

## CAPÍTULO 1

# PANDEMIAS E MUDANÇAS AMBIENTAIS GLOBAIS: QUAL É A RELAÇÃO?

Carla Morsello  
Isabel Tostes Ribeiro  
Paula Ribeiro Prist

### 1.1 INTRODUÇÃO

A recente pandemia de covid-19 tem lançado luz sobre um argumento repetido há mais de uma década por cientistas. As chances de despontarem doenças infecciosas emergentes e reemergentes crescem a cada dia, especialmente em locais do mundo que reúnem características capazes de propiciar interações entre seres humanos, animais silvestres e domésticos. É o caso de localidades da Ásia, mas também das florestas tropicais com alta biodiversidade, por exemplo, as florestas tropicais da América do Sul, como as florestas da Amazônia e Mata Atlântica. Em um mundo com altas densidades populacionais e globalizado, a probabilidade de que essas doenças emergentes se tornem pandêmicas é alta, dada a frequência de contatos e ampla circulação de pessoas entre localidades e países. Para entender melhor esse processo, faremos neste capítulo uma viagem da China ao Brasil, passando pela Amazônia e pela ameaçada Mata Atlântica. Ao longo do caminho, analisaremos quais hipóteses explicam o início da pandemia de covid-19, explorando por que eventos similares já eram previs-

tos e podem se tornar rotineiros. Por fim, analisaremos as evidências que sugerem que a Amazônia pode se tornar um epicentro de novas epidemias, caso as mudanças no uso da terra e taxas de desmatamento sejam mantidas, e mostraremos por que a Mata Atlântica é considerada um importante *hotspot* mundial da emergência de zoonoses.

## 1.2 O SURGIMENTO DA COVID-19

A recente pandemia causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) tem lançado luz sobre um argumento repetido há mais de uma década por cientistas. O aumento da população humana e as mudanças ambientais globais favorecem a **reemergência**, isto é, o reaparecimento de doenças que já foram controladas em parcela significativa da população, ou a **emergência**, ou seja, o surgimento de doenças novas (Quadro 1). Pode ser o caso de algumas zoonoses, doenças que são transmitidas de animais vertebrados para os seres humanos e vice-versa (CHOMEL, 2009).

Doenças infecciosas de origem zoonótica são uma importante preocupação de saúde pública, pois é duas vezes mais provável que doenças emergentes ou reemergentes tenham uma origem animal do que tenham outro tipo de reservatório (e.g., solo, água) (WOOLHOUSE; GOWTAGE-SEQUERIA, 2005). A febre amarela e a malária são exemplos de zoonoses reemergentes transmitidas por vetores. Por sua vez, a doença do SARS-CoV-2 ou covid-19 (tradução do inglês *coronavirus disease 2019*; para saber mais, ver: Quadro 1) é uma zoonose emergente. O SARS-CoV-2 foi identificado pela primeira vez na China, na capital e maior cidade da província de Hubei, Wuhan. Em dezembro de 2019, pacientes foram hospitalizados em Wuhan com sintomas parecidos aos de uma pneumonia. A baixa resposta a tratamentos convencionais levou médicos a encaminharem amostras para testes laboratoriais que apontaram para um coronavírus causador de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS, *Severe Acute Respiratory Syndrome*, em inglês). Em comum, alguns desses pacientes tinham visitado, em Wuhan, o Mercado Atacadista de Frutos do Mar de Huanan, local que parece ter sido o centro de dispersão da doença. Por esse motivo, somente no final de janeiro de 2020 houve confirmação de que a transmissão também ocorria de forma direta entre humanos e que profissionais da saúde estavam entre os infectados (SIRLEAF; CLARK, 2021).

**QUADRO 1 – CORONAVÍRUS E PROTEÍNAS SPIKE**

O prefixo corona, em *coronavírus*, significa coroa em latim. Refere-se ao formato das proteínas superficiais dos vírus, chamadas proteínas Spike, que se ligam às células humanas no momento da infecção. Em algumas vacinas já disponíveis são utilizadas moléculas virais inofensivas que fornecem instruções ao nosso corpo para construir proteínas Spike. Quando prontas, essas proteínas são apresentadas ao nosso sistema imune que as reconhece como estruturas estranhas ao nosso corpo. Com isso, a produção de anticorpos é iniciada, além de outras células de defesa serem ativadas para eliminarem o que parece ser uma infecção. Assim, em uma eventual infecção pelo coronavírus, o nosso corpo terá construído respostas imunológicas para nos proteger, ao menos parcialmente, contra a covid-19 (CDC, 2021, 2022).

Mercados como o de Huanan são muito parecidos com as feiras de rua do Brasil ou com mercados centrais de várias cidades de nosso país. Feiras ou mercados desse tipo são considerados potencialmente importantes para a emergência de doenças. A razão principal é que, frequentemente, ocorre a comercialização de carne de caça, ainda que esta venda seja ilegal em vários locais do mundo. Por exemplo, um estudo mostrou que, entre maio de 2017 e novembro de 2019, foram comercializadas 38 espécies de animais silvestres ou selvagens (i.e., espécies nativas que vivem na natureza) nos mercados de Wuhan para fins de alimentação e companhia (pets).

Muitos animais tinham condições de saúde e higiene preocupantes, além de a maioria (31) ser espécies listadas como protegidas segundo a legislação chinesa e, portanto, com comércio proibido, sujeito a multas e prisão por até quinze anos (XIAO; NEWMAN; BUESCHING; MACDONALD et al., 2021).

Apesar de ilegal, algo similar ocorre no Brasil, ao menos na região norte, onde espécies caçadas são comercializadas, inclusive aquelas protegidas pela legislação devido ao grau de ameaça à extinção. Por exemplo, em feiras da tríplice fronteira amazônica entre Brasil, Peru e Colômbia, estima-se que 473 toneladas de carne de caça sejam comercializadas por ano. Espécies como a paca (*Cuniculus paca*), o porco-do-mato ou cateto (*Pecari tajacu*), o veado-mateiro (*Mazama americana*) e a anta (*Tapirus terrestris*) estão entre as mais vendidas (VAN VLIET; QUICENO-MESA; CRUZ-ANTIA; DE AQUINO et al., 2014). A última é classificada como Vulnerável na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN ou IUCN, em inglês) (VARELA; FLESHER; CARTES; DE BUSTOS et al., 2019), lista que determina quais espécies necessitam de maior atenção ou controle, pois estão ameaçadas de extinção.

Até o momento não é possível afirmar qual a origem zoonótica do SARS-CoV-2. No entanto, existe evidência de que um vírus geneticamente similar (sarbecovírus) circula em populações de morcegos-ferradura (família Rhinolophidae) que vivem em regiões do leste a oeste da China, assim como no Sudeste asiático e no Japão. Essa observação levou cientistas a lançarem a hipótese de que o vírus foi responsável por disseminar o progenitor do SARS-CoV-2 em um hospedeiro intermediário. Os pangolins (*Manis javanica*) (Figura 1.1) são fortes candidatos à espécie intermediária, pois são hospedeiros de linhagem de sarbecovírus que compartilha ancestral em comum com o coronavírus causador da covid-19 (LYTRAS; XIA; HUGHES; JIANG et al., 2021). Espécie criticamente ameaçada de mamífero do Sudeste asiático, os pangolins

são alvo de intenso tráfico internacional. São superexplorados tanto pelo comércio de sua carne, tida como uma iguaria de luxo, quanto das escamas para uso em práticas de medicina tradicional na China e no Vietnã (CHALLENGER; WILLCOX; PANJANG; LIM et al., 2019)



Fonte: Frenedi Apen Irawan, CC BY-SA 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>, via Wikimedia Commons.

**Figura 1.1** – Pangolim (*Manis javanica*).

Apesar de inicialmente considerados fortes candidatos a serem o hospedeiro intermediário do vírus da covid-19, uma investigação mais aprofundada do perfil genético dos vírus refutou essa ideia. Descobriu-se que a linhagem humana do vírus é diferente daquela do pangolim em certos receptores celulares específicos relacionados à infecção que, no entanto, existem em morcegos. Essa informação se somou ao fato de não terem sido encontrados pangolins ou morcegos nos mercados de Huanan (XIAO; NEWMAN; BUESCHING; MACDONALD et al., 2021). A partir daí, foi levantada a hipótese de que, em vez de hospedeiros duradouros, outros animais podem ter funcionado como condutores da transmissão entre morcegos e seres humanos. Ou seja, presume-se que um animal de cativeiro tenha entrado em contato com morcegos de forma direta ou tenha se infectado antes da captura. A partir dessa ideia, considera-se que os hospedeiros intermediários mais prováveis sejam o cão-guaxinim, o texugo e, principalmente, a civeta, todos mamíferos susceptíveis às linhagens de sarbecovírus. Os três animais são criados em larga escala para o uso da pele, além de serem comercializados (por vezes vivos) em mercados de Wuhan, incluindo o de Huanan (LYTRAS; XIA; HUGHES; JIANG et al., 2021).

### 1.3 OUTRAS PANDEMIAS NA HISTÓRIA

Apesar do grande foco midiático dado à covid-19, esta não é a primeira vez que o mundo é afetado por pandemias (Figura 1.2). A primeira notícia que se tem de uma situação similar corresponde à intitulada praga de atenas, de causa desconhecida, que data de 429 a 426 a.C. A doença dizimou boa parte da população de Atenas, do norte da África e do Oriente Médio, resultando em um total entre 75 e 100 mil mortes, aproximadamente 25% da população da região na época. Em seguida, tivemos a peste negra (ou bubônica), uma doença bacteriana,<sup>1</sup> que causa inchaço dos gânglios linfáticos. Durante três diferentes e duradouros períodos (nos séculos VI, XIV e XIX), a doença levou entre 102 e 315 milhões de pessoas à morte (FEEHAN; APOSTOLOPOULOS, 2021), ou cerca de 40% da população da Europa. Foi, portanto, a mais severa pandemia da história (DUNCAN; SCOTT, 2005). Atualmente, a peste tem tratamento, mas é endêmica em certos lugares do mundo, como em Madagascar, país africano que sofre com recorrentes surtos, o mais recente em 2021 (WHO, 2021b).

