões tropicais não somente *hotspots* da

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.

biodiversidade, mas também *hotspots* globais do surgimento de doenças emergentes. A crescente destruição das florestas tropicais leva a perda da nossa biodiversidade e consequente aumento do contato e infecção por zoonoses antes desconhecidas, completando assim a tríade de eventos que resultam nas mais diversas doenças emergentes.



Conheça o que é um vírus, em que consiste uma zoonose e como estes se relacionam com uma pandemia / Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=KRPeitzvwh>
8. Vídeo: CFMV Explica

Sentimos na pele como uma pandemia pode impactar nossa vida, além dos sistemas sociais e econômicos, desestabilizando toda nossa estrutura

social. O risco da eminência de novas doenças é silencioso, mas não desconhecido, e é o resultado de muitas ações que já são prejudiciais para o meio ambiente e bem viver. O desequilíbrio ambiental não traz só a extinção de espécies e perda de serviços ecossistêmicos, mas também o aumento do advento de novas epidemias. Isto só reforça a necessidade da luta pela manutenção e conservação das florestas tropicais e de sua biodiversidade.

Para saber mais sobre a relação de florestas tropicais e zoonoses:

Toph Allen et al. 2017. Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature Communications* 8, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00923-8>

Eléonore Hellard et al. 2015. Parasite-Parasite Interactions in the Wild: How

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.

To Detect Them? Trends in Parasitology 31, 640–652. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.07.005>

Bruce A. Wilcox e Ellis B. 2006. Forests and emerging infectious diseases of humans. *Unasylva* 57, 11–18.

Nathan D. Wolfe et al. 2007. Origins of major human infectious diseases. *Nature* 447, 279–283. <https://doi.org/10.1038/nature05775>

Possas C. et al. (2018). Yellow fever outbreak in Brazil: the puzzle of rapid viral spread and challenges for immunisation. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 113. <https://doi.org/10.1590/0074-02760180278>

Para entender um pouco mais sobre a troca de hospedeiros:

Sabrina B. L. Araujo et al. 2015. Understanding host-switching by ecological fitting. *Plos One* 10, 1–17.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139225>

Rebecca Benmayor et al. 2009. Host Mixing and Disease Emergence. *Current Biology* 19, 764–767. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.023>

Casadevall A. & Pirofski L.A. (1999). Host-pathogen interactions: Redefining the basic concepts of virulence and pathogenicity. *Infection and Immunity* 67, 3703–3713. <https://doi.org/10.1128/iai.67.8.3703-3713.1999>

Fernando D. A. Pires. 1989. Zoonoses: Hospedeiros e Reservatórios. *Cadernos de Saúde Pública*, 5, 82-97.

Sobre a relação de doenças emergentes, perda de diversidade e invasões biológicas:

Kayleigh Chalkowski et al. 2018. Parasite Ecology of Invasive Species: Conceptual Framework and New

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.

Hypotheses. *Trends in Parasitology* 34, 655–663.

<https://doi.org/10.1016/j.pt.2018.05.008>

Bryony A. Jones et al. 2013. Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, 8399–8404. <https://doi.org/10.1073/pnas.1208059110>

Melaine J. Hatcher et al. 2012. Disease emergence and invasions. *Functional Ecology* 26, 1275–1287. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2012.02031.x>

Sandra Telfer e Kevin Bown. 2012. The effects of invasion on parasite dynamics and communities. *Functional Ecology* 26, 1288–1299. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2012.02049.x>

Edição: Rosa Maria Dias

Colaboração: Rafaela Granzotti, Alexandrina Pujals, Isabela Machado, Carolina Gutiérrez Cortés, Sonia Yanira Rodríguez Clavijo, David González, Ángela Gutiérrez Cortés.

Citação: Costa, Ana Paula Lula. 2020. *Zoonoses, florestas tropicais e o risco à biodiversidade: Tríade para prever novas doenças emergentes?* *Revista Bioika*, 6 edição. Disponível em:

<https://revistabioika.org/pt/palavra-de-especialista/post?id=93>

¹ Doenças infecciosas recém-descobertas ou com incidência crescente no período.

² Coevolução: evolução mútua entre uma ou várias espécies

³ Patogenicidade: a capacidade de um parasito causar alterações fisiológicas no hospedeiro que acarretam doença.

⁴ Virulência: o nível da patogenicidade, ou seja, o quanto as alterações podem ser danosas ao hospedeiro.

⁵ Espécie reservatório é qualquer animal ou planta no qual um parasito pode sobreviver e se multiplicar, a ponto de ser transmissível a outros potenciais hospedeiros. Isto sem causar danos significativos ao indivíduo.