#### A história das pandemias: uma linha do tempo



**Figura 1.2** – Linha do tempo do histórico de pandemias.

**Fonte:** FEEHAN e APOSTOLOPOULOS (2021)

Já na história humana recente, a pandemia mais mortal foi aquela de influenza de 1918, também conhecida como gripe espanhola (veja curiosidade no Quadro 2). À época, o vírus (H1N1) infectou mais de 500 milhões de pessoas, o que correspondia a um terço da população mundial. A estimativa mais provável do número de mortos é de pelo menos 50 milhões, mas pode chegar a 100 milhões, em três ondas sucessivas da doença. A cifra é superior às mortes na 1ª Guerra Mundial e equivale a cerca de 5% da população do mundo, porcentagem aniquilada em poucos meses (BREITNAUER, 2020).

#### Quadro 2 – QUARENTENA

A prática da quarentena nasceu no século XIV como forma de proteger cidades costeiras da Peste negra. Tripulantes que chegassem a Veneza de portos infectados deveriam esperar 40 dias antes de desembarcarem (CDC, 2022), período associado à incubação da doença (~32 dias). O termo surgiu, portanto, desses quarenta dias no idioma italiano.

#### Quadro 3 – GRIPE ESPANHOLA

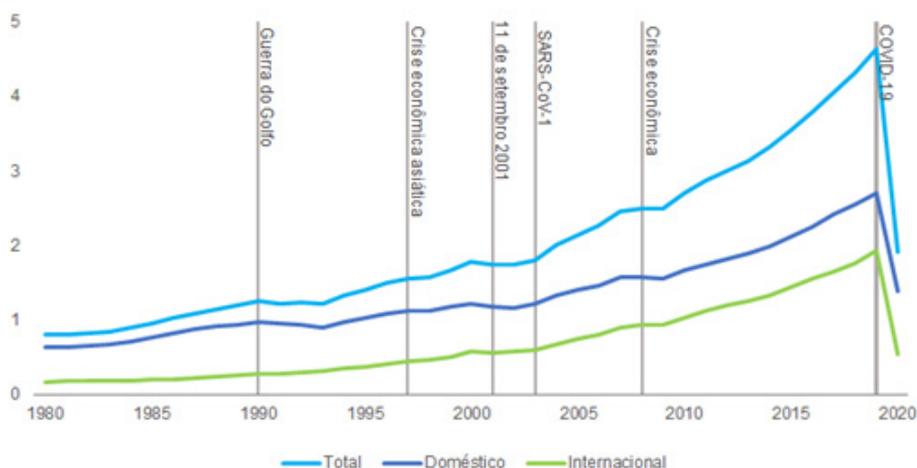
A gripe recebeu o nome de Espanhola não porque tenha surgido naquele país, mas porque a Espanha permaneceu neutra na Primeira Guerra Mundial (1914-1918). Durante a pandemia, jornais dos países Aliados e do Eixo foram censurados para evitar que notícias sobre a gripe afetassem o moral das pessoas. Enquanto isso, os jornais espanhóis divulgavam notícias da nova doença. Por esse motivo, países que passavam pelo blecaute midiático assumiram que a doença teria surgido na Espanha.

<sup>1</sup> Ou, para alguns autores (DUNCAN; SCOTT, 2005), uma febre hemorrágica de longo período de incubação (32 dias).

Com início em março de 1918, a primeira onda era uma forma mais leve da doença. Foi também mal recenseada, tanto porque todos estavam distraídos com a guerra, como porque informações eram suprimidas para evitar reduzir os esforços dos soldados em guerra com novas preocupações. A segunda, de setembro a novembro, foi extremamente fatal: pessoas chegavam a morrer poucas horas depois de infectadas, sendo essa onda responsável pela maior parte das mortes durante essa pandemia. Em janeiro de 1919, surgiu uma terceira onda mais moderada (BREITNAUER, 2020).

A alta virulência da gripe espanhola, ou seja, sua grande severidade e potencial de causar danos é explicada por estudos mais recentes de reconstrução do vírus. Esses estudos mostram que o que tornava o vírus de 1918 tão perigoso era uma combinação única de genes. Por exemplo, estes possibilitavam alta velocidade de replicação e maior capacidade de penetrar e infectar células saudáveis do pulmão. Além de características genéticas do vírus, fatores sociais influenciaram a dispersão da gripe espanhola. Por exemplo, a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), que movimentou por longas distâncias e mobilizou em espaços restritos grandes volumes de tropas, facilitou muito o contágio. A guerra também limitou o acesso da população civil a serviços de saúde. Por exemplo, somente nos Estados Unidos, 30% dos médicos foram convocados ao serviço militar. Por fim, vale ressaltar que vacinas não existiam e tratamentos se restringiam a cuidados básicos (CDC, 2019).

Outra epidemia global de nossa época é a Síndrome da Imunodeficiência Humana Adquirida (*AIDS*, sigla em inglês), causada pelo vírus da imunodeficiência humana (*HIV*, sigla em inglês). Desde quando foi descoberta, em 1981, 79,3 milhões de pessoas já se infectaram e 45,78% destas morreram em decorrência da síndrome (UNAIDS, 2021). O HIV possivelmente surgiu quando humanos caçaram um chimpanzé infectado na República Democrática do Congo e entraram em contato com seu sangue (KEELE; VAN HEUVERSWYN; LI; BAILES et al., 2006).



**Fonte:** Based on IEA data from IEA (2020) World Air Traffic Evolution, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-air-passenger-traffic-evolution-1980-2020>, All rights reserved; as modified by I. T. Ribeiro.

**Figura 1.3** – Evolução do tráfego aéreo mundial de passageiros (eixo y, em bilhões) de 1980 a 2020.

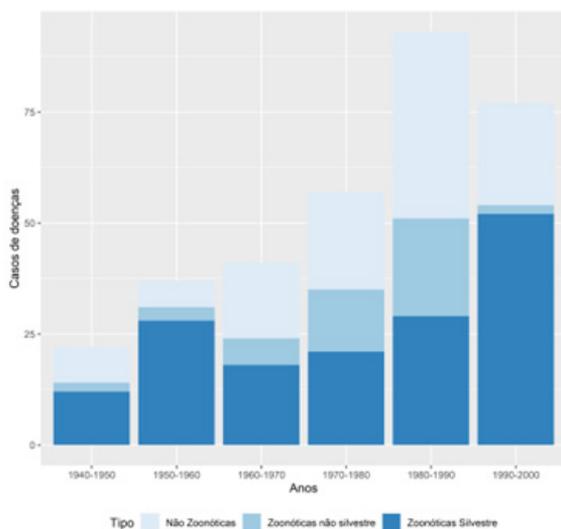
Infelizmente, os exemplos não param por aí. Somente nas duas últimas décadas, o mundo enfrentou diversas outras epidemias de importância internacional. Primeiro, em 2003, outro coronavírus, o SARS-CoV-1, atingiu 29 países e levou 774 pessoas à morte, afetando principalmente o Leste e o Sudeste asiático. Por sorte, o desastre que se esperava não se materializou. Em seguida, o vírus influenza H1N1, causador da gripe suína, atingiu 122 países e, estima-se, provocou a morte de 151.700 a 575.400 pessoas durante o primeiro ano de circulação, em 2009. Outro coronavírus, o MERS-CoV (em inglês, *Middle East Respiratory Syndrome coronavirus*), afetou em, 2012 dez países da península arábica e arredores, bem como outros 17 fora da península. Além de infecções respiratórias, houve surtos importantes do vírus zika (ZIKV) nas Américas a partir de 2014, incluindo no Brasil (2015-2016), e do ebola, causador de febre hemorrágica, no oeste da África, entre 2014 e 2016 (SAÚDE, 2017; WHO, 2021a). Embora o aparecimento dessas doenças tenha estimulado iniciativas em segurança da saúde, a maioria das recomendações feitas durante diversos painéis globais de prevenção de doenças não foi cumprida, exceto em alguns dos países atingidos pelas epidemias anteriores à covid-19, como a própria China. Ainda que tenha havido ação rápida no reconhecimento da doença, a falta de preparo para lidar com seu avanço e a negação do problema levaram a covid-19 a proporções desastrosas na maioria dos lugares. Em menos de três meses da sua descoberta, no dia 11 de março de 2020, o SARS-CoV-2 havia chegado a 114 países com 118 mil casos notificados (SIRLEAF; CLARK, 2021).

A globalização, processo de integração transnacional de atividades, foi fator importante na disseminação da doença. O tráfego de passageiros aéreos nunca esteve tão alto quanto logo antes da pandemia, quando chegou a transportar 4,64 bilhões de passageiros (IEA, 2022) (Figura 1.3). De fato, países mais integrados à economia global, com mais atividades de comércio de bens e serviços e turismo internacional, sofreram com taxas de fatalidade por covid-19 mais altas (FARZANEGAN; FEIZI; GHOLIPOUR, 2021). Até 29 de abril de 2022, a doença já havia infectado mais de 512 milhões de pessoas, ceifando 6,23 milhões de vidas, além de ter lançado a economia mundial na pior recessão desde a Segunda Guerra Mundial.<sup>2</sup>

As evidências históricas apresentadas mostram que a pandemia de covid-19 não foi uma surpresa. Epidemiologistas e outros cientistas já alertavam para o risco do surgimento de novas doenças, assim como para o aumento no ressurgimento de doenças que já haviam sido eliminadas no passado, com um potencial risco de eclosão de pandemias. Por exemplo, em 2008, um estudo na revista *Nature* investigou, a partir de dados históricos, os eventos globais de emergência de novas doenças ou suas variedades – por exemplo, variedades resistentes de bactérias. Os autores encontraram que, desde os anos 1940, cresce o número de doenças que surgem por ano. No total, 354 novos patógenos surgiram, sendo que 60% destes são de origem zoonótica. Dentre as zoonoses, 70% surgem de espécies silvestres e o restante de animais domésticos (JONES; PATEL; LEVY; STOREYGARD et al., 2008; ver: Figura 1.4). O monito-

2 Fonte: Our World in Data - <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer>.

ramento realizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) também indica que doenças já conhecidas estão se tornando cada vez mais frequentes, o que causa preocupação. Hoje, o site da OMS<sup>3</sup> mostra informações sobre um surto atual de Dengue no Timor Leste, além de outro recém-encerrado de ebola na República Democrática do Congo e casos de diversas outras doenças espalhados pelo mundo. Dados de monitoramento são importantes para: evitar que os casos se transformem em emergências de saúde pública; ajudar a estabelecer prioridades e investigar a viabilidade de uma intervenção, bem como acompanhar seu progresso.



**Fonte:** Elaborado por P. R. Prist a partir de (JONES; PATEL; LEVY; STOREYGARD et al., 2008).

**Figura 1.4** – Estimativa da emergência de doenças entre 1940 e 2000.

Historicamente, o surgimento e a disseminação de novas doenças estão associados a mudanças sociais importantes, como exemplificado através da Gripe Espanhola, que se espalhou pelo mundo com a Primeira Guerra Mundial. Isso porque mudanças sociais podem alterar as dinâmicas populacionais humanas, afetando também a demanda por recursos naturais. Intervenções antropogênicas como essas impactam a qualidade dos ecossistemas e, em consequência, a saúde humana e animal, podendo levar ao aumento da emergência de doenças, principalmente zoonoses.

A seguir, detalhamos os principais fatores que favorecem a emergência de doenças e epidemias, especialmente zoonóticas (ver síntese: Figura 1.5).

3 Disease Outbreak News (DONs): [who.int/emergencies/disease-outbreak-news](http://who.int/emergencies/disease-outbreak-news) (Acesso: 23/02/2022).



**Figura 1.5** – Fatores que favorecem a emergência de doenças.

(Fonte: Elaborado por I. T. Ribeiro a partir de Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission: A scientific assessment with key messages for policy-makers (UNEP, 2020).

## 1.4 RAZÕES QUE EXPLICAM O AUMENTO NA FREQUÊNCIA DE EPIDEMIAS

### 1.4.1 PERDA, FRAGMENTAÇÃO E DEGRADAÇÃO DE HÁBITATS

Os processos de perda, fragmentação – isto é, subdivisão em partes menores – e degradação de habitats estão associados à transformação de mais da metade dos habitats naturais terrestres (IPBES, 2019). São também os principais processos que favorecem a emergência de doenças zoonóticas em humanos, como no caso da aids, do ebola e da zika, que provocam alta mortalidade e se originaram em paisagens naturais alteradas do mundo. De fato, cerca de um terço das doenças emergentes no mundo são resultado de mudanças rápidas nos usos da terra (DOBSON; PIMM; HANNAH; KAUFMAN et al., 2020).

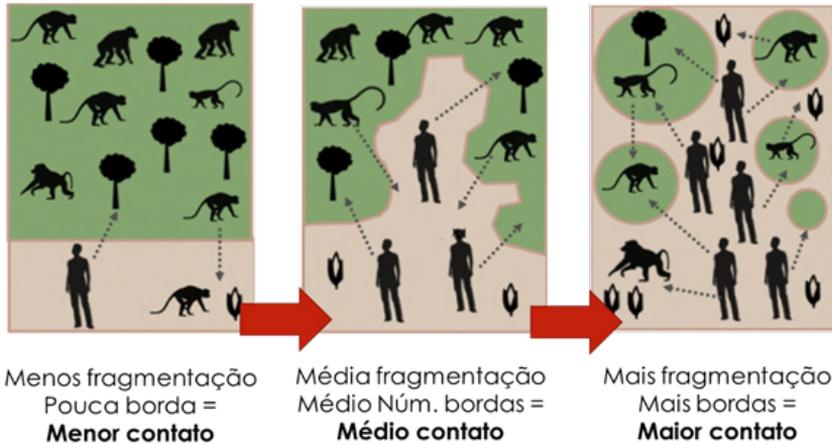
Regiões de florestas tropicais, as quais possuem alta biodiversidade e, frequentemente, sofrem mudanças no uso da terra pelo avanço da fronteira agrícola e urbanização, possuem risco elevado de sofrer a emergência (i.e., surgimento para a espécie humana) de doenças zoonóticas. Isso porque uma maior diversidade de espécies significa também que existe um conjunto maior de patógenos a partir dos quais pode emergir ou surgir uma epidemia (ALLEN; MURRAY; ZAMBRANA-TORRELIO; MORSE et al., 2017). Além disso, o desmatamento, a fragmentação e o aumento das zonas de borda entre florestas e habitats antrópicos podem aumentar as chances de contato entre espécies silvestres (i.e., selvagens) infectadas e seres humanos ou animais domésticos por diversos mecanismos. Três exemplos servem a ilustrar.

Primeiro, o desmatamento e a fragmentação de habitats naturais podem afetar os padrões de movimentação e forrageamento (i.e., busca por alimento) de espécies silvestres transmissoras de doenças, como aquelas que tendem a se aproximar de comunidades humanas, por exemplo, roedores, insetos vetores e morcegos frugívoros. Muitos roedores são atraídos por grãos e alimentos estocados, liberando excretas e excrementos infectados nesses locais, o que eleva o risco de transmissão de algumas zoonoses, como a hantavirose (TORRES-PÉREZ; NAVARRETE-DROGUETT; ALDUNATE; YATES et al., 2004). Morcegos que se alimentam de frutas e insetos tendem a regurgitar partes não digeridas dos alimentos, as quais muitas vezes servem de alimento para animais domésticos. Processo similar foi observado quando do surgimento de doenças como o ebola, o vírus de Nipah, dentre outras (DOBSON, 2005). Ainda, insetos, como o barbeiro vetor da doença de Chagas, são atraídos pela grande oferta de alimento que existe em áreas peridomiciliares (e.g., porcos, galinhas, dentre outros), passando inclusive a habitar o interior das casas (ARGOLO; FÉLIX; COSTA; PACHECO, 2008).

Segundo, o aumento de atividades humanas em zonas florestadas, como o desmatamento, fragmentação e a agricultura, ampliam o tamanho da borda de contato entre habitats naturais, onde vivem as espécies silvestres, e a área antropizada ou doméstica (Figura 1.5). Estudos mostram que, quanto mais longas forem essas zonas de borda e, por conseguinte, o uso dos habitats naturais pelas pessoas, maior será a frequência de contato entre espécies silvestres/selvagens, por um lado, e as pessoas ou espécies domesticadas (e.g., gado, porcos, galinhas, dentre outros), por outro (BLOOMFIELD; MCINTOSH; LAMBIN, 2020). Tal aumento amplifica o compartilhamento de patógenos entre os dois tipos de habitats e a contaminação da população humana, tanto diretamente (e.g., via consumo de carne de caça), como indiretamente (via animais domésticos infectados). Por exemplo, pessoas podem se contaminar ao oferecer alimentos a macacos silvestres que visitam suas residências ou porque o cachorro doméstico visitou as áreas de floresta e se contaminou.

Terceiro, perda, fragmentação e degradação de habitats provocam declínio populacional ou até o desaparecimento de certas espécies, enquanto fazem outras, aquelas mais resilientes aos distúrbios humanos, prosperarem (Figura 1.6). Espécies que se mantêm com sucesso nesse contexto tendem a ser generalistas alimentares e de habitat, a serem pequenas e a terem ciclos de vida mais curtos. Já as espécies afetadas ne-

gativamente pelas atividades humanas são comumente especialistas, ou seja, possuem requerimentos alimentares ou de hábitat particulares, tendem a ser grandes, mais raras e a possuírem tempos de vida mais longos (GIBB; REDDING; CHIN; DONNELLY et al., 2020). Como resultado, espécies mais sensíveis se tornam mais raras, enquanto crescem as populações daquelas que suportam as mudanças ambientais.

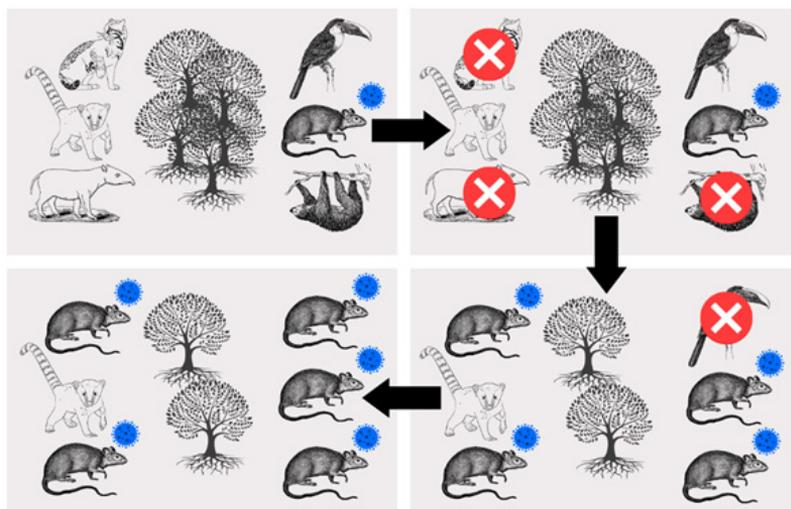


**Fonte:** BLOOMFIELD; MCINTOSH; LAMBIN, 2020, p. 987.

**Figura 1.6** – Aumento da zona de borda e do contato entre pessoas e fauna silvestre. Repare como a perda de hábitat e sua subdivisão em porções menores estão associadas a maior probabilidade de contato entre as pessoas e as espécies silvestres.

O problema é que justamente essas espécies que suportam mudanças ambientais são aquelas que transmitem doenças (Figura 1.7). Além disso, essas espécies acabam atingindo altas abundâncias populacionais, porque são as únicas que conseguem sobreviver nesse tipo de ambiente e, por conseguinte, quase não existe competição por alimento e espaço com outras espécies. O resultado é que a chance de um ser humano ter contato com um animal que transmite doenças é muito maior nesse tipo de paisagem.

Outro fator que explica o aumento do risco de transmissão em paisagens desmatadas e degradadas é que a perda de espécies levaria a um efeito amplificador de patógenos. Ou seja, espécies que transmitem doenças teriam uma chance maior de contato e de infecção a partir de outras espécies infectadas, aumentando assim a taxa de infecção nessa paisagem. Portanto, em paisagens desmatadas, seres humanos não só têm maiores chances de encontrar um animal que transmite doenças, como também é maior a probabilidade de que esse animal esteja infectado (UNEP, 2020). Isto é, a conversão de habitats para usos humanos aumenta as chances de transmissão de doenças infecciosas de animais silvestres para as pessoas (GIBB; REDDING; CHIN; DONNELLY et al., 2020).



**Fonte:** Elaborada por C. Morsello e I. T. Ribeiro e inspirada em <https://revistapesquisa.fapesp.br/da-floresta-para-as-cidades/>.

**Figura 1.7** – Ilustração das consequências temporais da perda e transformação de hábitat na prevalência de espécies hospedeiras de patógenos

### 1.4.2 POBREZA E DEPENDÊNCIA DE CARNE DE ANIMAIS SILVESTRES

Outro fator que pode aumentar a probabilidade de surgirem novas pandemias é o consumo de carne de animais silvestres. Milhões ou bilhões de pessoas no mundo, especialmente os mais pobres habitantes de zonas rurais de países de baixa renda, dependem de espécies silvestres para sua subsistência (BOOTH; CLARK; MILNER-GULLAND; AMPONSAH-MENSAH et al., 2021; CAWTHORN; HOFFMAN, 2015). Em localidades desses países, o consumo de carne de caça é frequentemente a principal fonte de proteínas para populações de baixa renda, inclusive entre populações de áreas urbanas (BOOTH; CLARK; MILNER-GULLAND; AMPONSAH-MENSAH et al., 2021; CARIGNANO TORRES; MORSELLO; ORELLANA; ALMEIDA et al., 2022). Sendo assim, a piora nos níveis de pobreza pode resultar no aumento do consumo de carne de animais silvestres e, conseqüentemente, turbinar a emergência de doenças infecciosas. De fato, o manuseio de animais silvestres e o consumo de sua carne é uma das origens mais comuns de epidemias (DOBSON; PIMM; HANNAH; KAUFMAN et al., 2020).

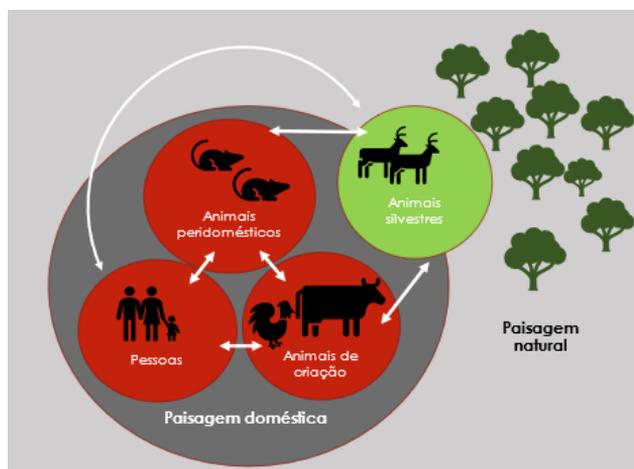
O aumento na prevalência da pobreza no mundo, em decorrência da pandemia de covid-19, pode, portanto, aumentar as chances de que emergjam novas doenças, em um ciclo de retroalimentação do problema. Estima-se que, com a pandemia, ao menos

71 milhões de pessoas foram lançadas em condições de extrema pobreza (<US\$1,90/dia), podendo chegar a 100 milhões de pessoas em cenários mais pessimistas (WORLDBANK, 2020). A redução no poder de consumo das famílias, especialmente daquelas em situação de vulnerabilidade alimentar, pode promover aumento na dependência da carne de caça, cujo custo de obtenção é menor. Com isso, podem aumentar as chances de transbordamento de patógenos da fauna silvestre para os seres humanos.

### 1.4.3 CONTATO DIRETO E INDIRETO COM ANIMAIS SILVESTRES

O contato com animais silvestres é uma das formas mais comuns para a transmissão de zoonoses para as pessoas, o que pode ocorrer de duas formas. A primeira é direta, por exemplo, quando ocorre o manuseio de um animal caçado que será consumido ou comercializado. Alternativamente, a exposição humana pode advir de contato indireto por exemplo, via animais domésticos. O comércio de animais silvestres juntamente com aqueles domésticos, como aves e porcos, em mercados úmidos (i.e., feiras) é uma forma comumente atribuída para o surgimento de epidemias. Em muitos países da Ásia, por exemplo, o comércio de aves domésticas vivas, como patos e galinhas, ocorre juntamente com o comércio, frequentemente ilegal, de animais silvestres nos mercados úmidos, como aquele de Wuhan na China (AGUIRRE; CATHERINA; FRYE; SHELLEY, 2020).

Outra forma de contato indireto é aquela que pode ocorrer em zonas rurais (Figura 1.8). Gatos e cachorros domésticos que perambulam por áreas naturais, ou animais utilizados para caçar, podem carrear os patógenos para as pessoas e, até mesmo, atuar como hospedeiros amplificadores de certos patógenos. Para a febre maculosa, por exemplo, humanos adquirem a doença quando cães domésticos carregam carrapatos infectados para suas residências adjacentes às áreas fragmentadas (PINTER; HORTA; PACHECO; MORAES-FILHO et al., 2008). A criação de animais, como o gado, porcos e galinhas, em regiões próximas a áreas de florestas ou outros ecossistemas naturais, também pode facilitar a transmissão de doenças a partir desses animais, uma vez que a transmissão de patógenos é facilitada entre grupos mais próximos. Ou seja, esses animais acabam se infectando a partir de animais silvestres, tornando-se hospedeiros amplificadores desses patógenos e, com isso, transmitindo-os para os seres humanos.



**Figura 1.8** – Caminhos do contato humano com doenças transmitidas por animais silvestres.

O comércio de animais silvestres, como já dito, é uma das vias que possibilita o contato humano direto ou indireto com animais silvestres, bem como representa uma origem importante das epidemias e pandemias. Apesar de sua grande dimensão, quantificar de maneira robusta o comércio global de animais silvestres, em geral, ou de carne de caça, em particular, é praticamente impossível. A razão é que as informações sobre esse comércio não fazem parte das estatísticas nacionais dos países (COAD; FA; ABERNETHY; VAN VLIET et al., 2019), pois as transações incluem tanto eventos informais, como presentear ou trocar produtos entre habitantes de áreas rurais e destes com habitantes de localidades urbanas (MORSELLO; YAGÜE; BELTRESCHI; VAN VLIET et al., 2015), até cadeias de suprimento nacionais e internacionais voltadas às cidades.

O comércio de animais e carne de caça pode ter origem local, por exemplo, quando animais caçados servem para suprir a ingestão de proteínas de populações urbanas ou periurbanas de regiões remotas, por exemplo, em parte da Amazônia. Nesse caso, caçar e comercializar podem ser motivados por suprir as necessidades proteicas, ou para obtenção de renda monetária por parte de populações rurais pobres (MILNER-GULLAND; BENNETT, 2003). Quando em cidades, o consumo de carne de caça pode representar um luxo e ser motivado por busca de status pessoal, como em localidades da África. Nesse contexto, o valor da carne de animais silvestres é alto, estimulando habitantes rurais a caçarem mais animais e, inclusive, o surgimento de caçadores especializados nesse segmento (COAD; FA; ABERNETHY; VAN VLIET et al., 2019).

Já o comércio internacional e ilegal de animais silvestres supre de carne de caça habitantes de grandes metrópoles da África, considerada um luxo nesses contextos, mas também residentes na Europa (GLUSZEK; VIOLLAZ; MWINYIHALI; WIELAND et al., 2021). Apesar desse consumo de luxo ser menos importante em termos

da quantidade consumida por pessoa, o tamanho populacional nas cidades é muito maior. Sendo assim, a pressão desse tipo de consumo pode ser até maior do que aquela da zona rural. No total, as estimativas anuais giram em torno de 40 mil primatas, 4 milhões de aves vivas, 640 mil répteis abatidos e 350 milhões de peixes vivos comercializados (KARESH; COOK; BENNETT; NEWCOMB, 2005), movimentando cifras entre 7 e 23 bilhões de dólares (NELLEMANN; HENRIKSEN; KREILHUBER; STEWART et al., 2016). Em paralelo ao tamanho, a importância desse comércio para o controle da emergência de doenças é multiplicada por ser um caminho difícil de controlar, devido à natureza frequentemente ilegal, especialmente quando se trata de animais listados como ameaçados de extinção, os quais são submetidos a acordos internacionais de controle (i.e., CITES ou Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção, em português).<sup>4</sup>

Segundo estudos com modelos matemáticos (e.g., SWIFT; HUNTER; LEES; BELL, 2007), o risco de surgimento de epidemias por doenças emergentes e reemergentes aumenta quando o comércio envolve áreas urbanas. Nesses casos, caçadores, comerciantes de carne e consumidores têm algum grau de contato com o animal caçado. Outros animais silvestres que são comercializados também são expostos temporariamente, assim como animais domésticos e animais silvestres que se alimentam de carcaças, como os urubus. Anualmente, essas cadeias de contato podem expor, segundo KARESH; COOK; BENNETT; NEWCOMB, (2005), múltiplos de bilhão de pessoas e animais. Nas áreas urbanas, o contágio é facilitado pela maior densidade populacional e pela realização das atividades diárias mais frequentemente em ambientes fechados, o que facilita o contágio por vírus transmitidos pelo ar. Além disso, é menos provável que habitantes de áreas urbanas tenham tido exposição prévia a vírus de animais silvestres e, sendo assim, estão mais suscetíveis a infecções (WOOHOUSE; GOWTAGE-SEQUERIA, 2005).

#### 1.4.4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O clima também afeta o risco de ocorrência de zoonoses. As precipitações impactam diretamente as populações animais (ALENCAR; SERRA-FRIERE; MARCONDES; DOS SANTOS SILVA et al., 2010) por determinarem a presença e a abundância de recursos, enquanto a temperatura pode afetar o desenvolvimento de mosquitos vetores (LAMBRECHTS; PAAIJMANS; FANSIRI; CARRINGTON et al., 2011). Com isso, o aumento na frequência de anomalias climáticas (e.g., enchentes, ondas de calor, picos de temperatura, chuvas) pode afetar positivamente ou negativamente a transmissão dessas zoonoses. Por exemplo, estudos têm mostrado que incrementos de temperatura aceleram o desenvolvimento das fases iniciais de vida dos vetores, aumentando assim a densidade dos mesmos (LAMBRECHTS; PAAIJMANS; FANSIRI; CARRINGTON et al., 2011).

Embora as mudanças climáticas já tenham aumentado a ocorrência de doenças em alguns sistemas naturais e agrícolas do mundo (ALTIZER; OSTFELD; JOHNSON;

4 Ver: <https://cites.org/eng> (Acesso em: 27 fev. 2022).

KUTZ et al., 2013), os resultados do aquecimento em curso sobre a probabilidade de emergência de doenças dependem de características específicas da mudança em determinado local, bem como de detalhes dos sistemas hospedeiro-patógeno. Por exemplo, certas doenças transmitidas por vetores podem ter a área de ocorrência aumentada em certas regiões, enquanto em outras partes do globo podem deixar de existir.

Em certos casos, o aquecimento global pode favorecer a emergência ou o transbordamento de doenças de animais silvestres para humanos. Por exemplo, há evidência de que um pico observado nos anos 1980 (ver Figura 1.4) na emergência de doenças no mundo, período correspondente ao surgimento da AIDS, possa estar associado a anomalias climáticas que iniciaram naquela época (JONES; PATEL; LEVY; STOREY-GARD et al., 2008). De forma similar, as mudanças climáticas em curso, que alteram condições ambientais (e.g., regime e quantidade de chuvas, temperatura e frequência de ocorrência de eventos extremos), podem favorecer a incidência, transmissão sazonal e distribuição geográfica de doenças. Por exemplo, incrementos no volume de chuvas podem aumentar a probabilidade de que ocorram enchentes e, conseqüentemente, a transmissão de doenças humanas cujos vetores são roedores (e.g., leptospirose, hantavirose). Outro exemplo se refere às doenças transmitidas por mosquitos, como malária e dengue. Os insetos responsáveis pela transmissão dessas doenças são extremamente sensíveis a variações no clima. Há evidências de que tais variações afetem também os patógenos que esses mosquitos carregam. Por exemplo, no caso da malária, incrementos nas temperaturas poderiam tanto aumentar a reprodução do mosquito, quanto diminuir o período de incubação extrínseco do patógeno<sup>5</sup> e, com isso, favorecer a transmissão dessa doença (PATZ; OLSON; UEJIO; GIBBS, 2008).

Outro receio com as mudanças climáticas é o destino do *permafrost* (ou pergelissolo), tipo de solo congelado que ocorre principalmente na região do Ártico, ocupando cerca de um quarto da superfície terrestre e atingindo até mil metros de profundidade (MALAVIN; SHMAKOVA; CLAVERIE; RIVKINA, 2020). Nas últimas décadas, essa região do mundo aqueceu duas vezes mais do que a taxa média global e a perda de gelo está se acelerando (ALTIZER; OSTFELD; JOHNSON; KUTZ et al., 2013). O *permafrost* representa um registro excepcional de épocas passadas, devido às temperaturas constantemente abaixo de zero grau centígrado. Tal contexto explica por que vários micro-organismos extintos foram descritos a partir de material da região. Um exemplo dessa capacidade de conservação do *permafrost* foi a recuperação e o sequenciamento de material genético do vírus da gripe espanhola de 1918, a partir do pulmão preservado de uma mulher da etnia *Inuit* enterrada a mais de dois metros de profundidade no *permafrost* congelado do Alasca (REID; FANNING; HULTIN; TAUBENBERGER, 1999). Teme-se, portanto, que o aumento das temperaturas médias no Ártico possa provocar o degelo desse solo congelado, revelando micro-organismos e vírus “adormecidos” com potencial infeccioso, como aqueles residentes em cemitérios humanos do passado (MALAVIN; SHMAKOVA; CLAVERIE; RIVKINA, 2020).

5 Tempo entre a infecção do mosquito vetor e o momento em que passa a conseguir infectar outros organismos, como os seres humanos.

Apesar de o permafrost estar principalmente em áreas isoladas, diminuindo as chances de contaminação humana por agentes infecciosos “descongelados”, a perda de permafrost ártico próximo à superfície pode chegar a 65% até 2100, liberando perigos conhecidos e desconhecidos no ambiente global (MINER; D’ANDRILLI; MACKELPRANG; EDWARDS et al., 2021). Por conta disso, o possível descongelamento de patógenos aterrorizou a população da Rússia siberiana quando, em 2016, um surto de antraz (*Bacillus anthracis*) matou cerca de duas mil renas, levou noventa pessoas à hospitalização e uma criança à morte. Embora haja outras razões que possam explicar a emergência do antraz nesse caso, o temor de que patógenos possam ser “acordados” foi explorado pela mídia da Rússia e mundial como potencialmente causada pelo verão excepcionalmente quente daquele ano, que teria exposto uma carcaça de rena contaminada há mais de 75 anos (HUEFFER; DROWN; ROMANOVSKY; HENNESSY, 2020).

### 1.4.5 PRODUÇÃO DE CARNE

A produção massiva de proteína animal é outro fator indicado por epidemiologistas, ecólogos e veterinários como capaz de potencializar a emergência de zoonoses. De fato, inúmeras doenças infecciosas surgiram dessa forma, por exemplo a varíola, a tuberculose e o vírus de Nipah (WOLFE; DUNAVAN; DIAMOND, 2007). Dois fatores principais explicam o porquê. Primeiro, o impacto negativo sobre o meio ambiente das práticas utilizadas para produção, que levam ao desmatamento e à degradação ambiental, com perda de biodiversidade associada. Segundo, o aumento de contato de animais silvestres com animais de criação. A produção intensiva de animais domésticos aumenta significativamente os riscos de amplificação, propagação e mutação de patógenos, uma vez que eles entram nas instalações agrícolas e encontram espécies animais com maior proximidade genética àquelas silvestres (ESPINOSA; TAGO; TREICH, 2020). Dessa forma, animais domésticos podem atuar como ponte para a transmissão de patógenos e aumentar a exposição humana a estes.

Fazendas de produção intensiva frequentemente dispõem muitos animais domésticos em áreas desmatadas próximas a áreas de habitats naturais. Isso leva ao aumento do contato entre animais domésticos e animais silvestres, multiplicando as chances de transmissão de patógenos. Ainda, a alta densidade animal nesse sistema de produção faz com que milhares de animais possam ser infectados em poucos dias (i.e., existe uma alta disseminação de patógenos dentro das próprias instalações; CUTLER; FOOKS; VAN DER POEL, 2010; GRAHAM; LEIBLER; PRICE; OTTE et al., 2008). Em paralelo às altas densidades, a seleção das variedades mais rentáveis de animais de criação levou a altos níveis de similaridade genética, o que facilita ainda mais a propagação de patógenos. A razão é que todos os animais dessas fazendas são hospedeiros imunologicamente idênticos, aumentando a probabilidade de epidemias catastróficas (DREW, 2011; SPRINGBETT; MACKENZIE; WOOLLIAMS; BISHOP, 2003). Ademais, a proximidade genética associada à alta densidade oferecem circunstâncias ideais para que os patógenos sofram mutações e evoluam, o que aumenta os riscos de que

surja uma nova mutação transmissível aos humanos (ESPINOSA; TAGO; TREICH, 2020).

As fazendas intensivas também fazem uso massivo de antibióticos como forma de evitar a contaminação de animais imunodeficientes, o que também multiplica o risco de emergência de zoonoses. O uso em larga escala desses medicamentos pode suprimir o sistema imunológico desses animais, facilitando o surgimento de cepas patogênicas resistentes a antibióticos (LAXMINARAYAN; DUSE; WATTAL; ZAIDI et al., 2013; ROHR; BARRETT; CIVITELLO; CRAFT et al., 2019).

Em síntese, a produção intensiva de proteína animal amplifica os riscos de emergência de zoonoses devido à degradação ambiental, alta densidade, proximidade genética, aumento da imunodeficiência e transporte vivo de animais de criação, pois facilita as chances de transmissão e mutação dos patógenos. Exemplos disso são o vírus de Nipah, na Ásia, cuja infecção em humanos esteve associada a atividades que envolviam contato próximo e manuseio de suínos. Acredita-se que a transmissão ocorreu através do contato direto de suínos com alimentos infectados por fezes de morcegos e, por sua vez, do contato dos seres humanos com as fezes de suínos (BREED; FIELD; EPSTEIN; DASZAK, 2006).

A questão da produção intensiva de carne é especialmente delicada por outro fator: o consumo de variedades de proteína animal cresce continuamente. O Brasil, por exemplo, produz 16% da carne bovina mundial e responde por 20% do comércio mundial de carne bovina (USDA, 2020). Dado que esse mercado tende a crescer nos próximos anos, é crucial levar essa questão em consideração para minimizar os riscos de que o Brasil seja um berço comum do surgimento de epidemias.

## **1.5 A AMAZÔNIA PODE SE TORNAR NOVO EPICENTRO DO SURGIMENTO DE PANDEMIAS?**

As mudanças ambientais, como as transformações no uso da terra iniciadas pelo desmatamento para a agropecuária ou por obras de infraestrutura (e.g., estradas, hidrelétricas), podem ampliar a área de circulação de zoonoses, como dito anteriormente. As alterações aumentam as chances de encontros entre animais silvestres, de um lado, com populações humanas e animais domésticos, de outro. O Brasil ocupa um sombrio lugar de destaque nesses encontros, pois ao menos três fatores indicam que o país tem altas chances de se tornar um epicentro do surgimento de pandemias no futuro.

A presença de florestas tropicais de alta biodiversidade no Brasil, como aquelas da Amazônia e Mata Atlântica, é o primeiro fator importante. Da mesma forma que a riqueza no número de espécies animais e vegetais cresce no sentido dos polos ao Equador, explicando a primazia da Amazônia na biodiversidade mundial, a riqueza de patógenos (i.e., bactérias, vírus e parasitas) segue padrão similar. De fato, a Amazônia abriga enorme biodiversidade de patógenos conhecidos (e.g., que causam malária, leishmaniose, raiva, febre amarela, doença de Chagas), além de muitos outros

desconhecidos (ELLWANGER; KULMANN-LEAL; KAMINSKI; VALVERDE-VILLEGAS et al., 2020).

Além disso, o Brasil também lidera na diversidade dos grupos animais que, por razões diferentes, contribuem para o potencial de emergirem doenças em nosso país. Com 139 espécies, o Brasil é o país com o maior número de espécies de primatas não humanos do mundo, sendo que a Amazônia abriga quase 80% desse total (ICMBIO, 2022). Esse grupo de mamíferos é o mais próximo evolutivamente da espécie humana, o que aumenta a preocupação com a emergência de doenças a partir de suas espécies hospedeiras (OLIVAL; HOSSEINI; ZAMBRANA-TORRELIO; ROSS et al., 2017). A razão é que a proximidade evolutiva entre espécies, associada à sobreposição espacial de habitats, aumenta as chances de que essas espécies compartilhem patógenos (HAN; KRAMER; DRAKE, 2016). Portanto, ao abrigarmos a maior diversidade de primatas do mundo, temos no Brasil mais espécies com potencial de serem hospedeiras de patógenos capazes de afetar humanos.

Atrás apenas da Colômbia, o Brasil é também o segundo país do mundo em número de espécies de morcegos (BERNARD; AGUIAR; MACHADO, 2011), abrigando 167 espécies (64 gêneros) no total (DOS REIS; PERACCHI; PEDRO; DE LIMA, 2007). Morcegos são mamíferos reservatórios de doenças capazes de nos afetar, como é o caso da raiva. São também hospedeiros de doenças emergentes altamente letais, por exemplo, provocadas pelos vírus de Marburg e causador do ebola que emergiram na Alemanha e África, respectivamente. Embora possamos pensar nos morcegos hematófagos (i.e., comedores de sangue) ou “vampiros” como um risco, uma forma comum de contaminação de outras espécies animais, a partir de morcegos, ocorre via alimentos regurgitados. Morcegos frugívoros e insetívoros mastigam o alimento para retirar os componentes energéticos e depois cospem os restos, o que se acredita ser necessário para evitar peso que afete a aerodinâmica do voo nesses animais. Ao caírem no chão, os restos regurgitados podem ser consumidos por outros animais que, dessa forma, entram em contato com potenciais patógenos da saliva de morcegos (DOBSON, 2005).

Ainda, o Brasil possui alta diversidade de roedores e a maioria dessas espécies são consideradas espécies de reservatório ou hiper-reservatório (HAN; SCHMIDT; BOWDEN; DRAKE, 2015), ou seja, tem capacidade de transmitir um ou mais patógenos para seres humanos. Os roedores são a ordem mais diversa dos mamíferos, com 42% da biodiversidade mundial (n=2277 espécies; BURGIN; COLELLA; KAHN; UPHAM, 2018). São também os hospedeiros mais importantes de doenças infecciosas do mundo, estando associados a mais de 80 doenças zoonóticas (HAN; KRAMER; DRAKE, 2016), além de terem alta capacidade de se adaptarem a ambientes alterados.

O segundo fator que aumenta as chances de surgimento de epidemias no mundo e no Brasil são a perda, fragmentação e degradação de habitats por ações antrópicas, como dito anteriormente. Na Amazônia, esses três processos estão em curso, aumentando a probabilidade de emergência de doenças zoonóticas. Após alcançar, em 2012, o feito inédito de reduzir em 84% o desmatamento na Amazônia, em relação ao pico histórico de 2004, a área desmatada voltou a crescer na região a partir de 2015 e, especialmente, desde 2019. De fato, a Amazônia brasileira é atualmente a região com as

mais altas taxas de desmatamento do mundo. Por exemplo, em 2001, o Brasil contribuiu com 40% da perda de florestas primárias do mundo.<sup>6</sup> Superfície ainda maior vem sofrendo degradação de hábitat, especialmente devido à fragmentação e aos efeitos de borda associados, à exploração seletiva de madeira e às queimadas (QIN; XIAO; WIGNERON; CIAIS et al., 2021).

A terceira razão a explicar por que a Amazônia pode se tornar um epicentro de novas pandemias é o aumento da densidade populacional humana na região. O crescimento no número de pessoas leva a um maior desmatamento induzido por dinâmicas locais de uso e ocupação do solo (e.g. garimpo, ampliação das cidades), com os problemas associados à emergência de doenças que já foram descritos. Tal crescimento pode estar ocorrendo em localidades circundadas por florestas, por exemplo, devido ao avanço de garimpos em territórios indígenas. Já o surgimento de aglomerações urbanas e, portanto, maior densidade populacional em regiões próximas às florestas potencializa a rápida dispersão de doenças, o que multiplica as chances de surgimento de epidemias. De fato, movimentos migratórios na Amazônia explicam surtos de doenças infecciosas durante episódios importantes do desenvolvimento regional. É o caso do ciclo da borracha (final do século XIX e início do XX) que atraiu milhares de brasileiros e estrangeiros para trabalharem tanto na extração do látex, matéria-prima da borracha, quanto na construção da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré (EFMM 1907-1912) que auxiliava no escoamento do recurso. Somente durante o período de construção da EFMM, estima-se que tenham ocorrido mais de 10 mil mortes causadas pela malária. Na segunda metade do século XX, outra grande onda migratória foi provocada pelo Programa de Integração Nacional, criado pelo governo militar do Presidente Médici. O programa buscava colonizar e implementar obras de infraestrutura na Amazônia (e.g., rodovia Transamazônica), empregando mão de obra vinda principalmente do Nordeste e Sul brasileiros. Condições precárias de moradia e estrutura sanitária, associadas às aglomerações humanas e invasão da floresta, levaram a mais um surto de malária que alcançou, por exemplo, em Rondônia 300 mil casos ao ano no final da década de 1980 (KATSURAGAWA; GIL; TADA; PEREIRA DA SILVA, 2008)

Mas o crescimento populacional continua a acontecer na Amazônia. Somente entre 2000 e 2010, alimentado especialmente pelo êxodo rural, tivemos um aumento de 30% na população das cidades da Amazônia brasileira (em 2010, 71,5% da população da região vivia em áreas com mais de 50 habitantes/km<sup>2</sup>) (TRITSCH; LE TOURNEAU, 2016). O problema é que o crescimento populacional e aumento de sua densidade não foram acompanhados na mesma medida por melhorias na infraestrutura das cidades amazônicas. Enquanto os aglomerados urbanos, por si só, já aumentam a probabilidade de que ocorram epidemias, o problema é agravado pelo contexto amazônico. Cidades cercadas por usos agrícolas da terra, particularmente em regiões tropicais com maior diversidade de mamíferos, têm maiores chances de que emergjam doenças infecciosas (SANTIAGO-ALARCON; MACGREGOR-FORS, 2020). Esse é o caso das cidades amazônicas que, como visto, estão localizadas em contextos de alta

6 Ver em World Resources Institute (WRI): <https://wribrasil.org.br/pt/blog/perda-de-florestas-permaneceu-alarmantemente-alta-no-mundo-em-2021> (Acesso em: 29 abr. 2022).

biodiversidade de grupos de mamíferos, os quais são importantes hospedeiros de doenças capazes de afetar humanos (ELLWANGER; KULMANN-LEAL; KAMINSKI; VALVERDE-VILLEGAS et al., 2020). Outro fator que agrava o problema é o consumo de carne de caça observado em áreas urbanas da Amazônia (CHAVES; VALLE; TAVARES; MORCATTY et al., 2021), aspecto que facilita maior exposição a patógenos.

## **1.6 A MATA ATLÂNTICA COMO UM IMPORTANTE CENTRO DE EMERGÊNCIA DE ZOOSE**

A Mata Atlântica brasileira, onde se localiza a maior parte das grandes cidades do país, era uma das maiores florestas tropicais das Américas, cobrindo originalmente cerca de 112 milhões de hectares. Entretanto, após cinco séculos de expansão humana, esse é um dos ecossistemas tropicais mais ameaçados do mundo (TABARELLI; AGUIAR; RIBEIRO; METZGER et al., 2010), com apenas 28% de vegetação nativa remanescente (REZENDE; SCARANO; ASSAD; JOLY et al., 2018), em um estado altamente fragmentado (RIBEIRO; METZGER; MARTENSEN; PONZONI et al., 2009). A Mata Atlântica também abriga uma alta concentração de espécies endêmicas e é considerada um *hotspot* de biodiversidade, aparecendo como o segundo bioma mais rico em número de espécies do Brasil (i.e., a Amazônia tem a maior diversidade do país) (MYERS; MITTERMEIER; MITTERMEIER; DA FONSECA et al., 2000).

Apesar desse bioma não sofrer atualmente com altas taxas de desmatamento, seu estado muito fragmentado, a baixa superfície de florestas remanescentes e a alta diversidade de espécies a classificam como um dos grandes *hotspots* para doenças infecciosas emergentes (ALLEN; MURRAY; ZAMBRANA-TORRELIO; MORSE et al., 2017). Somado a isso, essa região brasileira é aquela que possui as maiores densidades demográficas de todo o país, colocando seres humanos, animais silvestres e animais domésticos em frequente contato. Apesar de ter um baixo potencial para o surgimento de novos vírus, é um bioma onde surtos de zoonoses são recorrentes, contribuindo com as maiores cifras do país em surtos da febre amarela, como ocorreu entre 2016 e 2018, assim como de hantavírus. Ambas as zoonoses estão associadas com mudanças no uso do solo, como o aumento da produção de cana-de-açúcar, mas também com incrementos nas zonas de borda das florestas que resultam do processo de fragmentação (PRIST; TAMBOSI; MUCCI; PINTER et al., 2022; PRIST; URIARTE; TAMBOSI; PRADO et al., 2016). Tais fatores levam ao aumento da abundância dos animais transmissores e elevam as chances de contato com seres humanos.

## **1.7 O QUE PODEMOS FAZER PARA PREVENIR A PRÓXIMA PANDEMIA?**

Ao longo do capítulo, vimos que a covid-19 e pandemias anteriores causaram enormes perdas humanas, além de impactos econômicos. A maioria dos problemas originou-se em doenças zoonóticas, o que se traduz na necessidade de cuidar melhor

da interface entre saúde humana, animal e ambiental. Para tratar desse problema de forma integrada, foi proposta a abordagem intitulada de Saúde Única (*One Health*, em inglês). A Saúde Única é compreendida como um esforço colaborativo interdisciplinar entre medicina, veterinária e gestão ambiental como forma de prevenir e lidar com doenças infecciosas. Partindo desse conceito, o sucesso no controle de zoonoses depende da ação da sociedade nas causas do problema, o que significa mudar comportamentos individuais e coletivos relacionados ao uso de recursos e à conservação da natureza.

Para contribuir com esse objetivo, a Organização das Nações Unidas (ONU), em parceria com institutos de pesquisa e universidades, fez dez recomendações-chave para agentes de saúde, governantes e empresários no enfrentamento e prevenção de pandemias (UNEP, 2020) detalhadas no Quadro 4.

#### Quadro 4 – Recomendações Para O Enfrentamento E Prevenção De Pandemias (Unep)

- (1) Aumentar o conhecimento sobre o risco de novas doenças em todos os níveis da sociedade.
- (2) Aumentar os investimentos em programas com abordagens interdisciplinares do problema, como a Saúde Única.
- (3) Expandir o conhecimento científico sobre a emergência de doenças, considerando suas dimensões sociais, econômicas e ecológicas.
- (4) Melhorar a capacidade de compreender e lidar com os custos financeiros das doenças, a fim de aprimorar mecanismos de prevenção e resposta.
- (5) Monitorar atividades que possam estar associadas ao surgimento de novas doenças, como os sistemas de produção de alimentos, atentando para questões sanitárias.
- (6) Incentivar sistemas alimentares que promovam a sustentabilidade e a segurança alimentar, buscando controlar o consumo e comércio de animais silvestres.
- (7) Melhorar as medidas de biossegurança no manejo e produção de produtos de origem animal, tanto na escala industrial, quanto de pequena produção.
- (8) Incentivar o manejo de paisagens, por meio de práticas integradas de produção e conservação, por exemplo, através da agroecologia.
- (9) Fortalecer e capacitar agentes de saúde em todos os países, para que possam compreender as dimensões de Saúde Única e agir para melhorar resultados relacionados a zoonoses.
- (10) Divulgar e implementar adequadamente a abordagem de Saúde Única no modelo de desenvolvimento sustentável.

## 1.8 QUESTÕES PARA APROFUNDAMENTO E DISCUSSÃO EM GRUPO

- Como a espécie humana contribui para o surgimento de doenças zoonóticas?
- Quais localidades do mundo possuem maior risco de emergência de zoonoses e, conseqüentemente, de surgimento de novas pandemias?

- Quais atividades no Brasil contribuem com a perda e degradação de habitats naturais e, portanto, podem facilitar a emergência de doenças e seus surtos?
- Caso essas atividades não possam ser evitadas, como o homem pode evitar a infecção por micro-organismos zoonóticos?
- Como criar fazendas de produção intensiva de proteína tendo por base o conceito de Saúde Única ou “*One Health*”?
- Caso a Amazônia se torne um novo epicentro de pandemias, quais populações serão mais afetadas negativamente?
- Quais ações governos podem tomar para prevenir doenças zoonóticas?
- Como associar desenvolvimento econômico, conservação e prevenção de doenças emergentes?
- Vocês já ouviram falar em Soluções Baseadas na Natureza (i.e., Nature-based Solutions)? Sabem como elas podem contribuir para a prevenção de pandemias?
- Quais fatores (ambientais, sociais e outros) contribuem para a emergência de doenças zoonóticas?

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A. A.; CATHERINA, R.; FRYE, H.; SHELLEY, L. Illicit Wildlife Trade, Wet Markets, and COVID-19: Preventing Future Pandemics. **World Medical & Health Policy**, 12, n. 3, p. 256-265, 2020.
- ALENCAR, J.; SERRA-FRIERE, N. M.; MARCONDES, C. B.; DOS SANTOS SILVA, J. *et al.* Influence of climatic factors on the population dynamics of *Haemagogus janthinomys* (Diptera: Culicidae), a vector of sylvatic yellow fever. **Entomological News**, 121, n. 1, p. 45-52, 2010.
- ALLEN, T.; MURRAY, K. A.; ZAMBRANA-TORRELIO, C.; MORSE, S. S. *et al.* Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. **Nature communications**, 8, n. 1, p. 1-10, 2017.
- ALTIZER, S.; OSTFELD, R. S.; JOHNSON, P. T.; KUTZ, S. *et al.* Climate change and infectious diseases: from evidence to a predictive framework. **science**, 341, n. 6145, p. 514-519, 2013.
- ARGOLO, A. M.; FÉLIX, M.; COSTA, J.; PACHECO, R. S. **Doença de Chagas e seus principais vetores no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz/ FAPERJ/ Imperial Novo Milênio, 2008.
- BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? **Mammal Review**, 41, n. 1, p. 23-39, 2011.
- BLOOMFIELD, L. S.; MCINTOSH, T. L.; LAMBIN, E. F. Habitat fragmentation, livelihood behaviors, and contact between people and nonhuman primates in

- Africa. **Landscape Ecology**, 35, n. 4, p. 985-1000, 2020.
- BOOTH, H.; CLARK, M.; MILNER-GULLAND, E. J.; AMPONSAH-MENSAH, K. *et al.* Investigating the risks of removing wild meat from global food systems. **Current Biology**, 31, n. 8, p. 1788-1797.e1783, 2021.
- BREED, A. C.; FIELD, H. E.; EPSTEIN, J. H.; DASZAK, P. Emerging henipaviruses and flying foxes—conservation and management perspectives. **Biological Conservation**, 131, n. 2, p. 211-220, 2006.
- BREITNAUER, J. **The Spanish Flu epidemic and its influence on history**. Pen and Sword, 2020. 1526745186.
- BURGIN, C. J.; COLELLA, J. P.; KAHN, P. L.; UPHAM, N. S. How many species of mammals are there? **Journal of Mammalogy**, 99, n. 1, p. 1-14, 2018.
- CARIGNANO TORRES, P.; MORSELLO, C.; ORELLANA, J. D. Y.; ALMEIDA, O. *et al.* Wildmeat consumption and child health in Amazonia. **Scientific Reports**, 12, n. 1, 2022.
- CAWTHORN, D.-M.; HOFFMAN, L. C. The bushmeat and food security nexus: A global account of the contributions, conundrums and ethical collisions. **Food Research International (Ottawa, Ont.)**, 76, p. 906-925, 2015.
- CDC. **The Deadliest Flu: The Complete Story of the Discovery and Reconstruction of the 1918 Pandemic Virus - Pandemic Influenza (Flu)**. 2019.
- CHALLENGER, D.; WILLCOX, D. H. A.; PANJANG, E.; LIM, N. *et al.* Manis javanica. **The IUCN Red List of Threatened Species 2019**, 8235, p. 1-25, 2019.
- CHAVES, W. A.; VALLE, D.; TAVARES, A. S.; MORCATTY, T. Q. *et al.* Impacts of rural to urban migration, urbanization, and generational change on consumption of wild animals in the Amazon. **Conservation Biology**, 35, n. 4, p. 1186-1197, 2021.
- CHOMEL, B. B. Zoonosis. *In: Encyclopedia of Microbiology*, 2009. p. 820-829.
- COAD, L.; FA, J. E.; ABERNETHY, K.; VAN VLIET, N. *et al.* **Towards a sustainable, participatory and inclusive wild meat sector**. CIFOR, 2019. 602387083X.
- CUTLER, S. J.; FOOKS, A. R.; VAN DER POEL, W. H. Public health threat of new, reemerging, and neglected zoonoses in the industrialized world. **Emerging infectious diseases**, 16, n. 1, p. 1, 2010.
- DOBSON, A. P. What links bats to emerging infectious diseases? **Science**, 310, n. 5748, p. 628-629, 2005.
- DOBSON, A. P.; PIMM, S. L.; HANNAH, L.; KAUFMAN, L. *et al.* Ecology and economics for pandemic prevention Investments to prevent tropical deforestation and to limit wildlife trade will protect against future zoonosis outbreaks. **Science**, 369, n. 6502, p. 379-+, Jul 2020.

- DOS REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; DE LIMA, I. P. **Morcegos do Brasil**. Londrina: Univesidade Estadual de Londrina, 2007. 8590639517.
- DREW, T. The emergence and evolution of swine viral diseases: to what extent have husbandry systems and global trade contributed to their distribution and diversity? **Revue Scientifique et Technique-OIE**, 30, n. 1, p. 95, 2011.
- DUNCAN, C. J.; SCOTT, S. What caused the Black Death? **Postgraduate Medical Journal**, 81, n. 955, p. 315-320, 2005.
- ELLWANGER, J. H.; KULMANN-LEAL, B.; KAMINSKI, V. L.; VALVERDE-VILLEGAS, J. *et al.* Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 92, 2020.
- ESPINOSA, R.; TAGO, D.; TREICH, N. Infectious diseases and meat production. **Environmental and Resource Economics**, 76, n. 4, p. 1019-1044, 2020.
- FARZANEGAN, M. R.; FEIZI, M.; GHOLIPOUR, H. F. Globalization and Outbreak of COVID-19: An Empirical Analysis. **SSRN Electronic Journal**, 2021.
- FEEHAN, J.; APOSTOLOPOULOS, V. Is COVID-19 the worst pandemic? **Maturitas**, 149, p. 56-58, 2021.
- GIBB, R.; REDDING, D. W.; CHIN, K. Q.; DONNELLY, C. A. *et al.* Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. **Nature**, 584, n. 7821, p. 398-402, 2020.
- GLUSZEK, S.; VIOLLAZ, J.; MWINYIHALI, R.; WIELAND, M. *et al.* Using conservation criminology to understand the role of restaurants in the urban wild meat trade. **Conservation Science and Practice**, 3, n. 5, p. e368, 2021.
- GRAHAM, J. P.; LEIBLER, J. H.; PRICE, L. B.; OTTE, J. M. *et al.* The animal-human interface and infectious disease in industrial food animal production: rethinking biosecurity and biocontainment. **Public health reports**, 123, n. 3, p. 282-299, 2008.
- HAN, B. A.; KRAMER, A. M.; DRAKE, J. M. Global patterns of zoonotic disease in mammals. **Trends in parasitology**, 32, n. 7, p. 565-577, 2016.
- HAN, B. A.; SCHMIDT, J. P.; BOWDEN, S. E.; DRAKE, J. M. Rodent reservoirs of future zoonotic diseases. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 112, n. 22, p. 7039-7044, 2015.
- HUEFFER, K.; DROWN, D.; ROMANOVSKY, V.; HENNESSY, T. Factors Contributing to Anthrax Outbreaks in the Circumpolar North. **EcoHealth**, 17, n. 1, p. 174-180, 2020/03/01 2020.
- ICMPIO. **Primatas do Brasil**. João Pessoa (PB), 2022. Acesso em: 26/Abril.
- IEA. World air passenger traffic evolution, 1980-2020. **IEA**, 2022.

- IPBES. **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (eds.)**. Bonn, Germany: IPBES secretariat, 2019. 56 p.
- JONES, K. E.; PATEL, N. G.; LEVY, M. A.; STOREYGARD, A. *et al.* Global trends in emerging infectious diseases. **Nature**, 451, n. 7181, p. 990-993, 2008.
- KARESH, W. B.; COOK, R. A.; BENNETT, E. L.; NEWCOMB, J. Wildlife trade and global disease emergence. **Emerging infectious diseases**, 11, n. 7, p. 1000-1002, 2005.
- KATSURAGAWA, T. H.; GIL, L. H. S.; TADA, M. S.; PEREIRA DA SILVA, L. H. Endemias e epidemias na amazônia. Malária e doenças emergentes em áreas ribeirinhas do Rio Madeira. Um caso de escola. **Estudos Avancados**, 22, p. 111-141, 2008.
- KEELE, B. F.; VAN HEUVERSWEYN, F.; LI, Y.; BAILES, E. *et al.* Chimpanzee reservoirs of pandemic and nonpandemic HIV-1. **Science**, 313, n. 5786, p. 523-526, 2006.
- LAMBRECHTS, L.; PAAIJMANS, K. P.; FANSIRI, T.; CARRINGTON, L. B. *et al.* Impact of daily temperature fluctuations on dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 108, n. 18, p. 7460-7465, 2011.
- LAXMINARAYAN, R.; DUSE, A.; WATTAL, C.; ZAIDI, A. K. *et al.* Antibiotic resistance – the need for global solutions. **The Lancet infectious diseases**, 13, n. 12, p. 1057-1098, 2013.
- LYTRAS, S.; XIA, W.; HUGHES, J.; JIANG, X. *et al.* The animal origin of SARS-CoV-2. **Science**, 373, p. 968-970, 2021.
- MALAVIN, S.; SHMAKOVA, L.; CLAVERIE, J.-M.; RIVKINA, E. Frozen Zoo: a collection of permafrost samples containing viable protists and their viruses. **Biodiversity Data Journal**, 8, 2020.
- MILNER-GULLAND, E. J.; BENNETT, E. L. Wild meat: the bigger picture. **Trends in Ecology & Evolution**, 18, n. 7, p. 351-357, 2003/07/01/ 2003.
- MINER, K. R.; D'ANDRILLI, J.; MACKELPRANG, R.; EDWARDS, A. *et al.* Emergent biogeochemical risks from Arctic permafrost degradation. **Nature Climate Change**, 11, n. 10, p. 809-819, 2021/10/01 2021.
- MORSELLO, C.; YAGÜE, B.; BELTRESCHI, L.; VAN VLIET, N. *et al.* Cultural attitudes are stronger predictors of bushmeat consumption and preference than economic factors among urban Amazonians from Brazil and Colombia. **Ecology and Society**, 20, n. 4, 2015.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, n. 6772, p.

853-858, 2000.

- NELLEMANN, C.; HENRIKSEN, R.; KREILHUBER, A.; STEWART, D. *et al.* **The rise of environmental crime: a growing threat to natural resources, peace, development and security.** United Nations Environment Programme (UNEP), 2016. 8269043400.
- OLIVAL, K. J.; HOSSEINI, P. R.; ZAMBRANA-TORRELIO, C.; ROSS, N. *et al.* Host and viral traits predict zoonotic spillover from mammals. **Nature**, 546, n. 7660, p. 646-650, 2017.
- PATZ, J. A.; OLSON, S. H.; UEJIO, C. K.; GIBBS, H. K. Disease Emergence from Global Climate and Land Use Change. **Medical Clinics of North America**, 92, p. 1473-1491, 2008.
- PINTER, A.; HORTA, M. C.; PACHECO, R. C.; MORAES-FILHO, J. *et al.* Serosurvey of Rickettsia spp. in dogs and humans from an endemic area for Brazilian spotted fever in the State of São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 24, n. 2, p. 247-252, 2008.
- PRIST, P. R.; TAMBOSI, L. R.; MUCCI, L. F.; PINTER, A. *et al.* Roads and forest edges facilitate yellow fever virus dispersion. **Journal of Applied Ecology**, 59, n. 1, p. 4-17, 2022.
- PRIST, P. R.; URIARTE, M.; TAMBOSI, L. R.; PRADO, A. *et al.* Landscape, environmental and social predictors of Hantavirus risk in São Paulo, Brazil. **PloS one**, 11, n. 10, p. e0163459, 2016.
- QIN, Y.; XIAO, X.; WIGNERON, J.-P.; CIAIS, P. *et al.* Carbon loss from forest degradation exceeds that from deforestation in the Brazilian Amazon. **Nature Climate Change**, 11, n. 5, p. 442-448, 2021/05/01 2021.
- REID, A. H.; FANNING, T. G.; HULTIN, J. V.; TAUBENBERGER, J. K. Origin and evolution of the 1918 “Spanish” influenza virus hemagglutinin gene. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 96, n. 4, p. 1651-1656, 1999.
- REZENDE, C.; SCARANO, F.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. *et al.* From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in ecology and conservation**, 16, n. 4, p. 208-214, 2018.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.
- ROHR, J. R.; BARRETT, C. B.; CIVITELLO, D. J.; CRAFT, M. E. *et al.* Emerging human infectious diseases and the links to global food production. **Nature sustainability**, 2, n. 6, p. 445-456, 2019.
- SANTIAGO-ALARCON, D.; MACGREGOR-FORS, I. Cities and pandemics: urban

- areas are ground zero for the transmission of emerging human infectious diseases. **Journal of Urban Ecology**, 6, n. 1, 2020.
- SAÚDE, M. d., 2017, **Vírus Zika no Brasil**. 136.
- SIRLEAF, E. J.; CLARK, H. COVID-19: Make it the Last Pandemic. **The Independent Panel for Pandemic Preparedness & Response**, 2021.
- SPRINGBETT, A.; MACKENZIE, K.; WOOLLIAMS, J.; BISHOP, S. The contribution of genetic diversity to the spread of infectious diseases in livestock populations. **Genetics**, 165, n. 3, p. 1465-1474, 2003.
- SWIFT, L.; HUNTER, P. R.; LEES, A. C.; BELL, D. J. Wildlife Trade and the Emergence of Infectious Diseases. **EcoHealth**, 4, n. 1, p. 25, 2007/02/23 2007.
- TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. *et al.* Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.
- TORRES-PÉREZ, F.; NAVARRETE-DROGUETT, J.; ALDUNATE, R.; YATES, T. L. *et al.* Peridomestic small mammals associated with confirmed cases of human hantavirus disease in southcentral Chile. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 70, n. 3, p. 305-309, 2004.
- TRITSCH, I.; LE TOURNEAU, F.-M. Population densities and deforestation in the Brazilian Amazon: New insights on the current human settlement patterns. **Applied Geography**, 76, p. 163-172, 2016/11/01/ 2016.
- UNAIDS. FACT SHEET - WORLD AIDS DAY 2021. 2021.
- UNEP, 2020, **Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission: A scientific assessment with key messages for policy-makers**. 82.
- USDA, F. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. United States Department of Agriculture. Washington, D.C.: Foreign Agriculture Service, 2020. 16 p.
- VAN VLIET, N.; QUICENO-MESA, M. P.; CRUZ-ANTIA, D.; DE AQUINO, L. J. N. *et al.* The uncovered volumes of bushmeat commercialized in the Amazonian trifrontier between Colombia, Peru & Brazil. **Ethnobiology and Conservation**, 3, p. 1-11, 2014.
- VARELA, D.; FLESHER, K.; CARTES, J. L.; DE BUSTOS, S. *et al.* Tapirus terrestris, Lowland Tapir. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 8235, p. 1-11, 2019.
- WHO, 2021a, **Ebola virus** disease.
- WHO. Plague - Madagascar. 2021b.
- WOLFE, N. D.; DUNAVAN, C. P.; DIAMOND, J. Origins of major human infectious

diseases. **Nature**, 447, n. 7142, p. 279-283, 2007.

WOOLHOUSE, M. E. J.; GOWTAGE-SEQUERIA, S. Host range and emerging and reemerging pathogens. **Emerging infectious diseases**, 11, n. 12, p. 1842-1847, 2005.

WORLDBANK. Projected poverty impacts of COVID-19 (coronavirus). **The World Bank Brief**, p. 4 p., June 8, 2020 2020.

XIAO, X.; NEWMAN, C.; BUESCHING, C. D.; MACDONALD, D. W. *et al.* Animal sales from Wuhan wet markets immediately prior to the COVID-19 pandemic. **Scientific Reports**, 11, p. 1-7, 2021.